Proyecto docente e investigador

Francisco José García-Peñalvo

Perfil docente: Ingeniería del Software y Gobierno de Tecnologías de la Información

Perfil investigador: Tecnologías del Aprendizaje

Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

15 de mayo de 2018

VNiVERSiDAD D SALAMANCA
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

PROYECTO DOCENTE E INVESTIGADOR

Dr. Francisco José García Peñalvo

Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Universidad de Salamanca

15 de mayo de 2018

Resolución de 20 de diciembre de 2017 de la Universidad de Salamanca

(BOE 9 de enero de 2018)

Código de la plaza: **G062/D06208**

Categoría: **Catedrático de Universidad**

Área: **CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Perfil de docencia: **Ingeniería del Software y Gobierno de Tecnologías de la Información**

Perfil investigador: **Tecnologías del Aprendizaje**

Departamento: **INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA**

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

A Mary, Marco y Antía
Sois el faro que me guía

A mi padre y a la memoria de mi madre
Por esa confianza ciega no siempre correspondida

Agradecimientos

Este Proyecto Docente e Investigador refleja una trayectoria profesional que hubiera sido imposible sin el apoyo y colaboración de muchas personas. Intentar enumerarlas a todas sería, a la vez, una ardua y arriesgada tarea. Ardua porque me he sentido muy arropado en este camino por un grandísimo número de colegas, compañeros y amigos, cada uno aportándome mucho más de lo que yo les haya podido corresponder; arriesgada por la fragilidad de mi memoria, que seguro me llevaría a dejar a alguien, igualmente querido y admirado, en el olvido. Por ello, sin nombres, estáis todos en mi corazón, con un especial recuerdo a aquellos que hoy no se encuentran entre nosotros, pero cuyo espíritu y enseñanzas son imperecederos.

De una manera más cercana, agradecer a mi grupo de investigación la confianza depositada y esos buenos momentos que nos permiten sobrellevar los contratiempos y las penurias de un sistema de investigación que invita a buscar otros horizontes lejos de la universidad.

Mención especial para Lucía, Alicia, Juan, Iván, Juanjo, María José y Mary Cruz, por haber sacado tiempo, de donde no lo hay, para *cazar* algunas de las miles de erratas cometidas por mi torpeza natural y hacerme comentarios de enorme valía que, con toda certeza, han contribuido a mejorar este documento.

Por último, mi mayor reconocimiento es para los que me siguen esperando en casa, pese a ser los sufridores de cada línea de mi currículo, escritas con la tinta del color del tiempo que les he robado.

A cada uno de vosotros, ¡GRACIAS!, porque sin ti no soy nada.

Cita recomendada:

F. J. García-Peñalvo, *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Universidad. Perfil Docente: Ingeniería del Software y Gobierno de Tecnologías de la Información. Perfil Investigador: Tecnologías del Aprendizaje. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial*. Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca, 2018. Disponible en: https://goo.gl/VWW3wQ. doi: 10.5281/zenodo.1237989.

ÍNDICE

Agradecimientos vii
Cita recomendada: ix
Índice de Figuras xix
Índice de Tablas xxxiii

Prólogo xxxix

Capítulo 1. La Universidad en la Sociedad del Conocimiento 3

1.1. Claves: Conocimiento, innovación y transferencia 5

1.2. Un modelo de formación universitaria para el siglo XXI, centrado en el aprendizaje de competencias 12

1.2.1. Delimitación conceptual de las competencias 15
1.2.2. Nuevos roles y planteamientos para una formación basada en competencias 20

1.3. Reflexión final 25

Capítulo 2. Contexto institucional 27

2.1. El Espacio Europeo de Educación Superior 28

2.1.1. Sistema de créditos europeos 37
2.1.2. Integración de la Ingeniería en el modelo europeo 39

2.2. La Universidad Española 42

2.2.1. El marco legislativo 42
2.2.2. Concepto y misión 44
2.2.3. Organización de los estudios oficiales 49
2.2.4. Dimensión de la Universidad Española 58

2.3. Las universidades de Castilla y León 59

2.4. La Universidad de Salamanca 66

2.4.1. Historia de la Universidad de Salamanca 70
2.4.1.1. Etapa medieval: Fundación y Consolidación 71
2.4.1.2. Siglos XVI y XVII 77
2.4.1.3. Siglo XVIII 82
2.4.1.4. Siglos XIX y XX 85
2.4.1.5. La Universidad de Salamanca en la actualidad 89
2.4.2. Estatutos y normativa interna 90
2.4.3. Recursos personales: PDI, PAS y Estudiantes 98

2.5. La Facultad de Ciencias 102

2.6. El Departamento de Informática y Automática 105

2.6.1. Origen y evolución del Departamento de Informática y Automática 107

2.6.2. Estructura organizativa del Departamento de Informática y Automática 109

2.7. El Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial 111

2.8. Reflexión final 113

Capítulo 3. Gestión universitaria 119

3.1. Experiencia de gestión universitaria en la Facultad de Ciencias 122

3.1.1. Infraestructura tecnológica de la Facultad de Ciencias 123

3.1.2. Los estudios de Ingeniería en Informática de la Facultad de Ciencias y su adaptación al EEES 125

3.2. Experiencia de gestión universitaria en el Rectorado 125

3.2.1. Universidad de Salamanca Digital 126

3.2.1.1. El campus virtual. Studium 132

3.2.1.2. El repositorio institucional. GREDOS 136

3.2.2. Otras iniciativas 140

3.2.2.1. La administración electrónica 141

3.2.2.2. Campus de Excelencia Internacional 141

3.3. Experiencia de coordinación de un Programa de Doctorado 142

3.4. Reflexión final 145

Capítulo 4. Aspectos metodológicos 151

4.1. El proceso de enseñanza + aprendizaje 152

4.2. Método docente 158

4.3. Elementos de un programa formativo 162

4.3.1. Modalidades de enseñanza 163

4.3.2. Métodos de enseñanza 164

4.3.3. Procedimientos de evaluación basados en competencias 166

4.3.4. Recursos y medios 169

4.4. Desarrollo de un programa formativo 170

4.4.1. Lección magistral 172

4.4.1.1. Inconvenientes de la lección magistral 172

4.4.1.2. Ventajas de la lección magistral 174

4.4.1.3. Aspectos que influyen en la calidad de la lección magistral 175

4.4.1.4. La correcta exposición 178

4.4.2. Métodos para las clases prácticas 180

4.4.2.1. Resolución de ejercicios y problemas 181
4.4.2.2. Prácticas guiadas 182
4.4.2.3. Prácticas libres 182
4.4.3. Tutorías 184
4.4.4. Actividades docentes complementarias 185
4.4.4.1. Seminarios y conferencias 186
4.4.4.2. Visitas y prácticas en instalaciones y centros profesionales 188

4.5. Calidad de la docencia 189

4.5.1. Nivel institucional 190
4.5.1.1. Evaluación de los Sistemas de Garantía de Calidad en las Universidades 193
4.5.1.2. Evaluación de las titulaciones universitarias 193
4.5.1.3. Evaluación del profesorado universitario 194
4.5.2. Nivel individual 195
4.5.2.1. Primeras iniciativas de índole personal 196
4.5.2.2. Participación en el programa DOCENTIA de la Universidad de Salamanca 199

4.6. Reflexión final 202

Capítulo 5. Innovación educativa 205

5.1. La innovación educativa en la universidad 209

5.2. Catálogo de proyectos de innovación educativa coordinados y participados 214

5.3. Gestión estratégica de la innovación educativa 220

5.4. Reflexión final 223

Capítulo 6. Los estudios de Ingeniería en Informática 225

6.1. Informática como disciplina 229

6.2. Ingeniería Informática como profesión 233

6.3. Recomendaciones curriculares internacionales para los estudios de Ingeniería Informática 239

6.4. Los estudios de Ingeniería Informática en España 244

6.4.1. Orígenes y evolución 244
6.4.2. Estudios de Ingeniería Informática en las universidades públicas de Castilla y León 245

6.5. Los estudios de Ingeniería Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca 248

6.5.1. Grado en Ingeniería Informática 248
6.5.2. Máster Universitario en Ingeniería Informática 259
6.5.3. Máster Universitario en Sistemas Inteligentes 265
6.5.4. Doctorado en Ingeniería en Informática 269

6.6. Reflexión final 272

Capítulo 7. Ingeniería del Software *277*

7.1. Definición de Ingeniería del Software 280

7.2. Marco conceptual de la Ingeniería del Software 287

7.3. Evolución de la Ingeniería del Software 300

7.4. Cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software 310

7.4.1. Orígenes y evolución del SWEBOK 310

7.4.2. Estructura del cuerpo de conocimiento propuesto en el SWEBOK 311

7.5. Materia de Ingeniería del Software en los estudios de Ingeniería en Informática de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca 320

7.6. Descripción de la asignatura Ingeniería de Software I 322

7.6.1. Datos básicos 322

7.6.2. Objetivos de aprendizaje 323

7.6.3. Competencias 323

7.6.4. Temario 324

7.6.4.1. Tema 1 – Introducción a la Ingeniería del Software 324

7.6.4.2. Tema 2 – Sistemas de información 327

7.6.4.3. Tema 3 – Modelos de proceso 329

7.6.4.4. Tema 4 – Ingeniería de requisitos 331

7.6.4.5. Tema 5 – Introducción al Proceso Unificado 334

7.6.4.6. Tema 6 – Flujos de trabajo del Proceso Unificado 335

7.6.4.7. Tema 7 – Análisis orientado a objetos 336

7.6.4.8. Tema 8 – UML. Unified Modeling Language 338

7.6.5. Organización de las sesiones de clase 339

7.6.5.1. Clases de teoría y de fundamentos de UML 342

7.6.5.2. Clases de problemas 345

7.6.5.3. Sesiones de trabajo grupal en la práctica final 345

7.6.5.3. Talleres 346

7.6.6. Práctica final obligatoria 348

7.6.7. Modalidades para cursar la asignatura 357

7.6.8. Evaluación 359

7.6.9. Tutorías 363

7.6.10. Recursos 363

7.6.11. Matriz de trazabilidad de las competencias 367

7.7. Evaluación de la implementación del enfoque activo en la asignatura Ingeniería de Software I 368

7.7.1. Diseño de un instrumento de tipo pre-test / post-test 368

7.7.2. Análisis de los resultados obtenidos en el curso 2016-2017 379

7.8. Reflexión final 386

Capítulo 8. Gobierno de Tecnologías de la Información 389

8.1. Definición de Gobierno de Tecnologías de la Información 391

8.2. Marco conceptual del Gobierno de Tecnologías de la Información 392

8.2.1. Diferencia entre gobierno y gestión de las TI 393

8.2.2. Las ecuaciones fundamentales del Gobierno TI 394

8.2.2.1. Demanda ↔ Oferta 394

8.2.2.2. Sistemas de negocio = personas + procesos + estructura + tecnología 397

8.2.3. Marcos y normas para el gobierno y la gestión de las tecnologías 401

8.3. Descripción de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información 404

8.3.1. Datos básicos 406

8.3.2. Objetivos de aprendizaje 407

8.3.3. Competencias 407

8.3.4. Organización de las sesiones de clase 416

8.3.5. Temario (Lecciones) 422

8.3.5.1. Lección 1 – R-evolución Tecnológica 423

8.3.5.2. Lección 2 – Habilidades directivas y gestión del cambio 425

8.3.5.3. Lección 3 – Dirección estratégica 428

8.3.5.4. Lección 4 – Gobierno de las tecnologías de la información 429

8.3.5.5. Lección 5 – El director de TI (CIO) 431

8.3.5.6. Lección 6 – La cartera de proyectos 433

8.3.6. Talleres 433

8.3.6.1. Taller sobre el análisis DAFO 434

8.3.6.2. Taller sobre el marco de referencia GTI4U 436

8.3.7. Plan estratégico TI 438

8.3.8. Proyecto "Tiempo creativo" 442

8.3.9. Evaluación 444

8.3.10. Tutorías 445

8.3.11. Recursos 445

8.3.12. Matriz de trazabilidad de las competencias 447

8.4. Resultados académicos 447

8.5. Reflexión final 448

Capítulo 9. Contexto de investigación 453

9.1. El Grupo GRIAL 461

9.1.1. Historia y evolución 462

9.1.2. Estructura y composición 465

9.1.3. Líneas de investigación 476
9.1.4. Colaboración con otros grupos y redes 476
9.1.4.1. Relaciones con otros grupos de investigación 477
9.1.4.2. Participación en redes nacionales e internacionales 480
9.1.5. Proyectos y contratos de investigación 481
9.1.5.1. Proyectos de investigación 482
9.1.5.2. Contratos de investigación 490
9.1.6. Producción científica 495
9.1.6.1. Publicaciones indizadas en el JCR de WoS 495
9.1.6.2. Publicaciones indizadas en Scopus 497
9.1.6.3. Publicaciones incluidas en ESCI de WoS 498
9.1.6.4. Datos globales 498
9.1.7. Organización de congresos científicos 501
9.1.8. Imagen corporativa 502

9.2. Perfil investigador 503

9.2.1. Datos básicos 503
9.2.2. Proyectos y contratos de investigación 503
9.2.2.1. Proyectos de investigación 503
9.2.2.2. Contratos de investigación 514
9.2.3. Publicaciones en revistas indexadas 522
9.2.3.1. Publicaciones en revistas JCR 522
9.2.3.2. Publicaciones en revistas Scopus 525
9.2.3.3. Publicaciones en revistas ESCI 527
9.2.3.4. Datos globales de las publicaciones en revistas indexadas 529
9.2.4. Registro de aplicaciones software 530
9.2.5. Becarios pre-doctorales e investigadores post-doctorales 530
9.2.6. Tesis doctorales dirigidas 532
9.2.7. Experiencia como evaluador de I+D+i 535
9.2.8. Actividad como revisor de artículos científicos 536
9.2.8.1. Revisor en congresos científicos 536
9.2.8.2. Revisor en revistas científicas 542
9.2.9. Actividad como editor de revistas científicas 544
9.2.9.1. Editor invitado 544
9.2.9.2. Miembro del comité editorial de revistas científicas 545
9.2.9.3. Editor jefe de revistas científicas 547

9.3. Perfil digital de investigador 557

9.3.1. Nombre de investigador 562
9.3.2. Perfil en ORCID 563
9.3.3. ResearcherID (WoS) 564
9.3.4. Perfil en Scopus 566

9.3.5. Perfil en Google Scholar 569
9.3.6. Perfil en ResearchGate 574
9.3.7. Perfil en Publons 578
9.3.8. Resumen del perfil digital como investigador 582

9.4. Reflexión final 583

Capítulo 10. Tecnologías del aprendizaje 587

10.1. Las tecnologías del aprendizaje como línea de investigación 589

10.2. El proyecto de investigación DEFINES 591

10.2.1. Resumen 592
10.2.2. Palabras clave 594
10.2.3. Impacto científico técnico o internacional esperable 594
10.2.4. Impacto socioeconómico sobre la Comunidad Autónoma de Castilla y León 595
10.2.5. Equipo de investigación 596
10.2.6. Antecedentes y relaciones con otros proyectos actuales 599
10.2.7. Estado de la cuestión 604
10.2.7.1. El origen del problema 604
10.2.7.2. Los ecosistemas tecnológicos y ecologías de aprendizaje 612
10.2.7.3. Caso de aplicación en el sector asistencial 619
10.2.7.4. Caso de aplicación en un observatorio de empleo y empleabilidad universitaria 621
10.2.7.5. Caso de aplicación en portales de eCiencia 622
10.2.7.6. Métodos mixtos de investigación 623
10.2.8. Objetivos del proyecto DEFINES 638
10.2.9. Metodología 639
10.2.10. Resultados obtenidos 646
10.2.10.1. WP1 (Gestión del proyecto) 646
10.2.10.2. WP2 (Definición del framework arquitectónico para un ecosistema tecnológico y de sus flujos de información) 646
10.2.10.3. WP3 (Caso 1. Desarrollo del ecosistema tecnológico para apoyo a cuidadores de personas con dependencia) 655
10.2.10.4. WP4 (Caso 2. Desarrollo del ecosistema tecnológico para el barómetro de empleabilidad) 655
10.2.10.5. WP5 (Caso 3. Desarrollo del ecosistema tecnológico para portales de eCiencia) 656
10.2.10.6. WP6 (Diseminación) 657

10.3. Reflexión final 660

Referencias 665

Índice de Figuras

Figura P.1. Escenario formativo del Proyecto Docente e Investigador xliv
Figura 1.1. Las misiones de la Universidad. Fuente: [140] 9
Figura 1.2. Componentes de las competencias. Fuente: [175] (p. 39) 17
Figura 2.1. Organización de la enseñanza universitaria oficial 49
Figura 2.2. Porcentaje de programas de grado con una carga de 180 créditos ECTS, 210 créditos ECTS, 240 créditos ECTS y con otro número distinto de créditos, 2013/14. Fuente: [252] (p. 52) 50
Figura 2.3. Porcentaje de programas de máster con una carga de 60-75, 120 u otro número de créditos ECTS, 2013/14. Fuente: [252] (p. 53) 51
Figura 2.4. Duración mínima conjunta de los programas de grado y máster, establecida a nivel nacional, 2013/14. Fuente: [252] (p. 55) 53
Figura 2.5. Distribución geográfica de los grados de duración variable en el EEES. Fuente: https://goo.gl/6hLxS1 55
Figura 2.6. Dimensión de la Universidad Española (curso 2015-2016). Fuente: [291] 58
Figura 2.7. Pilar conmemorativo del octavo centenario de la Universidad de Salamanca en el que se tiene el lema "Decíamos ayer, diremos mañana" y se podía ver cuántos días quedaban para el octavo centenario y, en la actualidad, cuántos días quedan del octavo centenario. Fuente: Fotografía propia 70
Figura 2.8. Las universidades más antiguas del mundo. Fuente [320] 71
Figura 2.9. Reyes Católicos en la Fachada de la Universidad. Fuente: Fotografía propia 72
Figura 2.10. Cielo de Salamanca. Fuente: Fotografía propia 73
Figura 2.11. Biblioteca Histórica de la Universidad de Salamanca. Fuente: Fotografías propias 76
Figura 2.12. Estatua de Fray Luis de León. Fuente: Fotografía propia 82
Figura 2.13. Leyenda dedicada al Rector Unamuno en la fachada de la Casa Museo Unamuno en la calle Libreros de Salamanca. Fuente: Fotografía propia 88
Figura 2.14. Distribución del PDI por categorías. Fuente [357] (p.22) 98
Figura 2.15. Distribución del PAS por categorías. Fuente [357] (p.23) 99
Figura 2.16. Distribución de los estudiantes de grado por ramas. Fuente [357] 101
Figura 2.17. Distribución de los estudiantes de máster por ramas. Fuente [357] 101
Figura 2.18. Distribución de los doctorandos por ramas. Fuente [357] 101
Figura 2.19. Número de tesis defendidas por rama de conocimiento. Fuente [357] 102
Figura 2.20. Evolución del esfuerzo en I+D, en gasto como % del PIB. Periodo 2000 a 2015. Fuente [85] (p. 98) 113
Figura 2.21. Porcentaje de variación del esfuerzo en I+D, en gasto como porcentaje del PIB. Periodo 2008 a 2015. Fuente [85] (p. 98) 114
Figura 3.1. Arquitectura de la Universidad de Salamanca Digital. Fuente [402] 128

Figura 3.2. Estructura organizativa para implementar la estrategia Universidad Digital. Fuente: Adaptado de [405, 406] 131
Figura 3.3. Arquitectura del anterior campus virtual, EudoRed. Fuente: [409] 134
Figura 3.4. Arquitectura desarrollada para el despliegue de Studium en 2008. Fuente: [409] 134
Figura 3.5. Metodología Scopeo. Fuente: [410] 135
Figura 3.6. Modelo de referencia para la estrategia de conocimiento abierto de la Universidad de Salamanca. Fuente: [417] adaptado de [87] (p. 524) 137
Figura 3.7. Repositorio GREDOS. Fuente: https://goo.gl/bbdHMt 138
Figura 3.8. Estructura de la Cátedra Iberdrola-Universidad de Salamanca. Fuente: [425] 140
Figura 3.9. Evolución de las preinscripciones y las matrículas en el Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento. Fuente: Basado en [432] con datos a 20 de enero de 2018 144
Figura 3.10. Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento en el buscador de títulos de ACSUcyL. Fuente: https://goo.gl/zEk5TD 144
Figura 4.1. Triangulación entre resultados de aprendizaje, actividades formativas y métodos de evaluación [497] (p. 35) 167
Figura 4.2. Procedimiento de Evaluación. Fuente: Basado en [487] (p. 450) 167
Figura 4.3. Rendimiento de profesores y estudiantes a lo largo de una lección magistral. Fuente: Basado en [509] 175
Figura 5.1. Mapa de tendencias en innovación educativa. Fuente: [43] (p. 10) 207
Figura 5.2. Marco de desarrollo profesional del profesorado universitario. Fuente: [590] (p. 10) 209
Figura 5.3. La investigación de la innovación. Fuente: [565] (p. 30) 211
Figura 5.4. Calidad educativa y desarrollo profesional: procesos interrelacionados. Fuente: Basado en [597] 211
Figura 5.5. Proyectos de innovación docente en la Universidad de Salamanca (1999 hasta 2013). Fuente: [597] 213
Figura 5.6. Resultados de análisis del contenido de Proyectos de Innovación Docente en Universidad de Salamanca (2008-2011). Fuente: [597] 213
Figura 5.7. Inicio de los proyectos de innovación en los diferentes años entre 1998-2018 217
Figura 5.8. Participación como IP y como colaborador en los proyectos de innovación educativa 217
Figura 5.9. Reparto del presupuesto recibido en los diferentes proyectos de innovación educativa en los que se ha participado como investigador principal y como colaborador 218
Figura 5.10. Entidades financiadoras de los proyectos de innovación educativa participados 218
Figura 5.11. Temáticas de los proyectos de innovación educativa 219
Figura 5.12. Modelo Suricata. Fuente: [602] 220
Figura 5.13. Cómo se está afrontando la innovación educativa en la Universidad. Fuente: [603] 221
Figura 5.14. Marco para la gestión estratégica de la innovación educativa. Fuente: [605] 223
Figura 6.1. La investigación de la innovación. Fuente: [618] (p. 6) 227
Figura 6.2. Proporción global del número de hogares con conexión a Internet. Fuente: [626] (p. 16) 228
Figura 6.3. Usuarios de Internet. Fuente: [626] (p. 17) 229

Figura 6.4. Mapa del *ICT Development Index*. Fuente: https://goo.gl/zQtfu3 229
Figura 6.5. Niveles EQF. Fuente: https://goo.gl/J5UsmT 236
Figura 6.6. Niveles QF-EHEA. Fuente: https://goo.gl/J5UsmT 237
Figura 6.7. MECES y equivalencia con el EQF. Fuente: https://goo.gl/euj9iJ 238
Figura 6.8. Principales recomendaciones curriculares relacionadas con la Ingeniería Informática. Fuente: Elaboración propia 239
Figura 6.9. Posibles combinaciones entre las disciplinas. Fuente: [668] (p. 12) 240
Figura 6.10. Representación de la Ingeniería de Computadores. Fuente: [668] (p. 17) 241
Figura 6.11. Representación de la Ciencia de la Computación. Fuente: [668] (p. 18) 242
Figura 6.12. Representación de los Sistemas de Información. Fuente: [668] (p. 19) 242
Figura 6.13. Representación de la Tecnología de la Información. Fuente: [668] (p. 20) 243
Figura 6.14. Representación de la Ingeniería del *Software*. Fuente: [668] (p. 21) 244
Figura 7.1. Capas de la Ingeniería del Software. Fuente: Basado en [720] (p. 16) 287
Figura 7.2. Procesos del ciclo de vida del *software* según el estándar ISO/IEC/IEEE 12207:2017. Fuente: [759] (p. 21) 292
Figura 7.3. Clasificación de la tecnología. Fuente: Basado en [762] 294
Figura 7.4. Marco conceptual de la Ingeniería del Software. Fuente: [829] (p. 11) 299
Figura 7.5. Evolución histórica de la Ingeniería del Software. Fuente: [744] (p. 16) 300
Figura 7.6. Modelo en cascada de W. Royce [766, 767]. Fuente: [744] (p. 15) 302
Figura 7.7. Línea de tiempo del World Wide Web Consortium. Fuente: https://goo.gl/ie1cyS 304
Figura 7.8. Dimensiones clave para determinar cómo afrontar un proyecto. Fuente: [870] (p. 6) 308
Figura 7.9. Desglose del área de conocimiento *Requisitos del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 1-2) 312
Figura 7.10. Desglose del área de conocimiento *Diseño del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 2-2) 312
Figura 7.11. Desglose del área de conocimiento *Construcción del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 3-2) 313
Figura 7.12. Desglose del área de conocimiento *Prueba del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 4-2) 314
Figura 7.13. Desglose del área de conocimiento *Mantenimiento del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 5-2) 314
Figura 7.14. Desglose del área de conocimiento *Gestión de la configuración del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 6-2) 315
Figura 7.15. Desglose del área de conocimiento *Gestión de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 7-2) 315
Figura 7.16. Desglose del área de conocimiento *Proceso de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 8-2) 316
Figura 7.17. Desglose del área de conocimiento *Modelos y métodos de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 9-2) 316
Figura 7.18. Desglose del área de conocimiento *Calidad del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 10-2) 317

Figura 7.19. Desglose del área de conocimiento *Práctica profesional de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 11-2) 317
Figura 7.20. Desglose del área de conocimiento *Economía de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 12-2) 318
Figura 7.21. Desglose del área de conocimiento *Fundamentos de computación* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 13-2) 319
Figura 7.22. Desglose del área de conocimiento *Fundamentos de matemáticas* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 14-2) 319
Figura 7.23. Desglose del área de conocimiento *Fundamentos de ingeniería* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 15-2) 319
Figura 7.24. Organización de la materia Ingeniería del Software en los estudios de Ingeniería en Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca 320
Figura 7.25. Planificación temporal de los hitos para la entrega del trabajo final. Fuente: [829] (p. 25) 339
Figura 7.26. Planificación temporal de las sesiones de clase de grupo completo (formato compacto). Fuente: Basado en [829] (p. 19) 340
Figura 7.27. Planificación temporal de las sesiones de clase de grupo completo (formato calendario). Fuente: Basado en [829] (p. 20) 341
Figura 7.28. Planificación temporal de las sesiones de clase de los subgrupos (formato compacto). Fuente: Basado en [829] (p. 21) 341
Figura 7.29. Planificación temporal de las sesiones de clase de los subgrupos (formato calendario). Fuente: Basado en [829] (p. 22) 341
Figura 7.30. Captura del campus virtual del bloque con los temas de la asignatura 342
Figura 7.31. Captura del campus virtual del bloque con los recursos asociados a la *Fase de Inicio: Elicitación de requisitos* 344
Figura 7.32. Captura del campus virtual del bloque con los recursos asociados a la *Fase de Elaboración: Modelo de dominio* 344
Figura 7.33. Captura del campus virtual del bloque con los recursos asociados a la *Fase de Elaboración: Realización de casos de uso* 344
Figura 7.34. Captura del campus virtual con la definición del taller de modelado de casos de uso para los dos subgrupos A1 y A2 del curso 2017-2018 347
Figura 7.35. Captura del campus virtual con la información del trabajo final de la asignatura (orientada a la modalidad de evaluación continua). Curso 2017-2018 349
Figura 7.36. Captura del campus virtual con las recomendaciones sobre qué herramientas usar a la hora de realizar la práctica obligatoria y los informes de los talleres 351
Figura 7.37. Captura del campus virtual con la información del trabajo final de la asignatura (orientada a la modalidad de evaluación final). Curso 2017-2018 355
Figura 7.38. Captura del campus virtual del bloque en el que los estudiantes eligen la modalidad en la que van a cursar la asignatura 358

Figura 7.39. Captura con la parte inicial del espacio de la asignatura Ingeniería de Software I en el campus virtual Studium, donde destacan la información básica y los principales canales de interacción 363
Figura 7.40. Licencia elegida para compartir los materiales docentes producidos por los docentes de la asignatura 364
Figura 7.41. Sexo de los participantes en el pre-test 370
Figura 7.42. Curso más alto en el que están matriculados de los participantes en el pre-test 370
Figura 7.43. Año de nacimiento de los participantes en el pre-test 371
Figura 7.44. Orden de elección de la carrera de los participantes en el pre-test 371
Figura 7.45. Nivel de estudios de los progenitores de los participantes en el pre-test 372
Figura 7.46. Nota de entrada en la Universidad (PAU) de los participantes en el pre-test 372
Figura 7.47. Información sobre el número de veces que se han matriculado en la asignatura los participantes en el pre-test 372
Figura 7.48. Satisfacción con los estudios realizados hasta el momento de comenzar la asignatura de Ingeniería de Software I de los participantes en el pre-test 373
Figura 7.49. Preguntas relacionadas con los estilos de aprendizaje de los estudiantes participantes en el pre-test 373
Figura 7.50. Satisfacción con los estudios realizados hasta el momento de haber finalizado la asignatura de Ingeniería de Software I de los participantes en el post-test 374
Figura 7.51. Preguntas relacionadas con los estilos de aprendizaje de los estudiantes participantes en el post-test 374
Figura 7.52. Valoración de la metodología personal de trabajo en la asignatura Ingeniería de Software I de los estudiantes participantes en el post-test 375
Figura 7.53. Grado de profundidad en el estudio de la asignatura Ingeniería de Software I de los estudiantes participantes en el post-test 375
Figura 7.54. Percepción sobre la metodología activa seguida en asignatura Ingeniería de Software I por parte de los estudiantes participantes en el post-test 375
Figura 7.55. Satisfacción general con la asignatura Ingeniería de Software I por parte de los estudiantes participantes en el post-test 376
Figura 7.56. Utilidad percibida de algunos de los recursos para el estudio de la asignatura Ingeniería de Software I por parte de los estudiantes participantes en el post-test 376
Figura 7.57. Valoración de algunas de las actividades realizadas en la asignatura Ingeniería de Software I por parte de los estudiantes participantes en el post-test 376
Figura 7.58. Tiempo invertido en ir a las clases presenciales (participantes en el post-test) 377
Figura 7.59. Tiempo invertido en las tutorías presenciales (participantes en el post-test) 377
Figura 7.60. Tiempo invertido en las tutorías virtuales (participantes en el post-test) 377
Figura 7.61. Tiempo invertido horas de estudio (participantes en el post-test) 378
Figura 7.62. Tiempo invertido para preparar los exámenes (participantes en el post-test) 378
Figura 7.63. Tiempo invertido en hacer ejercicios (participantes en el post-test) 378
Figura 7.64. Tiempo invertido en el Taller 1 (participantes en el post-test) 378
Figura 7.65. Tiempo invertido en el Taller 2 (participantes en el post-test) 379

Figura 7.66. Tiempo invertido en el Taller 3 (participantes en el post-test) 379
Figura 7.67. Tiempo invertido en el Trabajo Final (participantes en el post-test) 379
Figura 7.68. Comparación en términos porcentuales de la distribución del rendimiento académico entre los cursos 2013-2014 y 2016-2017 385
Figura 8.1. Las TIC como apoyo a la gestión de las empresas. Fuente: Adaptada de [1021] (p. 22) ... 394
Figura 8.2. La ecuación Demanda ↔ Oferta. Fuente: Adaptada de [1022] 396
Figura 8.3. Elementos clave del sistema de negocio. Fuente: Adaptada de [1022] 397
Figura 8.4. Marcos para el gobierno y la gestión de las TSI. Fuente: [1021] (p. 23) 402
Figura 8.5. Modelo de gobierno y gestión de las TIC propuesto por AENOR. Fuente: Basado y actualizado de [1021] (p. 25) y de [1044] (p. 13) 402
Figura 8.6. Partes constitutivas de ISO/IEC 15504. Fuente: [1044] (p. 16) 403
Figura 8.7. ISO/IEC 15504 vs. ISO/IEC 33000. Fuente: https://goo.gl/XLh7b4 404
Figura 8.8. Valoración del nivel de competencias requerido en el último empleo, por dimensiones. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 57) 409
Figura 8.9. Valoración del nivel de competencias genéricas requerido en el último empleo. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 58) 410
Figura 8.10. Valoración del nivel de competencias genéricas requerido en el último empleo. Rama de Ingeniería y Arquitectura. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 60) 410
Figura 8.11. Valoración del nivel de competencias que poseen los egresados, por dimensiones. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 62) 411
Figura 8.12. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 63) 412
Figura 8.13. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados. Rama de Ingeniería y Arquitectura. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 65) 412
Figura 8.14. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados y el requerido en el último empleo, por dimensiones. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 67) 413
Figura 8.15. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados y el requerido en el último empleo. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: https://goo.gl/yR28GP 413
Figura 8.16. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados y el requerido en el último empleo. Rama de Ingeniería y Arquitectura. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: https://goo.gl/yR28GP 414
Figura 8.17. Valoración de la contribución de la Universidad en la adquisición de competencias, por dimensiones. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 73) 415
Figura 8.18. Valoración de la contribución de la Universidad en la adquisición de competencias. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 74) 415

Figura 8.19. Valoración de la contribución de la Universidad en la adquisición de competencias. Rama de Ingeniería y Arquitectura. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 76) 416
Figura 8.20. Ámbitos en los que se organiza la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Cada color representará un ámbito de la asignatura. Fuente: [1002] (p. 24) 417
Figura 8.21. Mapa de contenidos la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 25) 417
Figura 8.22. Tipos de actividades de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Cada icono representa un tipo de actividad en los diferentes ámbitos de la asignatura. Fuente: [1002] (p. 26) 418
Figura 8.23. Lecciones de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 27) 419
Figura 8.24. Talleres y debates de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 28) 419
Figura 8.25. Entregables de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 29) 420
Figura 8.26. Mapa de actividades de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 39) 420
Figura 8.27. Captura del campus virtual del bloque con las lecciones de la asignatura Gobierno de Tecnologías 422
Figura 8.28. Habilidades directivas de un CIO. Fuente: [1095] (p. 3) 426
Figura 8.29. Rúbrica para el análisis DAFO (página 1 de 2) 435
Figura 8.30. Rúbrica para el análisis DAFO (página 2 de 2) 436
Figura 8.31. Estructura del modelo GTI4U. Fuente: [1134] (p. 148) 437
Figura 8.32. Captura con la parte inicial del espacio de la asignatura Gobierno de Tecnologías de Información en el campus virtual Studium, donde destacan la información básica y los principales canales de interacción 446
Figura 9.1. Prioridades del Espacio Europeo de Investigación (*European Research Area* – ERA) 2015-2020. Fuente: [1152] (p. 16) 455
Figura 9.2. La estrategia RIS3 de la Junta de Castilla y León 2014-2020. Fuente: [1155] (p. 81) 458
Figura 9.3. Estructura del Eje Estratégico sobre la investigación del Plan Estratégico General 2013-2018 de la Universidad de Salamanca. Fuente: Elaboración propia con la información de [120] (pp. 36-45) 459
Figura 9.4. Estructura organizativa del Grupo GRIAL 465
Figura 9.5. Miembros del subgrupo GRIAL 468
Figura 9.6. Miembros del subgrupo GRIAL-TOL 469
Figura 9.7. En memoria de nuestros compañeros de GRIAL 469
Figura 9.8. Miembros del subgrupo GE2O 470
Figura 9.9. Miembros del subgrupo GITE 472
Figura 9.10. Miembros del subgrupo VisUsal 472
Figura 9.11. Miembros de la UIC081 473

Figura 9.12. Datos cuantitativos sobre los miembros de cada subgrupo, la UIC y el grupo completo 474
Figura 9.13. Datos sobre la categoría profesional de los miembros del Grupo GRIAL 475
Figura 9.14. Datos sobre los campos disciplinares de los miembros del Grupo GRIAL 476
Figura 9.15. Tipos de proyectos del Grupo GRIAL (Desde 2011). Fuente: [1161] (p. 20) 482
Figura 9.16. Proyectos del Grupo GRIAL iniciados por año (2009-2017). Fuente: [1161] (p. 21) 489
Figura 9.17. Número de proyectos y de presupuesto conseguido por cada uno de los investigadores principales. Fuente: [1161] (p. 21) 489
Figura 9.18. Número de proyectos conseguido por cada uno de los investigadores principales y su peso porcentual en el total. Fuente: [1161] (p. 22) 490
Figura 9.19. Número de contratos de investigación iniciados por año (2010-2018). Fuente: [1161] (p. 26) 494
Figura 9.20. Número de contratos de investigación y de presupuesto conseguido por cada uno de los investigadores principales. Fuente: [1161] (p. 26) 494
Figura 9.21. Número de contratos de investigación conseguido por cada uno de los investigadores principales y su peso porcentual en el total. Fuente: [1161] (p. 27) 495
Figura 9.22. Revistas JCR en las que ha publicado el Grupo GRIAL (desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 28) 496
Figura 9.23. Clasificación en cuartiles de las publicaciones JCR del Grupo GRIAL (desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 28) 496
Figura 9.24. Revistas Scopus en las que ha publicado el Grupo GRIAL (desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 44) 497
Figura 9.25. Clasificación en cuartiles de las publicaciones Scopus del Grupo GRIAL (desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 44) 497
Figura 9.26. Revistas ESCI en las que ha publicado el Grupo GRIAL (desde 2017). Fuente: [1161] (p. 57) 498
Figura 9.27. Publicaciones totales del Grupo GRIAL (Desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 59) 498
Figura 9.28. Producción científica de los miembros del Grupo GRIAL por tipo de publicación (Desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 60) 499
Figura 9.29. Publicaciones de los miembros del Grupo GRIAL por base de datos (Desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 61) 500
Figura 9.30. Versión principal del logotipo de GRIAL. Fuente: [1339] 502
Figura 9.31. Recomendaciones para el correcto uso de la identidad GRIAL. Fuente: https://goo.gl/TRSy4A 502
Figura 9.32. Nube de palabras realizada con los títulos de los proyectos. Fuente: Elaboración propia 509
Figura 9.33. Tipos de proyectos liderados y/o participados. Fuente: Elaboración propia 509
Figura 9.34. Tipos de proyectos como investigador principal. Fuente: Elaboración propia 510
Figura 9.35. Tipos de proyectos como investigador principal de un subproyecto. Fuente: Elaboración propia 511

Figura 9.36. Tipos de proyectos como participados como miembro del equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia 511
Figura 9.37. Vista conjunta de los diferentes tipos de proyectos y el rol jugado en ellos. Fuente: Elaboración propia 512
Figura 9.38. Presupuesto global de los proyectos participados. Fuente: Elaboración propia 512
Figura 9.39. Presupuesto de los proyectos participados, organizado por tipo, rol y total. Fuente: Elaboración propia 513
Figura 9.40. Número de los proyectos iniciados por año. Fuente: Elaboración propia 513
Figura 9.41. Número de los proyectos iniciados como Investigador Principal por año. Fuente: Elaboración propia 514
Figura 9.42. Nube de palabras realizada con los títulos de los contratos de investigación desarrollados. Fuente: Elaboración propia 520
Figura 9.43. Contratos de investigación dirigidos y participados. Fuente: Elaboración propia 521
Figura 9.44. Presupuesto global de los contratos de investigación participados. Fuente: Elaboración propia 521
Figura 9.45. Contratos de investigación iniciados por año. Fuente: Elaboración propia 522
Figura 9.46. Revistas JCR en las que ha publicado el candidato. Fuente: Elaboración propia 523
Figura 9.47. Artículos regulares y artículos editoriales publicados en revistas JCR. Fuente: Elaboración propia 523
Figura 9.48. Cuartiles de los artículos publicados en revistas JCR. Fuente: Elaboración propia 524
Figura 9.49. Categorías JCR de las revistas en las que se han publicado artículos. Fuente: Elaboración propia 524
Figura 9.50. Artículos JCR publicados por año. Fuente: Elaboración propia 524
Figura 9.51. Revistas Scopus en las que ha publicado el candidato. Fuente: Elaboración propia 525
Figura 9.52. Artículos regulares y artículos editoriales publicados en revistas Scopus. Fuente: Elaboración propia 526
Figura 9.53. Cuartiles de los artículos publicados en revistas Scopus. Fuente: Elaboración propia 526
Figura 9.54. Categorías Scopus de las revistas en las que se han publicado artículos. Fuente: Elaboración propia 527
Figura 9.55. Artículos Scopus publicados por año. Fuente: Elaboración propia 527
Figura 9.56. Revistas ESCI en las que se ha publicado. Fuente: Elaboración propia 528
Figura 9.57. Artículos regulares y artículos editoriales publicados en revistas ESCI. Fuente: Elaboración propia 528
Figura 9.58. Artículos ESCI publicados por año. Fuente: Elaboración propia 528
Figura 9.59. Artículos regulares y artículos editoriales publicados en las bases de datos JCR, Scopus y ESCI. Fuente: Elaboración propia 529
Figura 9.60. Artículos regulares totales publicados en las bases de datos JCR, Scopus y ESCI. Fuente: Elaboración propia 529
Figura 9.61. Artículos indexados publicados por año. Fuente: Elaboración propia 530
Figura 9.62. Tipología de los contratos de investigación. Fuente: Elaboración propia 531
Figura 9.63. Sexo de los contratados. Fuente: Elaboración propia 531

Figura 9.64. Acumulado en el tiempo de los contratos de investigación. Fuente: Elaboración propia 531
Figura 9.65. Datos sobre las tesis dirigidas. Fuente: Elaboración propia 534
Figura 9.66. Sexo de los investigadores. Fuente: Elaboración propia 534
Figura 9.67. Nacionalidad de los investigadores. Fuente: Elaboración propia 534
Figura 9.68. Países de procedencia de los doctorandos. Fuente: Elaboración propia 535
Figura 9.69. Ámbito de las experiencias de evaluación de I+D+i. Fuente: Elaboración propia 536
Figura 9.70. Ámbito de los congresos en los que se ha participado como revisor. Fuente: Elaboración propia 537
Figura 9.71. Actuaciones como revisor en congresos a lo largo del tiempo. Fuente: Elaboración propia 540
Figura 9.72. Ámbito de los congresos presididos. Fuente: Elaboración propia 541
Figura 9.73. Presidencias de los congresos a lo largo del tiempo. Fuente: Elaboración propia 541
Figura 9.74. Clasificación de las revistas según su base de datos más relevante. Fuente: Elaboración propia 543
Figura 9.75. Revistas en las que se ha actuados como editor invitado y número de artículos editoriales publicados en ellas. Fuente: Elaboración propia 544
Figura 9.76. Número de revistas y de artículos editoriales invitados por base de datos. Fuente: Elaboración propia 545
Figura 9.77. Clasificación en de las revistas en función de su base de datos principal. Fuente: Elaboración propia 546
Figura 9.78. Rol en los comités editoriales. Fuente: Elaboración propia 546
Figura 9.79. Portal de revistas de Ediciones Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/3EsgfR 549
Figura 9.80. Nueva imagen de la revista EKS 550
Figura 9.81. Portal de la revista EKS. Fuente: https://goo.gl/3wfoYr 550
Figura 9.82. Principales índices de EKS: Scopus (https://goo.gl/V4wBDy) y ESCI (https://goo.gl/wq6Tik) 551
Figura 9.83. Información de EKS en MIAR (27-3-2018). Fuente: https://goo.gl/zkjRuc 552
Figura 9.84. Información del perfil de EKS en Google Scholar (24-4-2018). Fuente: https://goo.gl/VoFKfG 553
Figura 9.85. Perfil de JITR en SCImago. Fuente: https://goo.gl/HEGD9H 554
Figura 9.86. Journal Metrics de JITR en 2015. Fuente: https://goo.gl/gT26Nt 555
Figura 9.87. Journal Metrics de JITR en 2016. Fuente: https://goo.gl/gT26Nt 555
Figura 9.88. JITR en ESCI. Fuente: https://goo.gl/QDsZx9 556
Figura 9.89. Información de JITR en MIAR (27-3-2018). Fuente: https://goo.gl/zs7EHE 557
Figura 9.90. Modelo tradicional de comunicación científica. Fuente: Adaptada de [1385] 561
Figura 9.91. Modelo de comunicación científica 2.0. Fuente: Adaptada de [1385] 561
Figura 9.92. Página ORCID pública (consulta realizada el 28-3-2018). Fuente: https://orcid.org/0000-0001-9987-5584 564

Figura 9.93. Página ResearcherID pública (consulta realizada el 30-4-2018). Fuente: http://www.researcherid.com/rid/D-5445-2013 565
Figura 9.94. Citation Metrics (consulta realizada el 30-4-2018). Fuente: http://www.researcherid.com/rid/D-5445-2013 565
Figura 9.95. Perfil en Scopus (consulta realizada el 24-4-2018). Fuente: https://www.scopus.com 566
Figura 9.96. Fuentes principales de los artículos indizados en Scopus (consulta realizada el 24-4-2018). Fuente: https://www.scopus.com 567
Figura 9.97. Evolución de las citas de los artículos indizados en Scopus (consulta realizada el 24-4-2018). Fuente: https://www.scopus.com 568
Figura 9.98. Índice H en Scopus (consulta realizada el 24-4-2018). Fuente: https://www.scopus.com 568
Figura 9.99. Comparación de la media del índice h de los investigadores de habla inglesa y de habla no inglesa en Google Scholar, Scopus y WoS. Fuente: [1397] 570
Figura 9.100. Perfil público en Google Scholar (consulta realizada el 30-4-2018). Fuente: https://goo.gl/sDwrr0 571
Figura 9.101. Evolución histórica de los principales indicadores de Google Scholar (enero de 2014 – abril de 2018). Fuente: Elaboración propia 572
Figura 9.102. Perfiles públicos en Google Scholar de los investigadores de la Universidad de Salamanca con mayor número de citas (consulta realizada el 30-4-2018). Fuente: https://goo.gl/FJKu77 573
Figura 9.103. Ranking of scientists in Spain (8th Edition). Fuente: [1398] 574
Figura 9.104. Preferencia sobre el perfil de investigador (2015-2016). Fuente: https://goo.gl/UgLdrE 575
Figura 9.105. Información general del perfil en ResearchGate (consulta realizada el 30-4-2018). Fuente: https://goo.gl/h8JCS2 576
Figura 9.106. Estadísticas sobre lecturas recibidas en el perfil de ResearchGate (consulta realizada el 30-4-2018). Fuente: https://goo.gl/WHqMzH 577
Figura 9.107. Estadísticas sobre citas recibidas en el perfil de ResearchGate (consulta realizada el 30-4-2018). Fuente: https://goo.gl/NCqSMt 577
Figura 9.108. Estadísticas sobre recomendaciones recibidas en el perfil de ResearchGate (consulta realizada el 30-4-2018). Fuente: https://goo.gl/sKeCYg 578
Figura 9.109. Indicadores de reputación científica en el perfil de ResearchGate (consulta realizada el 30-4-2018). Fuente: https://goo.gl/p8SVSw 578
Figura 9.110. Revisiones realizadas y contabilizadas en Publons (consulta realizada el 25-4-2018). Fuente: https://goo.gl/1h7u4H 579
Figura 9.111. Revisiones realizadas y contabilizadas en Publons visualizadas por meses (consulta realizada el 25-4-2018). Fuente: https://goo.gl/1h7u4H 580
Figura 9.112. Méritos conseguidos en Publons (consulta realizada el 25-4-2018). Fuente: https://goo.gl/1h7u4H 580
Figura 9.113. Méritos conseguidos en Publons, con indicación de las fuentes en las que se ha desarrollado la actividad (consulta realizada el 25-4-2018). Fuente: https://goo.gl/1h7u4H ... 581

Figura 9.114. Principales indicadores en WoS, Scopus, Google Scholar y ResearchGate (consulta realizada el 24-4-2018). Fuente: Elaboración propia 583
Figura 10.1. Sexo de los miembros del equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia 597
Figura 10.2. Doctores del equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia 598
Figura 10.3. Dedicación de los miembros del equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia . 598
Figura 10.4. Relación entre filiaciones españolas y extranjeras en el equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia 598
Figura 10.5. Universidades presentes en el equipo de investigación del proyecto. Fuente: Elaboración propia 599
Figura 10.6. Categorías profesionales de los miembros del equipo de investigación del proyecto. Fuente: Elaboración propia 599
Figura 10.7. Contexto del proyecto DEFINES. Fuente: Elaboración propia 604
Figura 10.8. Análisis de las TIC en las universidades españolas. Fuente: https://goo.gl/ZJDRS8 608
Figura 10.9. Línea temporal de la evolución del *eLearning*. Fuente: Adaptado de [1488, 1489] 609
Figura 10.10. Tercera plataforma. Fuente: [1511] (p. 2) 611
Figura 10.11. Componentes e interacciones en una Ecología de Aprendizaje. Fuente: [609, 1539] ... 614
Figura 10.12. Proceso complejo de gestión de conocimiento en el que este está continuamente siendo interiorizado y exteriorizado. Fuente: [1540] 615
Figura 10.13. Etapa mono-metodológica. Fuente: Basado en [1596, 1597] 626
Figura 10.14. Evolución de las orientaciones metodológicas. Fuente: Adaptado de [1598] 627
Figura 10.15. Estrategias básicas de integración. Fuente: Basado en [1600] 628
Figura 10.16. Diseño de investigación. Fuente: Adaptado de [1604] 630
Figura 10.17. Diseños mixtos. Fuente: Basado en [1621] 632
Figura 10.18. Diseños mixtos generales. Fuente: Basado en [1621] 634
Figura 10.19. Tipos de diseños mixtos. Fuente: Basado en [1596, 1597] 634
Figura 10.20. Diseños mixtos específicos con equivalencia de estatus. Fuente: Basado en [1621] 637
Figura 10.21. Diseños mixtos específicos con dominancia de estatus. Fuente: Basado en [1621] 638
Figura 10.22. Gantt del proyecto DEFINES. Fuente: https://goo.gl/m5DkKh 645
Figura 10.23. Patrón arquitectónico para un ecosistema tecnológico. Fuente: [1083] 647
Figura 10.24. Patrón arquitectónico para un ecosistema tecnológico en el sector de atención asistencial. Fuente: [1633] 647
Figura 10.25. Patrón arquitectónico para el ecosistema tecnológico del Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios. Fuente: [1249] 648
Figura 10.26. Patrón arquitectónico para el ecosistema tecnológico del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento. Fuente: [435] 648
Figura 10.27. Patrón arquitectónico para el ecosistema tecnológico para la plataforma de colaboración y gestión del conocimiento del INAP. Fuente: [1193] 649
Figura 10.28. Patrón arquitectónico para el ecosistema tecnológico de la plataforma WYRED. Fuente: [1463] 649
Figura 10.29. Metamodelo MOF de ecosistema tecnológico. Fuente: [1322] 650

Figura 10.30. Capas del modelo. La capa de modelado (M1), la capa de metamodelado (M2) y la capa de meta-metamodelado (M3). Fuente: [1323] 650
Figura 10.31. Vista de los componentes *software* de un modelo de ecosistema tecnológico. Fuente: [1323] 651
Figura 10.32. Vista del factor humano de un modelo de ecosistema tecnológico. Fuente: [1323] 651
Figura 10.33. Vista de las relaciones de un modelo de ecosistema tecnológico. Fuente: [1323] 652
Figura 10.34. Metamodelo de ecosistema tecnológico en Ecore. Fuente: [1637] 653
Figura 10.35. Diferentes niveles de abstracción del metamodelo de ecosistema tecnológico. Fuente: [1637] 654
Figura 10.36. Transformaciones entre modelos de ecosistemas tecnológicos. Fuente: Elaboración propia 654
Figura 10.37. Adaptación del ecosistema tecnológico para la gestión del conocimiento del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento. Fuente: [1543] 657
Figura 10.38. Tipos de publicaciones conseguidas en el proyecto DEFINES. Fuente: Elaboración propia 659
Figura 10.39. Tipos de artículos de revista publicados en el proyecto DEFINES. Fuente: Elaboración propia 659
Figura 10.40. Distribución temporal de los artículos publicados en el proyecto DEFINES. Fuente: Elaboración propia 660

Índice de Tablas

Tabla 1.1. Definición de objetivos, resultados de aprendizaje y competencia. Fuente: [177] (p. 16) 16
Tabla 1.2. Componentes y subcomponentes de una competencia. Fuente: [175] (p. 40) 17
Tabla 1.3. Relación de Competencias Genéricas. Fuente: [171] (pp. 83-84) 18
Tabla 1.4. Proyecto DeSeCo, categorización de las competencias clave. Fuente: [185] 20
Tabla 1.5. Comparación en algunos aspectos básicos del enfoque curricular tradicional y del enfoque basado en competencias. Fuente: [180] (p. 45) 21
Tabla 2.1. El Proceso de Bolonia: de la Sorbona a Bucarest, 1998-2012. Fuente: Adaptado de [252] 36
Tabla 2.2. Normativa a nivel estatal en materia de universidad y estudios universitarios. Fuente: Adaptado de [17] 43
Tabla 2.3. Posibles combinaciones de créditos de grado y máster. Fuente: Adaptado de [252] (p. 54) 52
Tabla 2.4. Normativa a nivel autonómico en materia de universidad y estudios universitarios. Fuente: Adaptado de [17] 62
Tabla 2.5. Universidades públicas de Castilla y León. Títulos relacionados con la Ingeniería en Informática que se imparten en la región 64
Tabla 2.6. Universidades privadas de Castilla y León. Títulos relacionados con la Ingeniería en Informática que se imparten en la región 65
Tabla 2.7. Relación no exhaustiva de normativa relativa a la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/ZiMuSn 96
Tabla 2.8. Personal Docente a Investigador de la Universidad de Salamanca. Datos oficiales curso 2016-2017. Fuente: [357] (p. 22) 98
Tabla 2.9. Personal de Administración y Servicios de la Universidad de Salamanca. Datos oficiales curso 2016-2017. Fuente: [357] (p. 23) 99
Tabla 2.10. Datos Censo Electoral. Fuente: [358] 99
Tabla 2.11. Estudiantes matriculados en la Universidad de Salamanca curso 2016-2017. Fuente: [357] . 100
Tabla 2.12. Organización de la Universidad de Salamanca. Fuente: [357] 102
Tabla 2.13. Evolución de la matrícula en los grados de la Facultad de Ciencias. Fuente: [357, 360, 363] 105
Tabla 2.14. Evolución de la matrícula en los másteres de la Facultad de Ciencias. Fuente: [357, 361, 364] 105
Tabla 2.15. Año de creación de las primeras titulaciones técnicas en la Universidad de Salamanca. Fuente: [365] 108
Tabla 2.16. Plantilla del Departamento de Informática y Automática. Fuente: Basada en la información de la intranet del Departamento de Informática y Automática https://goo.gl/iM2Fh3 110
Tabla 2.17. Centros y titulaciones en las que imparte docencia el Departamento de Informática y Automática. Fuente: Basada en la información de la intranet del Departamento de Informática y Automática https://goo.gl/iM2Fh3 https://goo.gl/iM2Fh3 110
Tabla 2.18. PDI del Área de Ciencia de la Composición e Inteligencia Artificial a nivel nacional (Curso 2014-2015). Fuente: Cálculos realizados sobre la información de [367] (p. 127) 112
Tabla 3.1. Reconocimiento de las actividades de gestión en la Universidad de Salamanca. Fuente: Basado en la información de [377] (pp. 9-10) 121

Tabla 4.1. Modalidades de enseñanza. Fuente: [468] (p. 21) 164
Tabla 4.2. Métodos de enseñanza + aprendizaje: descripción y finalidad. Fuente: [468] (p. 23) 166
Tabla 4.3. Relación entre modalidades organizativas, estrategias (organizativas y metodológicas) y técnicas de evaluación. Fuente: Basado en [17] 168
Tabla 4.4. Ventajas e inconvenientes de la lección magistral. Fuente: Elaboración propia 175
Tabla 4.5. Duración del recuerdo de los contenidos de una exposición en función del tipo de medio utilizado. Fuente: Elaboración propia 176
Tabla 4.6. Aspectos influyentes en la calidad de la lección magistral. Fuente: Elaboración propia 178
Tabla 4.7. Resultados del Proyecto Piloto de Evaluación de la Actividad Docente del Profesorado. Fuente: Basado en [558] (p. 3) 200
Tabla 4.8. Resultados del Programa DOCENTIA en sus 9 convocatorias, de 2008-2009 a 2016-2017. Fuente: Basado en [558] (p. 3 y p. 13) 200
Tabla 5.1. Proyectos de innovación educativa. Fuente: Elaboración propia 214
Tabla 6.1. Módulos del Grado en Ingeniería Informática. Fuente: [438] (pp. 66704-66707) 252
Tabla 6.2. Distribución del plan de estudios por tipo de materia. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA 254
Tabla 6.3. Distribución del plan de estudios por tipo de materia, según Acuerdo del Consejo de Universidades. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA 254
Tabla 6.4. Asignaturas del primer curso. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA 255
Tabla 6.5. Asignaturas del segundo curso. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA 255
Tabla 6.6. Asignaturas del tercer curso. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA 255
Tabla 6.7. Asignaturas del cuarto curso. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA 255
Tabla 6.8. Asignaturas optativas. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA 256
Tabla 6.9. Indicadores del Grado en Ingeniería Informática. Fuente: Basado en [701] (pp. 2-3) 257
Tabla 6.10. Egresados universitarios del Graduado o Graduada en Ingeniería Informática por la Universidad de Salamanca del curso 2013-2014 y su estado de afiliación a la Seguridad Social y de alta laboral en la fecha de 23 de marzo de cada año (2015 y 2016). Fuente: Basado en [702] 259
Tabla 6.11. Módulos del Máster Universitario en Ingeniería Informática. Fuente: [438] (pp. 66701-66702) 261
Tabla 6.12. Competencias del Máster Universitario en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/VFZwKB [437] 261
Tabla 6.13. Distribución del plan de estudios por tipo de materia y número de ECTS. Fuente: https://goo.gl/PXVUTa 263
Tabla 6.14. Organización de las asignaturas por semestres. Fuente: https://goo.gl/PXVUTa 263
Tabla 6.15. Asignaturas optativas ofertadas en el segundo y en el tercer semestre. Fuente: https://goo.gl/PXVUTa 263
Tabla 6.16. Indicadores del Máster Universitario en Ingeniería Informática. Fuente: [704] (pp. 2-3) 264
Tabla 6.17. Competencias del Máster en Sistemas Inteligentes de la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/WZpQzA 265
Tabla 6.18. Distribución del plan de estudios por tipo de materia y número de ECTS. Fuente: https://goo.gl/ZDt8Vc 266
Tabla 6.19. Organización de las asignaturas por semestres. Fuente: https://goo.gl/ZDt8Vc 267

Tabla 6.20. Asignaturas optativas ofertadas en Máster en Sistemas Inteligentes de la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/ZDt8Vc 267
Tabla 6.21. Indicadores del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Fuente: [707] (pp. 2-3)..... 268
Tabla 6.22. Egresados universitarios del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes por la Universidad de Salamanca del curso 2013-2014 y su estado de afiliación a la Seguridad Social y de alta laboral en la fecha de 23 de marzo de cada año (2015 y 2016). Fuente: Basado en [708] 269
Tabla 6.23. Competencias del Programa de Doctorado en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/3m2XQe 270
Tabla 6.24. Indicadores del Programa de Doctorado en Ingeniería Informática. Fuente: [710] (pp. 2-4) 271
Tabla 7.1. Áreas de conocimiento del SWEBOK versión 3. Fuente: Basada en [894] (p. xxxii) 311
Tabla 7.2. Disciplinas relacionadas con la Ingeniería del Software según el SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. xxxii) 311
Tabla 7.3. Datos de la asignatura Ingeniería de Software I 322
Tabla 7.4. Competencias de la asignatura Ingeniería de Software I 323
Tabla 7.5. Rúbrica para evaluar el primer hito del trabajo final 352
Tabla 7.6. Rúbrica para evaluar el segundo hito del trabajo final 353
Tabla 7.7. Rúbrica para evaluar el tercer hito del trabajo final 354
Tabla 7.8. Rúbrica para evaluar las prácticas finales no desarrolladas por evaluación continua 355
Tabla 7.9. Componentes de la evaluación final de la asignatura e hitos evaluables 360
Tabla 7.10. Elementos usados para la evaluación de la asignatura. Fuente: Basada en: [969] 362
Tabla 7.11. Matriz de trazabilidad de las competencias propias de la asignatura Ingeniería de Software I 368
Tabla 7.12. Resultados descriptivos para estudiantes con Modalidad B (n=63). Fuente: Basada en: [969] 380
Tabla 7.13. Resultados de la prueba de normalidad para la distribución de las variables del estudio. Fuente: Basada en: [969] 381
Tabla 7.14. Correlaciones entre las puntuaciones de las distintas pruebas. Fuente: Basada en: [969]..... 381
Tabla 7.15. Resumen del modelo para la variable criterio: Nota Final C1. Fuente: Basada en: [969] 382
Tabla 7.16. Coeficientes (a) para el modelo final sobre la variable criterio Nota Final C1. Fuente: Basada en: [969] 382
Tabla 7.17. Comparación de las notas del trabajo final en el curso 2013-2014 y en el curso 2016-2017. Fuente: Basada en: [969] 384
Tabla 7.18. Comparación de las notas finales entre el curso 2013-2014 y el curso 2016-2017. Fuente: Basada en: [969] 384
Tabla 7.19. Serie histórica de los resultados de los grupos impartidos de Ingeniería de Software I desde la implantación del Grado en Ingeniería Informática 385
Tabla 8.1. Datos de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información 406
Tabla 8.2. Competencias de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información 407
Tabla 8.3. Competencias genéricas analizadas en el Barómetro de Empleabilidad y Empleo Universitarios (Edición Máster 2017). Fuente: [151] (p. 56) 409

Tabla 8.4. Planificación temporal de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información en el curso 2016-2017 421
Tabla 8.5. Evaluación final de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información 444
Tabla 8.6. Matriz de trazabilidad de las competencias propias de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información 447
Tabla 8.7. Serie histórica de los resultados de los grupos impartidos de Gobierno de Tecnologías de la Información desde la implantación del Máster Universitario en Ingeniería Informática 447
Tabla 9.1. Contratos de investigación del Grupo GRIAL activos desde 2011. Fuente: [1161] (pp. 22-25)490
Tabla 9.2. Datos básicos como investigador 503
Tabla 9.3. Proyectos de investigación dirigidos y/o participados. Fuente: Elaboración propia 503
Tabla 9.4. Contratos de investigación dirigidos y/o participados. Fuente: Elaboración propia 514
Tabla 9.5. Aplicaciones software registradas como propiedad intelectual. Fuente: Elaboración propia . 530
Tabla 9.6. Becarios pre-doctorales e investigadores post-doctorales. Fuente: Elaboración propia 530
Tabla 9.7. Tesis dirigidas. Fuente: Elaboración propia 532
Tabla 9.8. Experiencia como evaluador de I+D+i. Fuente: Elaboración propia 535
Tabla 9.9. Participación como revisor en congresos científicos. Fuente: Elaboración propia 537
Tabla 9.10. Participación como presidente del congreso y/o de su comité científico. Fuente: Elaboración propia 540
Tabla 9.11. Revisor en revistas científicas. Fuente: Elaboración propia 542
Tabla 9.12. Participación en comités editoriales de revistas científicas. Fuente: Elaboración propia 545
Tabla 9.13. Datos básicos de la revista EKS. Fuente: Elaboración propia 553
Tabla 9.14. Datos básicos de la revista JITR. Fuente: Elaboración propia 557
Tabla 9.15. Perfil investigador. Fuente: Elaboración propia 582
Tabla 10.1. Datos del proyecto de investigación DEFINES 591
Tabla 10.2. Equipo de investigación del proyecto DEFINES 596
Tabla 10.3. Plan de trabajo del proyecto DEFINES. Fuente: [454] 641
Tabla 10.4. Artículos publicados y su relación con los paquetes de trabajo. Fuente: Elaboración propia 660

PRÓLOGO

Prólogo

Nos hemos reunido aquí para discutir
nuestros planes, medios, política y
recursos. Emprenderemos ese largo viaje
poco antes que rompa el día, un viaje que
para algunos de nosotros, o quizá para
todos (excepto para nuestro amigo y
consejero, el ingenioso mago Gandalf)
quizá sea un viaje sin retorno.

J. R. R. Tolkien (1937)
El Hobbit

El presente Proyecto Docente e Investigador ha sido realizado para la participación en concurso de plaza de la Universidad de Salamanca G062/D06208, según Resolución de 20 de diciembre de 2017 de la Universidad de Salamanca, por la que se convoca concurso de acceso a plazas de cuerpos docentes universitarios (B.O.E. núm. 8 de 9 de enero de 2018 [1]), para proveer la plaza de Catedrático de Universidad, en el Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial del Departamento de Informática y Automática, con perfil de docencia en «Ingeniería del Software y Gobierno de Tecnologías de la Información» y perfil investigador en «Tecnologías del Aprendizaje». Esta labor se realizará en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca.

Circunstancias del concurso a Catedrático de Universidad en la presente plaza

La plaza objeto de este concurso de acceso ha sido convocada por la Universidad de Salamanca, bajo el programa que regula Procedimiento de la Universidad para la cobertura de la tasa de reposición de profesorado prevista en la Ley de Presupuestos Generales del Estado para el año 2017.

En los criterios de la tasa de reposición [2], aprobados por Consejo de Gobierno de 26 de julio de 2017, se decía que:

> *3.- Un tercio del total de las plazas de catedrático de Universidad que se convoquen corresponderán a plazas de profesor titular de Universidad o de catedrático de Escuela Universitaria que se promocionarán atendiendo en primer lugar, a la fecha de obtención de la acreditación por parte de los peticionarios que o bien dispongan de sexenio vivo o bien tengan un índice de sexenios concedidos/sexenios posibles igual o superior a 1.*
>
> *[…]*
>
> *4.- Un tercio del total de las plazas de catedrático de Universidad que se convoquen corresponderán a plazas de profesor titular de Universidad o de catedrático de Escuela Universitaria que se promocionarán atendiendo a la estructura de la plantilla.*
>
> *[…]*
>
> *5.- Un tercio del total de las plazas de catedrático de Universidad que se convoquen corresponderán a plazas de profesor titular de Universidad o de catedrático de Escuela Universitaria que se promocionarán en función de la concurrencia en ellos de méritos especialmente relevantes. Las plazas se distribuirán porcentualmente entre las cinco ramas de conocimiento teniendo en cuenta el número de plazas a distribuir, el total de acreditados a catedrático de universidad y el número de acreditados existentes en cada rama.*
>
> *a) Podrán optar a la asignación de estas plazas de promoción por méritos los profesores titulares de Universidad o catedráticos de Escuela Universitaria que, además de ajustarse a los requisitos descritos en el punto 2, dispongan de sexenio vivo o tengan un índice de sexenios igual o superior a 1 y cumplan al menos tres de las siguientes condiciones:*
>
> - *Ser investigador principal de un proyecto de investigación competitivo internacional o nacional, vigente a 20 de julio de 2017.*
> - *Haber sido investigador principal de un proyecto competitivo internacional, o de dos proyectos nacionales, o de uno nacional y uno autonómico o de un proyecto competitivo y un artículo 83 cuya cuantía económica supere los 10.000 €, concedidos en todos los casos a partir del 1 de enero de 2012 y con*

anterioridad al 20 de julio de 2017, y no coincidentes con los aportados para justificar el requisito del punto anterior.

- *Haber sido director o codirector de tres o más tesis doctorales defendidas desde 2012.*
- *Haber tenido a su cargo algún contrato predoctoral o postdoctoral competitivo, cucha fecha de inicio se sitúe entre el 1 de enero de 2014 y el 20 de julio de 2017.*
- *Tener vigente una evaluación "excelente" en el programa Docentia.*

[…]

El candidato a esta plaza entrega una solicitud el 14 de septiembre de 2017 postulando a las tres modalidades posibles que permite la convocatoria. Para la modalidad por méritos personales se adjunta la prueba documental por la que se justifica que se cumplen los cinco criterios (y no solo los tres solicitados) de la convocatoria.

En la resolución provisional de las plazas de catedrático de universidad, con fecha de 20 de septiembre, se adjudican 16 plazas atendiendo a la estructura de plantilla [3], de las que la plaza número 13 corresponde al área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial; y con fecha de 6 de octubre de 2017 se hace pública la lista definitiva de solicitudes admitidas en la modalidad por méritos personales [4], en la que solo son admitidas 9 de las 14 presentadas, y entre la que se encuentra la correspondiente a este candidato.

Finalmente, por la resolución definitiva de las plazas de catedrático de universidad, con fecha de 6 octubre, se asigna a este candidato la plaza de promoción atendiendo a la estructura de plantilla [5], porque así está establecido el orden de prelación cuando un candidato aparecía en varias listas.

Premisas del Proyecto Docente e Investigador

La tarea de elaborar un Proyecto Docente e Investigador que responda al perfil convocado en la Universidad de Salamanca para el concurso a una plaza de Catedrático de Universidad requiere tomar una serie de decisiones para planificar el reto y el esfuerzo, a la vez que se debe lograr el objetivo de transmitir la reflexión razonada y fundamentada sobre el contexto, el área disciplinar y el ámbito de investigación propios del perfil de plaza.

A la hora de enfrentar este proceso es lógico tomar como referentes otros proyectos docentes e investigadores de compañeros y compañeras que han pasado por este trance con anterioridad. En las propuestas revisadas [6-19] se percibe una gran

diversidad en cuanto a estructura y, especialmente, extensión y concreción. En este caso se ha intentado llegar a un balance entre la compleción y la concreción, para conseguir un documento reflexionado y claro. Es importante remarcar una serie consideraciones para comprender mejor los pilares que van a guiar al mismo:

- Al ser una plaza de Catedrático de Universidad, no se trata de un primer contacto con la docencia, la investigación, las disciplinas o el ámbito de investigación. Relacionados con la ingeniería del *software* ya se han defendido dos proyectos docentes, para una plaza de Titular de Escuela Universitaria [20] y para una plaza de Titular de Universidad [21]. En el tiempo transcurrido, el Espacio Europeo de Educación Superior [22] ha supuesto cambios, tanto en la Universidad en general, como en la forma de enfocar las clases, por más que el cambio hacia una docencia más activa ya se estaba desarrollando de forma previa en el contexto de esta disciplina [23].
- El haber desempeñado diferentes cargos de gestión, pero especialmente el de Vicerrector de Innovación Tecnológica en la Universidad de Salamanca, ha influido en la percepción de la docencia de las materias relacionadas con el Gobierno de las Tecnologías de la Información.
- El trabajo que se presenta en este Proyecto Docente e Investigador refleja más una trayectoria personal, pero no podría haberse desarrollado sin una labor de equipo. La creación en 2005 del GRupo de investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL – https://grial.usal.es) [24, 25] y el liderazgo ejercido durante este tiempo, tienen un reflejo esencial en la faceta como investigador. Esta labor ha dado como principales resultados que el Grupo GRIAL ha sido considerado, primero, Grupo de Excelencia de la Junta de Castilla y León (GR47) (desde noviembre de 2007 a julio de 2015) y, posteriormente, Unidad de Investigación Consolidada de la Junta de Castilla y León (UIC 081) (desde julio de 2015 hasta la actualidad).
- Se tiene un profundo convencimiento de que los problemas de la Sociedad del Conocimiento [26] deben afrontarse desde una perspectiva interdisciplinar [27], especialmente los relacionados con las tecnologías del aprendizaje. Esto se ha visto reflejado en la composición del propio grupo de investigación GRIAL, formado por ingenieros en informática y pedagogos fundamentalmente, en la pertenencia al Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) y en

la coordinación del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento [28, 29], definido como multidisciplinar desde su concepción inicial [30, 31].

- Apuesta por la internacionalización, lo que ha permitido haber colaborado y liderado varios proyectos de investigación de carácter internacional, ser parte varias redes de investigación internacionales, haber realizado diferentes estancias de investigación en centros de prestigio en el extranjero, contar con reputados investigadores internacionales involucrados en el grupo de investigación GRIAL o el haber consolidado con el congreso *Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (TEEM - https://teemconference.eu) [32-37] una comunidad científica internacional y multidisciplinar en torno a las tecnologías del aprendizaje y la sociedad del conocimiento.

De una forma totalmente consciente, se ha querido que este Proyecto Docente e Investigador suponga una reflexión razonada y fundamentada, más que una recopilación exhaustiva de información, con el ánimo de escribir una propuesta comprometida con un modelo de universidad, por el que se ha venido trabajando y por el que se quiere continuar haciéndolo, involucrado en el plano docente; fundamentado en redes de investigación multidisciplinares, internacionales y de excelencia; sustentado en procesos de gobernanza modernos y estratégicamente definidos; y comprometido con la transferencia de conocimiento a la sociedad con el fin de ser un agente clave en su sostenibilidad y mejora evolutiva.

Escenario formativo

El planteamiento de este proyecto docente e investigador parte de un conjunto de elementos contextuales y del marco global en el que se desarrolla la actividad. La Figura P.1 representa el escenario formativo en el que se ubica la actividad como profesor universitario y que servirá como hilo argumental en el desarrollo del presente proyecto. Este escenario recoge las ideas básicas de partida de mismo. La primera idea supone realizar una propuesta docente con un sentido *transformador* de la realidad, en la medida que el corsé normativo actual lo hace posible. En segundo lugar, implica una *toma de postura* ante esa realidad educativa y una *reflexión* teórico-práctica sobre el proceso de enseñanza aprendizaje en el actual contexto universitario. Por último, se va a realizar una propuesta realista en un *contexto* determinado.

En la parte superior de la Figura P.1 se presenta el contexto de la labor reflejada en el Proyecto Docente e Investigador. Este contexto se ha desglosado en cuatro aspectos: el social e institucional, el curricular, el profesional y el de aprendizaje.

El contexto institucional se caracteriza por lo que se denomina mundo universitario (historia, cultura, normativas, estructura organizativa, etc.), pero un profesor universitario del siglo XXI no puede mirar solo al interior de su institución, sino que debe ser consciente, especialmente dentro de la Universidad Pública, de que se debe a la Sociedad y es parte implicada en su evolución y bienestar, mediante una actividad de transferencia de conocimiento al tejido productivo y/o acciones sociales, lo que constituye la llamada Tercera Misión de la Universidad [38-41].

El contexto curricular hace referencia a los conocimientos, habilidades y aptitudes que se deben enseñar, particularizados en el caso del presente proyecto en la enseñanza de la Ingeniería del Software y del Gobierno de las Tecnologías de la Información a los futuros ingenieros en informática.

Figura P.1. Escenario formativo del Proyecto Docente e Investigador

El contexto profesional se centra en la figura profesional del profesor universitario, que engloba sus tres principales cometidos dentro de la Universidad: el docente, el investigador y el gestor. Se une, de forma indisoluble, el perfil profesional fruto de la formación como Ingeniero en Informática del que defiende este proyecto, por el que se añade la deontología propia de la Ingeniería en Informática a la ética y deberes correspondientes a las labores universitarias. Además, este contexto profesional se ve

modulado por las relaciones con otros colegas nacionales e internacionales desde una perspectiva multidisciplinar.

El contexto de aprendizaje analiza las condiciones y características del proceso de enseñanza + aprendizaje. En este influyen los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes, los resultados de aprendizaje de los estudiantes, las metodologías docentes aplicadas, los recursos educativos disponibles, la innovación educativa (diferenciada de la innovación docente [42], porque incluye no solo la innovación en el aula sino también la innovación en el ámbito de la institución y aquella que relaciona la Universidad con la Sociedad [43]) y la calidad.

Obviamente, no pueden entenderse estos cuatro contextos desde una perspectiva independiente, pues todos ellos forman parte de una realidad global. Todos estos contextos se interrelacionan, se influyen y condicionan mutuamente.

Tras un análisis y estudio del entorno y con todo ello en mente, el profesor debe diseñar y planificar su proyecto docente, concretando objetivos, contenidos, recursos y criterios de evaluación. De aquí se puede apreciar que la tarea docente es, en cierta medida, la de dirigir y organizar del proceso de enseñanza + aprendizaje y esto conlleva a la continua toma de decisiones. Al elegir y seleccionar se va definiendo el saber de un determinado campo mediante unos contenidos concretos organizados en un temario; se decide por una o varias metodologías concretas; se utilizan y/o se crean determinados recursos; se definen y se aplican innovaciones docentes, etc.

Al mismo tiempo, porque no se debe disociar docencia de investigación, debe planificar su actividad investigadora de forma que se completen las labores de difusión y de generación y aplicación del conocimiento [44], a la par que se construye un perfil digital como investigador [45], imprescindible para el desarrollo de la Ciencia Abierta [46-48], propia del momento hacia el que camina la construcción del conocimiento.

Estas decisiones no se realizan en un momento determinado y permanece invariable en el tiempo, sino que está sujeta a una continua revisión y reflexión, apoyada por la retroalimentación que obtiene el profesor en su contacto con la realidad educativa, evaluando los conocimientos, habilidades y actitudes realmente adquiridas por los estudiantes y confrontándolos con los esperados en la programación.

Estructura del Proyecto Docente e Investigador

Con la influencia del esquema de la Figura P.1, el presente Proyecto Docente e

Investigador se organiza en cuatro grandes bloques.

El Bloque I lleva por título "Marco Institucional". Está orientado a definir clara y exhaustivamente el contexto del Proyecto Docente e Investigador, desde el referente más lejano al más próximo. Desde el contexto de la Universidad, en general, como institución al servicio de la sociedad del conocimiento, hasta situarse en el reducido espacio y tiempo de la Universidad de Salamanca, su Facultad de Ciencias, el Departamento de Informática y Automática y el Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial al que se adscribe esta plaza.

El Bloque II, titulado "Planteamiento de Gestión Universitaria", recoge la experiencia de gestión en la universidad por parte del que suscribe este proyecto. La dimensión de gestión muchas veces se omite o se relega a un papel secundario en los proyectos docentes e investigadores de las plazas de profesores universitarios. En este caso, se ha decidido que esté presente y colocado previamente a los bloques de docencia e investigación. Esta decisión se basa en dos importantes razones: 1) en un proyecto que pretende reflexionar sobre el presente y futuro de la Universidad, la dimensión de gestión universitaria, no puede ni debe obviarse, más si cabe en una plaza de Catedrático de Universidad; y 2) la experiencia en gestión universitaria, concretamente como Vicerrector de Innovación Tecnológica, tiene una influencia directa en parte del Proyecto Docente relacionada con el Gobierno de las Tecnologías de la Información, por tanto, se considera oportuno que se presente antes de dicha parte del proyecto.

El Bloque III se dedica al Proyecto Docente. Se realiza una revisión curricular de los tres niveles de la estructura del sistema universitario (Grado, Máster y Doctorado) en la que, con el perfil de esta Cátedra, se interviene más directamente en el momento de presentarse a este ejercicio de evaluación selectivo.

Por último, el Bloque IV se centra en el Proyecto Investigador. Se reflexiona sobre el camino recorrido en la configuración del actual panorama investigador del Grupo de Investigación que se lidera. Se considera indisoluble de la tarea docente de todo profesorado universitario. Se realiza, además, una exposición de las líneas de investigación principales en las que se ha estado trabajando desde los últimos diez años y dónde se está en el momento de presentar este Proyecto Investigador.

Universidad de Salamanca (1218)

Mayo 2018

MARCO INSTITUCIONAL

Capítulo 1. La Universidad en la Sociedad del Conocimiento

Procuremos más ser padres de nuestro
porvenir que hijos de nuestro pasado

Miguel de Unamuno

El profesor universitario necesita reconocerse en un contexto determinado, además de conocimiento y compromiso, para desarrollar su labor profesional [49]. Precisamente, este capítulo tiene el cometido de definir el contexto en el que se desenvuelve la labor universitaria en la actualidad.

Este Proyecto Docente e Investigador se enmarca en el contexto universitario español del siglo XXI, asumido plenamente el denominado Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [22], que tenía en 2010 la fecha límite establecida por los ministerios de educación europeos para incorporar todas las titulaciones de educación superior europeas al EEES (estructura Grado/Máster/Doctorado; medida del tiempo de trabajo del estudiante en créditos ECTS (*European Credit Transfer and Accumulation System*) [50]; y sistema de garantía interno de calidad en todas las enseñanzas oficiales).

En España, la plena incorporación a la convergencia europea en materia universitaria se puede datar operativamente con la aprobación del RD1393/2007 [51]. Es en el curso

2008-2009 donde se ponen en marcha las primeras titulaciones verificadas, bajo nuevos condicionantes académicos y organizativos. Este Proyecto Docente e Investigador se presenta, en el cuso 2017-2018, después de unos nueve años de experiencia real con la aplicación del EEES en las universidades españolas y, particularmente, en la Universidad de Salamanca.

Por otro lado, más allá de la transformación que ha supuesto en la Universidad Española el establecimiento de un nuevo diseño de las enseñanzas universitarias (guías docentes, nuevas metodologías de enseñanza, nuevas formas de evaluación de los estudiantes y, sobre todo, la integración "obligatoria" de los sistemas de garantía de calidad), se tiene una Universidad ubicada en una nueva sociedad. Iniciado ya el siglo XXI, se está ante un mundo caracterizado por un avance tecnológico exponencial sin precedentes y una penetración en la vida personal y profesional en todas las edades de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), que está cambiando íntegramente toda la vida de las personas [52]; la globalización de un modo de vida; la multiculturalidad; las crisis económicas; y hasta las crisis de pensamiento [53]. La Universidad, en todas sus facetas, debe responder a esta digitalización, tanto desde el punto de vista de adecuar todos sus procesos [54-56], como desde la reflexión para comprender los nuevos actores y los cambios en las reglas de juego que están aconteciendo en el panorama de la educación superior, los cuales *amenazan* su situación de privilegio sostenida por más de ocho siglos [57-63].

La reflexión sobre el cambio y la evolución de la universidad ya las abordaba a principios del siglo XX José Ortega y Gasset cuando decía: "la raíz de la reforma universitaria está en acertar plenamente con su misión" [64]. Así, un siglo después, se siguen planteando debates similares, como se puede ver en el primer capítulo de la primera parte "Cambios en la misión de la universidad" del Informe Universidad 2000 [65]. Pero no se trata tanto de cambiar la misión de la Universidad como de adaptarla a los nuevos tiempos.

Se entiende que diseñar un Proyecto Docente e Investigador en este momento, desde la experiencia de alguien que opta a un puesto de Catedrático de Universidad, requiere de reflexión acerca de cuál debería ser la respuesta de la Universidad con vocación docente ante estos cambios, con el fin de seguir sirviendo eficazmente a la sociedad y a la construcción de una sociedad del conocimiento [66].

Además, la universidad pública española, pese a su autonomía, concedida por la Constitución de 1978 [67], y de la formal separación del Estado, es una institución con un fuerte carácter funcionarial, con un gobierno burocrático, y, sobre todo, con una fuerte orientación profesionalizante [68]. El sistema universitario español no solo certifica una habilitación académica, sino también profesional (en especial, en los títulos habilitantes), al contrario de lo que sucede, por ejemplo, en el mundo anglosajón, en el que la habilitación para el ejercicio profesional la otorgan los gremios profesionales.

Se va a reflexionar sobre el contexto universitario actual para, con la experiencia adquirida, proyectar la actuación hacia un futuro profesional docente e investigador.

1.1. Claves: Conocimiento, innovación y transferencia

Existe cierto consenso a la hora de hablar de la existencia de un nuevo tipo de sociedad originada a partir de la década de los ochenta del siglo pasado.

A partir de ese momento, la riqueza se empieza a generar con las actividades vinculadas al sector terciario, es decir, el sector servicios, en lugar de al sector secundario, esto es el sector industrial. Ya no se generará empleo en grandes fábricas, sino en puestos dedicados a la generación, difusión, procesamiento y almacenamiento de la información mediante el uso de las TIC. Es decir, a diferencia de la sociedad industrial, se considera que son el conocimiento y la tecnología, en lugar de la mera producción industrial, los elementos de mayor impacto sobre el desarrollo económico y social de las naciones [68]. Sin embargo, las discrepancias surgen a la hora de cómo denominar la sociedad que bautizo Castells como *sociedad red* [69].

En el año 1962, el economista austro-estadounidense Fritz Machlup [70] es consciente de que, por primera vez en la historia, el número de empleos vinculados al manejo y la manipulación de la información es mayor que los relacionados con algún tipo de esfuerzo físico, lo que le lleva a ser el primero en considerar el conocimiento como un recurso económico y usar el concepto de sociedad de la información (*information society*). Durante la década de los 70, los sociólogos Daniel Bell [71] y Alain Tournaire [72] acunan en sus obras el término, pero lo declinan a favor del de *sociedad post-industrial.*

Peter Drucker [73] empieza a utilizar en sus obras el concepto de *sociedad del conocimiento*, a través de la idea de trabajador del conocimiento. También habla de una nueva disciplina que puede ser enseñada y aprendida, la innovación.

Como señalan Majó y Marqués [74]: "en la actualidad podemos considerar que los cambios, aunque de distinta naturaleza e intensidad según el nivel de desarrollo de cada estado, nos están conduciendo a una nueva era a la que podemos llamar sociedad de la información, o sociedad del conocimiento" (p. 85). Sin embargo, a pesar de existir cierto grado de acuerdo en el hecho de que está surgiendo una nueva colectividad, se continúa sin llegar a un acuerdo sobre cómo denominar la sociedad actual [26, 74-79], para caer incluso a la incongruencia de utilizar en ocasiones indistintamente ambos conceptos.

En este Proyecto Docente e Investigador se va a utilizar el término sociedad del conocimiento, construida sobre los pilares de aprendizaje, tecnología y conocimiento.

Mientras no aparezcan otros tipos de instituciones, la universidad es el sistema de educación superior responsable de la transmisión del conocimiento, de la ciencia y de la tecnología; así como de su producción, a través de la investigación. Su papel, por tanto, es fundamental, siempre y cuando se sea capaz de responder con flexibilidad a las nuevas demandas de esta sociedad del conocimiento. La universidad empieza a hacer visible su carácter universal en un triple sentido: *sentido espacial o geográfico*, pues es capaz de llegar a cualquier parte y en cualquier momento a través del uso de las TIC [80]; *sentido temporal*, por su vocación permanente (*lifelong learning*) [81-84]; y por su *acceso*, por el alto porcentaje de jóvenes que acceden tras la educación secundaria [85].

En esta misión de transmitir y compartir el conocimiento va a tener un papel fundamental el movimiento de Conocimiento en Abierto [86, 87].

La definición de Conocimiento Abierto aporta precisión al significado del término «abierto» (*open*) cuando se aplica al conocimiento y promueve un procomún robusto en el que cualquiera puede participar, maximizando su interoperabilidad. El conocimiento es abierto si cualquiera es libre para acceder a él, usarlo, modificarlo y compartirlo bajo condiciones que, como mucho, preserven su autoría y su apertura. O de forma más sucinta, los datos y contenidos abiertos pueden ser libremente usados, modificados y compartidos por cualquiera y con cualquier propósito [88].

Conocimiento abierto es un término inclusivo que engloba un amplio número de iniciativas que se acogen al concepto de abierto, como son el acceso abierto [89-94], la educación abierta [95-101], los contenidos educativos abiertos [102-105], la ciencia abierta [47, 48, 106, 107], los datos abiertos [108, 109], el *software* abierto [110, 111], la innovación abierta [112, 113] o el gobierno abierto [114] entre otros.

En el fondo de esta tendencia hacia lo abierto se encuentra la idea de que el conocimiento es un bien que debe ser compartido por todos y que los avances tecnológicos y, en particular, Internet ofrecen una extraordinaria oportunidad para ponerla en práctica. La misión de una Universidad está con el desarrollo y la difusión del conocimiento a la sociedad, por tanto, el Conocimiento Abierto es inherente a esa misión. Además, las universidades tienen el deber moral de apoyar el compromiso con los sectores y sociedades menos favorecidos, es por ello que se deben esforzar en hacer llegar a esos lugares el conocimiento como una puesta en valor de la Tercera Misión [115].

La madurez de estas iniciativas abiertas, y en gran medida la repercusión que ha tenido el fenómeno de los Cursos *Online* Masivos Abiertos (COMA, del inglés *Massive Open Online Courses* – MOOC) [116-118], obliga a reflexionar sobre los modelos de enseñanza que se aplican, ¿se puede seguir manteniendo el mismo esquema de formación que en la época en la que Fran Luis de León impartía docencia en la Universidad de Salamanca? Pues parece evidente que ante nuevas necesidades se deben imponer alternativas distintas tanto en la formación como en la investigación.

En algunas universidades presenciales se ha aprobado en sus órganos colegiados un modelo pedagógico, de formación y de aprendizaje, por ejemplo, el Modelo de Formación de la Universidad de Deusto (MFUD) [119]. Sin embargo, es en las universidades no presenciales, *online* o virtuales, donde el modelo pedagógico presenta variaciones más significativas, en función del nivel de interacción con los estudiantes y de los recursos tecnológicos utilizados, como pueden ser los casos de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC – https://goo.gl/Lgkxyd) y la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR – https://goo.gl/o8q4Ca). Ciertamente, en la Universidad Latinoamericana y, particularmente, en las universidades privadas españolas, ha cuajado la necesidad de plantear un Modelo Pedagógico, más que en las universidades públicas españolas.

La universidad pública en España utiliza los planes estratégicos para explicitar sus objetivos, entre ellos el modelo docente. Algunos ejemplos pueden ser los planes estratégicos de la Universidad de Salamanca [120], de la Universidad de Málaga [121], de la Universidad de Sevilla [122], de la Universidad de Oviedo [123], de la Universidade da Coruña [124], de la Universidade de Santiago de Compostela [125], de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria [126] y de la Universidad de Alicante [127] entre otros.

Además, hay que tener en cuenta que, aunque proceso voluntario, en una gran parte de las universidades públicas se ha implantado un Modelo de Evaluación de la Actividad Docente (Programa Docentia – https://goo.gl/utGu6c – promovido desde la Agencia Nacional para la Evaluación y Acreditación de las Universidades, ANECA [128]), que ha obligado a formular criterios de evaluación, donde se dejar intuir el modelo pedagógico con el que comparar la actuación de los docentes.

En unos u otros casos, el énfasis en los Modelos Pedagógicos o en la Estrategia universitaria sobre Docencia, se sitúa en la adquisición de competencias por parte de los estudiantes, es decir, en el diseño de una formación universitaria en base a competencias en respuesta a las demandas productivas actuales. En este sentido, las titulaciones actuales se diseñan en función de los perfiles profesionales. Esta transición desde un modelo formativo centrado en la enseñanza, hacia un modelo centrado en el aprendizaje, implica un cambio cultural en la formación de estudiantes activos, autónomos, estratégicos, reflexivos, cooperativos y responsables [129-134].

La universidad debe promover el cambio en la totalidad de su misión, tradicionalmente la docencia, la investigación y las tareas de gestión. Adicionalmente, desde finales del siglo XX, en el contexto de la construcción de una Sociedad del Conocimiento [71], surge, especialmente con foco en el Reino Unido, una corriente crítica del papel, misión y función de la universidad. Como consecuencia de este proceso de reflexión se incorpora a sus dos funciones básicas de enseñanza superior e investigación una tercera misión clave para la sociedad: "producir conocimiento aplicable y fomentar la innovación, formar y reciclar profesionales cualificados a lo largo de la vida, valorizar la investigación y fomentar proyectos emprendedores o llevar a cabo proyectos de desarrollo territorial en colaboración con el resto de agentes del sistema económico" [135]. Esta tercera misión incluye tareas muy diversas que son difíciles de clasificar, que involucran desde la formación continua de los profesionales,

con un especial énfasis en la formación *eLearning* [136], hasta la creación de proyectos empresariales y la inserción de laboral de titulados y doctores. En general, el paradigma de la tercera misión se basa en dos pilares principales, por un lado la responsabilidad social institucional de la universidad; y, por otro, el compromiso de transformar el conocimiento en valor económico, incidiendo en la competitividad y facilitando la innovación, la creatividad y el desarrollo cultural, científico y tecnológico [41]. Es decir, los ejes principales de esta tercera misión son el emprendimiento, la innovación y el compromiso social [38], lo que es congruente con los conceptos que se desarrollan a finales de la década de los noventa sobre la universidad emprendedora [137] y la universidad como agente de la denominada triple hélice, universidad-empresa-administración [138].

En los últimos años, la tercera misión de la universidad está más presente, debido al vuelco hacia la sociedad que se le pide a la universidad del siglo XXI [39, 139]. Javier Vidal [140] relaciona y ordena las tres misiones en base a dos variables: obligatoriedad y formalidad, que gráficamente se muestran en la Figura 1.1. Habida cuenta de las demandas actuales de la sociedad, las universidades deben orientarse hacia la tercera misión de manera que integre las anteriores. Las universidades deben constituirse como "un elemento dinamizador del progreso del bienestar social a través de la gestión del conocimiento" [140].

Figura 1.1. Las misiones de la Universidad. Fuente: [140]

Las demandas sociales requieren de una formación que desarrolle competencias básicas y específicas en los estudiantes y vinculada a cuatro pilares de la educación: *aprender a conocer*, *aprender a hacer*, *aprender a vivir juntos-aprender a vivir con los demás*, y *aprender a ser* [141].

Este modelo se ha visto favorecido por la integración de las TIC en la universidad. Si bien es cierto que las TIC conllevan nuevas exigencias sociales y demandas formativas, también aportan múltiples beneficios en docencia, investigación, gestión y transferencia. La comunicación síncrona y asíncrona facilita el contacto entre los diferentes miembros de la comunidad universitaria promoviendo el trabajo colaborativo, impulsan el aprendizaje autónomo y activo, facilitan un acceso rápido a la información, etc. Es decir, las tecnologías modifican sustancialmente la interacción profesor-estudiante y estudiante-estudiante, así como las posibilidades para adquirir conocimiento también aumentan [54]. Javier Vidal [140] señala que frente a las actividades tradicionales de enseñanza universitaria en un aula, las tecnologías producen nuevas formas de enfrentar la relación enseñanza-aprendizaje, bien a través de cursos, de acciones formativas orientadas a la adquisición de conocimiento, algunas de acceso gratuito, como los MOOC [142-146]. En este sentido, Hernández Pina [147] señala que "los cambios producidos en la sociedad han obligado a transitar de una formación basada exclusivamente en el conocimiento a otra basada en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Y de aquí a otras dos basadas en las Tecnologías del Aprendizaje del Conocimiento (TAC) y las Tecnologías de la Utilización del Conocimiento (TUC)" (p. 16).

La universidad, por tanto, debe cumplir con las funciones que desde el informe Delors [141] se le atribuyeron:

1. La preparación para la investigación y para la enseñanza.
2. La oferta de tipos de formación muy especializados y adaptados a las necesidades de la vida económica y social.
3. La apertura a todos para responder a los múltiples aspectos de lo que se denomina educación permanente en el sentido extendido del término.
4. La cooperación internacional.

En esta misma línea, a raíz de las recomendaciones derivadas del proceso de Bolonia [22], las universidades deben mejorar las condiciones de movilidad de los estudiantes y establecer una relación más estrecha entre educación y mundo laboral. Sin embargo,

la distancia entre la universidad y la empresa en España (pero que es un problema mucho más global) es bastante grande. Como un indicador de este hecho se podría utilizar es la poca presencia de doctores en las empresas españolas. La tasa de doctores empleados en el sector empresa en España, en 2009, es inferior al 16%, mientras que para los países miembros de la OCDE la tasa está sobre el 30%, cifra que es sumamente superior en el caso de Estados Unidos, 44%, o Francia, 62%, por poner algunos ejemplos. Teniendo en cuenta además que la producción de doctores en España está en cifras equiparables a otros países del entorno, ocupando la undécima posición mundial en el año de referencia (2009) [148].

Por otro lado, el compromiso social de las universidades tiene que reflejarse también en su apuesta por la mejora de la empleabilidad de sus egresados y el poder transformador de la educación sobre las personas y la comunidad, pudiendo servir como medio de ascenso social a las primeras y de impulso al conjunto de la población [149]. En este sentido, el Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios (https://oeeu.org) de la Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid ha publicado los resultados del I Barómetro de Empleabilidad y Empleo Universitarios en España [150] y más recientemente del Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios (Edición Máster 2017) [151], cuyo ecosistema tecnológico [152-154] ha sido realizado por el Grupo GRIAL de la Universidad de Salamanca.

El proyecto VALS (*Virtual Alliances for a Learning Society*) [155-160], ubicado dentro del Programa de *Knowledge Alliances* de la Unión Europea (https://goo.gl/z8ccgA), es un claro ejemplo de práctica de innovación que intenta reducir la distancia entre la universidad y la empresa. Promueve el establecimiento de alianzas de conocimiento entre entidades de educación superior y el mundo de los negocios a través empresas, fundaciones y proyectos, para llevar a cabo procesos de innovación abierta en la que se tienden puentes entre ambos mundos, el académico y el de los negocios, permitiendo una retroalimentación de lo mejor de ambos en pos de un objetivo común de desarrollo e innovación basado en filosofías abiertas (*Open Source* [111], *Open Innovation* [161], *Open Knowledge* [86, 87]). Esta colaboración, según plantea este proyecto, se instrumenta a través del desarrollo de prácticas en empresas y proyectos a nivel internacional que planteen problemas reales de negocio por parte de estudiantes, de informática y áreas de conocimiento afines, que estudian en entidades

educativas europeas; en un proceso reglado a través del establecimiento de un sistema de recompensas y retribuciones (no económicas) del cual salen beneficiados todos los actores involucrados (enfoque *win-win*) [162].

De las diferentes lecciones aprendidas en el proyecto VALS [163], se destaca que no es suficiente contar con una buena práctica y la infraestructura que permita desarrollarla para lograr su éxito y su completa adopción por los actores involucrados, las prácticas virtuales en este caso concreto. La realidad que separa la academia del mundo empresarial, la resistencia al cambio y a abandonar sus respectivas zonas de confort por parte de los principales actores, y las diferencias de organización y estructura de las diferentes universidades europeas (y no solo debidas a estar en diferentes países) han sido factores determinantes para conseguir una velocidad de adopción de los procedimientos propuestos muy por debajo de la esperada [164]. Esto, de nuevo, pone de manifiesto la distancia existente y el enorme camino que queda por recorrer para tener una cultura de la transferencia de conocimiento entre universidad-empresa-sociedad totalmente asentada y que lleve a una universidad más alineada con la sociedad del conocimiento [55, 56] y las reglas de juego que se erigen sobre una infraestructura de información que crece exponencialmente en lugar de sobre una perspectiva más industrial y estática [165].

1.2. Un modelo de formación universitaria para el siglo XXI, centrado en el aprendizaje de competencias

Los proyectos docentes universitarios elaborados previamente al establecimiento del Espacio Europeo de Educación Superior [20, 21] no disponían de los referentes normativos de carácter pedagógico tan concretos como los actuales (los antiguos planes de estudios estaban basados en listados de asignaturas troncales, optativas o de libre configuración y en un mapa de titulaciones fijado desde el Ministerio con competencias en educación). La aplicación del EEES en España, sobre todo a través de la aplicación del RD1393/2007 [51], ha normativizado el diseño, el desarrollo y el sistema de garantía interna de calidad (evaluación interna y externa) de todos los planes de estudio oficiales en las universidades españolas[1]. Cualquier proyecto docente e investigador que se elabore actualmente dentro de un plan de estudios

[1] EL diseño del plan de estudios verificado (acreditación ex-ante) está configurado ya por elementos concretos: justificación, objetivos y competencias, estructura, recursos humanos y materiales, sistema de garantía de calidad, resultados previstos, etc.

oficial, no solo debe tener en cuenta los referentes académicos y profesionales propios de la materia, sino también su referente curricular institucional (plan de estudios verificado y re-acreditado). En concreto, el plan de estudio del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca fue sometido a su proceso de renovación de acreditación en 2016 (comprendiendo los cinco primeros cursos de implantación, desde 2010-2011 a 2014-2015) y el plan de estudios del Máster Universitario en Ingeniería Informática superó su proceso de verificación en 2013[2].

Se plantea ahora el interrogante de hasta qué punto ser creativos en la elaboración de este Proyecto Docente para los próximos años, estando integrado en procesos de evaluación internos (seguimiento) y externos (acreditación) del conjunto de las titulaciones. Pues bien, como se es responsable ciertas materias en los planes de estudio afectados y, por tanto, de su constante evaluación para su mejora, en este contexto, se sitúa el Proyecto Docente aquí presentado.

Los planes de estudios implementados actualmente en la Universidad están basados en un enfoque por competencias (*Real Decreto 1393/2007* [51]) y se centran en el estudiante (*Real Decreto 1125/2003* [166]) de ahí, que se orienten, fundamentalmente, a los resultados de aprendizaje. Todo ello conlleva nuevos planteamientos acerca de qué, cómo y cuándo aprende el estudiante y en qué situaciones, cómo y cuándo deberá poner en práctica y demostrar lo aprendido [167]. No se debe olvidar que tradicionalmente las competencias desarrolladas a nivel universitario han estado orientadas, principalmente y casi de manera exclusiva, a la formación intelectual y, en menor medida, a las competencias profesionales que se demandan en el contexto universitario actual.

El proceso educativo está orientado a la adquisición y desarrollo de competencias [168]. Este enfoque de formación basado en competencias parece querer dar respuesta, en esencia, a una necesidad económica y productiva. Así la UNESCO, en la *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción* de 1998, en el *Artículo 7. Reforzar la cooperación con el mundo del trabajo y el análisis y la previsión de las necesidades de la sociedad*, en el apartado a), ya ponía de manifiesto la necesidad de

[2] Se puede acceder al informe de renovación de la acreditación del título Grado en Ingeniería en Informática y al informe de verificación del título de Máster en Ingeniería en Informática a través del buscador de títulos universitarios oficiales en Castilla y León (https://goo.gl/dTZp2j), de la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ACSUCYL).

incluir una formación basada en competencias que diese respuesta a las necesidades del mercado productivo, concretamente determina [169]:

> *a) En un contexto económico caracterizado por los cambios y la aparición de nuevos modelos de producción basada en el saber y sus aplicaciones, así como el tratamiento de la información, deberían reforzarse y renovarse los vínculos entre la enseñanza superior, el mundo del trabajo y otros sectores de la sociedad* (p. 25).

Asimismo, el Real Decreto 1393/2007 [51], en su *Artículo 9. Enseñanzas de Grado,* en el apartado 1, señala que:

> *Las enseñanzas de Grado tienen como finalidad la obtención por parte del estudiante de una formación general, en una o varias disciplinas, orientada a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional.*

En consecuencia, el contexto formativo universitario actual debe asumir condiciones similares al entorno del ejercicio profesional. Como señala Juan Manuel Escudero Muñoz [170], se debe fomentar "el aprendizaje a lo largo de toda la vida, pero insistiendo más en el trabajo (empleabilidad) y en la individualización de las necesidades, que en la vida y la cohesión social" (p. 67). En consecuencia, el contexto universitario actual, a través de los planes de estudios implantados y diseñados en base a competencias, trata de reducir la distancia tan acentuada, en unos casos, y menos en otros, entre teoría y práctica, mundo educativo y laboral; en definitiva, entre lo académico y lo profesional. Concretamente, tomando como referencia el *Proyecto Tuning* [171], la inclusión de las competencias en el ámbito universitario pretende:

- Fomentar la transparencia en los perfiles profesionales y académicos de las titulaciones.
- Promover un mayor énfasis en los resultados.
- Desarrollar un nuevo paradigma centrado en el estudiante.
- Ampliar los niveles de empleabilidad.
- Crear un lenguaje más adecuado para el intercambio y el diálogo entre los implicados.

No obstante, no todas las posturas y puntos de vista se muestran homogéneos cuando se alude a las competencias en Educación, hay que reconocer la existencia de posturas críticas ante el discurso dominante en dicha materia [172].

Inicialmente se plantea, de cara a la delimitación conceptual de competencia, una revisión amplia y exhaustiva del término, así como de sus componentes, posteriormente se hace alusión a algunos de los cambios referidos a los roles y nuevas competencias de profesores, por un lado, y del estudiante, por otro.

1.2.1. Delimitación conceptual de las competencias

Muchos son los autores que han optado por definir y concretar el término *competencia*. Miguel Ángel Zabalza [173] lo considera un "constructor molar que se refiere a un conjunto de conocimientos y habilidades que los sujetos necesitan para desarrollar algún tipo de actividad" (p. 70-71); Pilar Colás [174] lo concibe como "la capacidad de los sujetos de seleccionar, movilizar y gestionar conocimientos, habilidades y destrezas para realizar acciones ajustadas a las demandas y fines deseados" (p. 107); Mario de Miguel Díaz [175] se refiere a "la capacidad que tiene un estudiante para afrontar con garantías situaciones problemáticas en un contexto académico o profesional determinado" (p. 34); y Juan Mateo [176], entre otros, especifica que se trata de "la capacidad de usar funcionalmente los conocimientos y habilidades en contextos diferentes y que a su vez implica comprensión, reflexión y discernimiento teniendo en cuenta simultánea e interactivamente la dimensión social de las actuaciones a realizar" (p. 520).

Si bien es cierto, para comprender mejor el concepto, es interesante relacionarlo con otros términos afines integrados en el proceso de formación, que pueden inducir a confusión entre estudiantes y/o docentes. A este respecto, se puede diferenciar entre tres conceptos fundamentales que deben tenerse en cuenta al adoptar un enfoque de formación basado en competencias, concretamente: *competencia*, *resultado de aprendizaje* y *objetivo* [177], como se recoge en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Definición de objetivos, resultados de aprendizaje y competencia. Fuente: [177] (p. 16)

Objetivos	Son afirmaciones relativas a la docencia, redactadas desde el punto de vista de aquello que intentará cubrir el profesorado con un determinado bloque de aprendizaje (módulo, materia, asignatura, etc.). Están escritos desde el punto de vista del profesor Pueden incluir conocimientos y habilidades de manera aislada
Resultados de aprendizaje	Son afirmaciones sobre las que se espera que un estudiante pueda conocer, comprender y ser capaz de demostrar después de haber completado un proceso de aprendizaje (módulo, asignatura, materia, curso, etc.). Se centran en lo que el estudiante ha alcanzado en vez de en cuáles son las intenciones del profesor. Se centran en aquello que puede demostrar el estudiante al finalizar la actividad de aprendizaje Pueden incluir conocimientos y habilidades aisladamente. De la misma manera que los objetivos, se pueden describir al finalizar cualquier unidad (módulo, asignatura, etc.)
Competencias	Implican el uso integrado de conocimientos, habilidades y actitudes en la acción. Por su naturaleza, solo se podrán alcanzar estadios finales del proceso educativo (prácticum, trabajo final de estudios, etc.)[3]

Con estas y otras afirmaciones, se argumenta sobre la necesidad de promover desde la educación superior la generación de competencias profesionales, en lugar de la simple conjunción de habilidades, destrezas y conocimientos; es decir, se debe garantizar la comprensión de lo que se transmite, a través del *saber*, *saber hacer*, y *saber ser* y *estar* [178]. En otras palabras, se debe asegurar y/o acreditar el saber profesional. En consecuencia, del análisis de estas y otras definiciones sobre dicho concepto se deduce que las competencias implican el desarrollo y ejecución de distintas dimensiones y, por tanto, desde las universidades se debe:

> *[…] proporcionar al estudiante experiencias profesionales y de vida, en las que pueda demostrar que tiene conocimientos sobre un determinado ámbito profesional (sabe), que conoce y utiliza los procedimientos adecuados para solucionar problemas nuevos (sabe hacer), que es capaz de relacionarse con éxito en su entorno (sabe estar) y que actúa conforme a unos valores y criterios reales, democráticos y responsables (sabe ser)* [179].

[3] Por ejemplo, la competencia para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la Ingeniería en Informática que tengan por objeto la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, que corresponde a una competencia del perfil de formación de un Ingeniero en Informática, se podrá alcanzar tras haber realizado el Trabajo Fin de Grado, pero en cursos anteriores el estudiante habrá llevado a cabo diferentes actividades relacionadas con el desarrollo de un proyecto *software*, por ejemplo en la asignatura Ingeniería del Software I. Es decir, de la misma manera que hay niveles de complejidad diferente en el ámbito de la cognición (del recuerdo a la aplicación o la evaluación), también es posible establecer niveles de complejidad en el ámbito de la acción, de ejecuciones en procesos parciales en contextos simples a ejecuciones de procesos completos en contextos complejos.

A pesar de no existir un consenso sobre el término competencia, algunos autores se esfuerzan por esclarecer, al menos, los elementos que la conforman. Así, Ángeles Blanco Blanco [180] contempla como elementos básicos de la definición de competencia profesional respecto a la formación universitaria, los siguientes: "integra conocimientos, destrezas o habilidades y actitudes o valores; es solo definible en la acción: se desarrolla, se actualiza en la acción; está vinculada a un contexto, a una situación dada y permite dar respuesta a situaciones problemáticas, facilitando la resolución de situaciones profesionales conocidas o inéditas". Por su parte, Mario de Miguel Díaz [175] muestra un enfoque desagregado de los componentes de la competencia, tal y como se muestra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Componentes y subcomponentes de una competencia. Fuente: [175] (p. 40)

COMPONENTES	SUBCOMPONENTES
1. Conocimientos Adquisición sistemática de conocimientos, clasificaciones, teorías, etc. Relacionadas con materias científicas o área profesional	1.1. Generales para el aprendizaje
	1.2. Académicos vinculados a una materia
	1.3. Vinculados al mundo profesional
2. Habilidades y destrezas Entrenamiento en procedimientos metodológicos aplicados, relacionados con materias científicas o área profesional (organizar, aplicar, manipular, diseñar, planificar, realizar, etc.)	2.1. Intelectuales
	2.2. De comunicación
	2.3. Interpersonales
	2.4. Organización/gestión personal
3. Actitudes y valores Actitudes y valores necesarios para el ejercicio profesional: responsabilidad, autonomía, iniciativa ante situaciones complejas, coordinación, etc.	3.1. De desarrollo profesional
	3.2. De compromiso personal

Gráficamente, este mismo autor, de Miguel Díaz, ilustra los componentes de la competencia como se puede apreciar en la Figura 1.2.

Figura 1.2. Componentes de las competencias. Fuente: [175] (p. 39)

En el ámbito universitario, un trabajo de referencia sobre competencias en educación superior es el proyecto *Tuning Educational Structures in Europe* [171]. Dicho proyecto ha proporcionado una diferenciación entre competencias genéricas (o transversales) y específicas. Las *competencias genéricas o trasversales* comparten capacidades, rasgos o atributos comunes a cualquier titulación universitaria de grado (por ejemplo, capacidad de aprender a resolver problemas, tomar decisiones, trabajo en equipo, etc.), a la vez que diferencian entre competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas. Las *competencias específicas*, como su propio nombre indica, se vinculan a áreas y capacidades concretas, singulares, de cada titulación. Según figura en este proyecto, las competencias genéricas establecidas, a partir de un consenso entre los distintos agentes implicados en la formación universitaria, son las que se muestran en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Relación de Competencias Genéricas. Fuente: [171] (pp. 83-84)

COMPETENCIAS GENÉRICAS	**INSTRUMENTALES**	• Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos generales básicos • Conocimientos básicos de la profesión • Comunicación oral y escrita en la propia lengua • Conocimiento de una segunda lengua • Habilidades básicas de manejo del ordenador • Habilidades de gestión de la información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas) • Resolución de problemas • Toma de decisiones
	INTERPERSONALES	• Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar • Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas • Apreciación de la diversidad y multiculturalidad • Habilidad de trabajar en un contexto internacional • Compromiso ético
	SISTÉMICAS	• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Conocimiento de culturas y costumbres de otros países • Habilidad para trabajar de forma autónoma • Diseño y gestión de proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Motivación de logro

Respecto a las competencias genéricas, Villa y Poblete [134, 181] advierten de la necesidad de proporcionar una base de competencias genéricas que contribuyan al desarrollo de la capacidad de adaptarse a los cambios de forma eficaz. Insisten, en esta

misma línea, en la necesidad de explicitar en los perfiles académico-profesionales de las carreras las competencias genéricas y específicas.

Por otro lado, en un contexto de educación no universitaria, que afecta a la formación de todos los ciudadanos, se reconocen como competencias propias de todo individuo, cuatro tipos de destrezas ligadas a campos de conocimiento específicos de la vida contemporánea: TIC, idiomas, competencias básicas de carácter científico y tecnológico.

El proyecto DeSeCo (*Definition and Selection Competencies* – https://goo.gl/WWCD1W) [182]de la OCDE optó, en su momento, por un proceso más dilatado y consultivo, por hacer un agrupamiento más sintético, limitando la enumeración a tres categorías de competencias que se reflejan en la Tabla 1.4.

Por tanto, y para finalizar, en el planteamiento de un Proyecto Docente e Investigador se deben considerar las características fundamentales de la formación basada en competencias, señaladas por distintos autores y que se pueden resumir en [183, 184]:

1. Las competencias que los estudiantes tienen que adquirir son cuidadosamente identificadas, verificadas por expertos y de conocimiento público.
2. Del mapa de competencias, que describe los resultados de aprendizaje esperados, se derivan criterios de evaluación especificados también públicamente.
3. El programa formativo se deriva a partir de y se vincula con las competencias especificadas.
4. La formación se organiza entonces en unidades de tamaño manejable (módulos).
5. Los procesos de enseñanza + aprendizaje permanecen atentos a las características y necesidades del sujeto que aprende, individualizando la enseñanza tanto como sea posible.
6. Las experiencias de aprendizaje son guiadas por una frecuente retroalimentación y la medida del progreso se comunica al estudiante a lo largo del programa.
7. Los progresos del sujeto se determinan mediante la demostración de competencias.
8. La evaluación toma en cuenta el conocimiento, las actitudes y el desempeño de la competencia como principales fuentes de evidencia.

Tabla 1.4. Proyecto DeSeCo, categorización de las competencias clave. Fuente: [185]

Competencias claves para el éxito en la vida y el buen funcionamiento de la sociedad	
Pensamiento crítico y enfoque holístico e integrado	Actuar de manera autónoma • Capacidad para defender y afirmar sus derechos, sus intereses, sus responsabilidades, sus límites y sus necesidades • Capacidad de concebir y de realizar proyectos personales • Capacidad de actuar en el conjunto de la situación / el gran contexto
	Utilizar herramientas de manera interactiva • Capacidad de uso del lenguaje, los símbolos y los textos de modo interactivo • Capacidad de utilizar el saber y la información de manera interactiva • Capacidad de uso de la (nueva) tecnología de manera interactiva
	Funcionar (intervenir) en grupos socialmente heterogéneos • Capacidad de mantener buenas relaciones con los demás • Capacidad de cooperación • Capacidad de gestionar y resolver conflictos

Es, por tanto, importante en la actualidad que todo equipo docente universitario tenga en cuenta y comprenda estos conceptos para poder diseñar y desarrollar un proyecto educativo válido y adaptado al nuevo contexto universitario.

1.2.2. Nuevos roles y planteamientos para una formación basada en competencias

Ante este horizonte, el sistema docente universitario del siglo XXI necesita gestionar y desarrollar un nuevo modo de actuar desde la perspectiva pedagógica, asumiendo importantes cambios. Las principales diferencias parten del enfoque curricular, tal y como señala Ángeles Blanco Blanco [180], ver Tabla 1.5. No obstante, se trata de una perspectiva de universidad distinta que comporta cambios sustanciales, tanto en el enfoque curricular, ahora basado en la formación por competencias, como la asunción de nuevas funciones y roles por parte de profesores y estudiantes, que no ha dejado de contener críticas desde el área académica de la Didáctica [186]; críticas que se suelen verbalizar en forma de preguntas como:¿cambiar todo para que nada cambie?; a pesar de los grandes esfuerzos en elaboración de planes de estudio tan exhaustivos, de complejas guías docentes, de alta ingeniería académica, la acción del docente en las aulas, ¿se ha transformado tanto?; ¿cómo lo han percibido los discentes?

Tabla 1.5. Comparación en algunos aspectos básicos del enfoque curricular tradicional y del enfoque basado en competencias. Fuente: [180] (p. 45)

ELEMENTOS	ENFOQUE CURRICULAR	
	Tradicional	Basado en competencias
Fuentes del currículo (*inputs*)	• Disciplinas científicas y académicas	• Disciplinas científicas y académicas • Prácticas profesionales y mundo del trabajo
Guía del diseño curricular	• Los conocimientos que los docentes consideran que los estudiantes deben adquirir en cada materia para un desempeño futuro, que no está claramente definido	• Las competencias identificadas en un proceso que incorpora también a profesionales, empleadores y otros agentes relevantes. Son la expresión de lo que los estudiantes deben poder ser capaces de hacer al término del periodo formativo, en términos de resultados de aprendizaje
Estructura	• Materias separadas que funcionan autónomamente y explicitan sus contenidos específicos (programa) con referencias menores a los aspectos metodológicos o evaluativos	• Modelos diversos • Frecuentemente: materias o módulos separados que definen de modo coordinado sus objetivos, contenidos, y metodología y procedimientos d evaluación con el fin de contribuir al desarrollo integral del referencial de competencias

Ante esta situación, el profesorado se enfrenta a una docencia diferente, a la que tiene que dar respuesta con una metodología adaptada a nuevas exigencias. En la actualidad, las instituciones "exigen una preparación pedagógica del profesorado universitario a efectos de estimular la innovación en sentido crítico y la creatividad" [187] (p. 269). Aunque en el contexto de la Ingeniería [188-190] y más específicamente en la actividad docente que se ha venido impartiendo en Grado, Máster y Doctorado, la cual queda representada en este Proyecto Docente, el cambio contextual no ha sido tan abrupto desde una perspectiva pedagógica, aunque sí desde un punto visto de la carga de trabajo del profesor relacionada con el aumento de la gestión de la actividad docente, carga que no se ve reflejada en ningún tipo de reconocimiento específico [191].

En el contexto de la educación superior española, no ha habido directrices generales ni planes nacionales o autonómicos para el diseño e implementación de la formación del profesorado universitario, por lo que cada universidad ha puesto en marcha planes de formación para atender las necesidades y las demandas de su personal docente. Prácticamente en la totalidad de aquellas universidades que han conservado sus institutos de ciencias de la educación, es este el responsable de la formación de su profesorado. Es el caso de las universidades de Sevilla, Oviedo, Cantabria, Pontificia de Comillas, Barcelona, Oviedo, Cantabria, Girona, Lleida, Politécnica de Cataluña, Rovira i Virgili, les Illes Balears, Alcalá de Henares, Politécnica de Madrid, Alicante, Politécnica de Valencia y Zaragoza. En casos como el de la Universidad de Salamanca,

donde su Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE), tiene estatuto de instituto de investigación, también sigue siendo responsable de la formación pedagógica del profesorado universitario [192].

Sin embargo, la Unión Europea anuncia en 2013, mediante un comunicado de prensa [193] la publicación del primer informe del "Grupo de alto nivel para la modernización de la enseñanza superior de la Unión Europea" sobre la mejora de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en las universidades. Este informe recoge dieciséis recomendaciones, de ellas se quiere destacar la cuarta: "Todo el personal docente de los centros de enseñanza superior en 2020 deberá haber recibido formación pedagógica certificada. La formación continua del profesorado ha de ser un requisito para los profesores de la enseñanza superior" [194].

No se debe perder de vista que el objetivo de la formación docente es la mejora del aprendizaje de los estudiantes. De este modo, el hecho en sí de tener que programar el *trabajo académico del estudiante* (a partir del establecimiento del concepto de ECTS [50]), presupone plantear un sistema de enseñanza que dote de mayor reputación al trabajo ejercido por el estudiante en el proceso de adquisición de unas competencias establecidas [195]. De modo que se fomente no solo que los estudiantes sean capaces de *saber*, sino también de *saber hacer*, de *ser y estar*. La universidad actual debería preparar al estudiante con una visión de futuro, enseñándole a gestionar e interiorizar la información que reciba, sin distinción en su procedencia o de sus características. Solo así, se estará en condiciones de garantizar el aprendizaje a lo largo de la vida (*lifelong learning*), que permite al sujeto abordar, como miembro activo, la construcción de su propio conocimiento [131] y adaptarse a los continuos cambios que se producen en la sociedad en la que está inmerso.

En esencia, el proceso de enseñanza + aprendizaje no tiene otra finalidad que la de enseñar al estudiante a *aprender a aprender*. Es decir, se debe permitir al discente el ejercicio de la autorregulación de su actividad de aprendizaje; como señalan Pérez Echeverría y Mateos [131]:

> *Se trataría de ayudarles a ser más conscientes de lo que saben y lo que no saben, de lo que se proponen aprender, de lo que hacen para aprender y de lo que van logrando en ese proceso; en definitiva, se trataría de ayudarles a desarrollar metaconocimiento con el objetivo*

> *último de facilitar el avance en la dirección de la autorregulación de su propio aprendizaje* (p. 406).

Esta nueva perspectiva obliga a la educación superior en España a asumir modificaciones en el rol que ejerce el estudiante y, consecuentemente, cambios también en el rol del docente, que debe centrar su atención no solo en la investigación, sino también en docencia y formación pedagógica [196]. La contribución debe estar, por tanto, orientada a una educación que sitúe al aprendizaje y al estudiante en un puesto central [197, 198], lo que supone un cambio importante respecto a las metodologías de enseñanza tradicionales [175] y nuevos planteamientos frente al proceso formativo, para introducir enfoques basados en métodos de aprendizaje activo [199, 200], sobre todo en el contexto de las ingenierías [201, 202] y, más específicamente de la Ingeniería en Informática [23, 203]. Por tanto, la enseñanza centrada en el aprendizaje implica poner el énfasis en cómo aprende el estudiante y, en consecuencia, en cómo enseña el profesor, quien debe responsabilizarse de promover una docencia de calidad y eficaz.

De este modo, al demandar un estudiante activo [130, 134, 181], la labor del docente no debe consistir únicamente en la transmisión de información, sino que se deben asumir nuevas estrategias [204] como guiar, orientar y asesorar la actividad llevada a cabo por los estudiantes, que en definitiva serán los responsables últimos de su proceso educativo, que gestionarán personalmente los contenidos, así como el modo y el momento en que quieren aprenderlos. Este cambio en el perfil docente ha sido planteado por múltiples autores, como por ejemplo [131, 205, 206]. En definitiva, "el profesorado asume el protagonismo de dar juego a los estudiantes y se convierte en el gestor y moderador de un contexto de aprendizaje nuevo, que podrá ser más significativo y generará más ansia de aprendizaje por parte de los estudiantes" [207] (p. 81).

El estudiante actual y futuro tiene que poder gestionar su conocimiento a través de un aprendizaje que le ayude a comprender su contexto y a afrontar los nuevos retos, desafíos y transformaciones del nuevo milenio y, todo ello, a través de nuevos y emergentes enfoques de gestión y desarrollo del aprendizaje permanente. Este cambio solo será posible si se analizan e identifican las necesidades del escenario social y productivo y se comparan con las necesidades formativas de la educación superior [179]; o mejor aún, como subraya Juan M. Escudero la "urgencia por los resultados, la

elevación de niveles, la evaluación y el control de la educación por parte de los Estados en el contexto de la globalización competitiva y la primacía de las demandas del mercado son, desde luego, factores influyentes en el despliegue actual de las competencias" [170] (p. 67).

El profesorado, por su parte, debe desarrollar nuevas competencias en su función docente [173, 208-210].

1. Planificar el proceso de enseñanza + aprendizaje.
2. Seleccionar y presentar contenidos disciplinares.
3. Ofrecer informaciones y explicaciones comprensibles.
4. Manejar didácticamente las TIC.
5. Gestionar las metodologías de trabajo didáctico y las tareas de aprendizaje.
6. Relacionarse constructivamente con los estudiantes.
7. Tutorizar a los estudiantes.
8. Evaluar los aprendizajes (y los procesos para adquirirlos).
9. Reflexionar e investigar sobre la enseñanza [211].
10. Implicarse institucionalmente.

En relación con la definición competencial del profesorado universitario, el grupo GRIAL, a través del subgrupo de *Evaluación Educativa y Orientación* (GE2O) y del Instituto Universitario de Ciencias de la educación (IUCE) de la Universidad de Salamanca, ha colaborado con el *Grupo Interuniversitari de Formació Docente* (GIFD) a través del proyecto financiado por la Red Estatal de Docencia Universitaria RED-u, *Propuesta de un marco de referencia competencial del profesorado universitario y adecuación de los planes de formación basado en competencias docentes* (2012-2014)[4]. En dicho proyecto se valoró la opinión de los estudiantes acerca de las competencias que debe tener un buen docente a partir de un cuestionario aplicado a una muestra amplia de docentes, profesores y gestores. Según los resultados obtenidos las tres competencias mejor valoradas por los estudiantes de grado de sus profesores fueron *competencia comunicativa, interpersonal y metodológica* [212].

[4] Subvencionado por la Red de Docencia Universitaria en la convocatoria 2012. Universidades participantes: Universidad de Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad de Girona, Universidad de Lleida, Universidad Rovira i Virgili, Universidad Pompeu Fabra, Universidad Oberta de Cataluña, Universidad de Alicante, Universidad de Salamanca, Universdidad de Zaragoza, Universidad de Sevilla, Universidad de las Islas Baleares, Universidad de Burgos y Universidad de Vic.

Torra et al. [213] muestran los resultados de una investigación desarrollada en el marco de los centros universitarios de formación catalanes donde identifican seis competencias que deben guiar la formación del docente universitario. Concretamente aluden a competencia *interpersonal, metodológica, comunicativa, de planificación y gestión de la docencia, de trabajo en equipo y de innovaci*ón. Estas seis competencias constituyen, según los autores citados, el perfil docente actual del profesorado universitario.

1.3. Reflexión final

En este primer capítulo referido a la *Universidad en la Sociedad del Conocimiento* se pretendido reflexionar en torno a tres preguntas fundamentales: ¿qué función cumple la Universidad en la sociedad actual?, ¿qué rol tiene el estudiante en la Universidad?, y ¿qué papel debe asumir el docente?

La universidad europea está en un proceso de cambio impulsado por el EEES, pero resulta paradójico que la idea actual de Universidad apenas haya cambiado en relación al concepto tradicional de la misma y, sin embargo, hayan sido los últimos movimientos relacionados con la tecnología educativa los que están provocando aires de cambio en los modelos de gestión universitaria, habida cuenta de que se esté poniendo en jaque el papel predominante de la universidad en el panorama de la Educación Superior, especialmente por la aparición de nuevos agentes de los que no se tenía conocimiento hace apenas un lustro.

Por todo esto, no debe replantearse la renovación únicamente por la eterna tendencia al cambio y a la evolución, sino, además, por el ritmo impuesto por estas transformaciones y demandas sociales, culturales, científicas y tecnológicas. Por tanto, se requiere una universidad *flexible* y *abierta* para responder a los retos que la sociedad, el desarrollo cultural, científico, técnico y profesional le demandan en cada momento histórico. Al mismo tiempo es necesaria *independencia* y *autonomía* para mantener su capacidad de crítica. Debe existir también un equilibrio entre sus componentes *local* y *universal.*

Además, en este mundo cambiante y de evolución continua, se debe ser consciente de lo que se puede enseñar y aprender en el tiempo limitado de los estudios, por lo que toma especial relevancia el aprender a aprender y la formación continua. Aquí tiene mucho sentido el principio de economía de la enseñanza de Ortega y Gasset [64],

consistente en no enseñar todo lo que se debe saber, sino todo lo que se puede aprender, o en palabras de Senén Barro, "enseñar a aprender lo se deba y necesite saber" [214].

Para cerrar este capítulo, se va a utilizar una cita de Francisco Michavila del prólogo del libro *Calidad de las universidades y orientación universitaria* [174]:

> *[...] entre las trasformaciones radicales que convienen a la institución universitaria se encuentra la sustitución de los "viejos" métodos de enseñanzas, principalmente reactivos, por los nuevos sistemas de aprendizaje con métodos proactivos y la participación esencial del estudiante en el diseño de su currículo* (p.11).

Capítulo 2. Contexto institucional

¿Cuál es el modelo de educación universitaria,
en particular de formación de técnicos, capaz de
contribuir en la transformación de la sociedad
actual en otra mejor, más humana y solidaria?

Francisco Michavila (2002)
La Técnica y los Valores Ciudadanos en el
Espacio Europeo de Educación Superior

En este capítulo se aborda el estudio y análisis del contexto institucional, es decir, qué se entiende por mundo universitario, sus funciones y objetivos, sus reglamentaciones, su estructura y su funcionamiento. En definitiva, se persigue dar una visión de la universidad actual, particularizada a la universidad española y concretada en la Universidad de Salamanca.

Tal y como se indicaba al final del capítulo anterior, la universidad necesita mantener un equilibrio entre su componente local y universal, es por ello que este Proyecto Docente e Investigador va a estar circunscrito en la Comunidad Autónoma de Castilla y León y, en concreto, en la Universidad de Salamanca. En consecuencia, se parte de una realidad particular con sus características e idiosincrasia, para poder responder a el interrogante fundamental: ¿dónde se va a enseñar?, o, mejor aún, ¿dónde van a aprender los estudiantes afectados por este contexto?

Así, se va a estructurar el contexto institucional partiendo del Espacio Europeo de Educación Superior, para, posteriormente, descomponer el componente local en cinco niveles, desde el más general al más particular: la Universidad Española, la Universidad de Castilla y León, la Universidad de Salamanca, el Departamento de Informática y Automática y el Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.

2.1. El Espacio Europeo de Educación Superior

No se tiene el propósito de elaborar una detallada exposición de los cambios que se han experimentado y que se avecinan en el panorama universitario español, pero sí conviene formular un breve apunte sobre la cuestión en tanto que incide muy directamente sobre la metodología docente, por otra parte, que llevan a destronar las técnicas tradicionales para sustituirlas por otras más adaptadas a la nueva concepción de la Universidad en el marco del EEES.

La Unión Europea, aunque inició su andadura con un enfoque claramente económico, ha propiciado la convergencia en distintos ámbitos, que incluyen, entre otros, la educación, lo que ha llevado a impulsar un movimiento encaminado al desarrollo de un *Espacio Europeo de Educación Superior* con el que se persiguen varios objetivos [215, 216]: el reconocimiento de las titulaciones y el aseguramiento de la integración de los egresados en un mercado laboral y sin fronteras. Se busca una *Europa del Conocimiento* que, manteniendo su diversidad cultural como principal riqueza, pueda facilitar la movilidad de profesionales.

Los países que participan en la formación del EEES son 47:

- Desde 1999: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Rumania, Suecia y Suiza.
- Desde 2001: Chipre, Croacia, Liechtenstein y Turquía.
- Desde 2003: Albania, Andorra, Bosnia y Herzegovina, Ciudad del Vaticano, Macedonia, Rusia y Serbia.
- Desde 2005: Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Moldavia y Ucrania.
- Desde 2007: Montenegro.

- Desde 2010: Kazajistán.

La redacción de 1988 de la Carta Magna de la Universidad Europea realizada en Bolonia [217] es un acuerdo que firman en su momento los máximos responsables de educación de 29 estados europeos. El documento define objetivos y líneas de actuación, pero no compromete en ninguna medida. Se trata de un conjunto de buenas intenciones y propuestas que pretenden poner en marcha una reforma progresiva del Sistema Europeo de Educación Superior. Este proceso comenzó en la Universidad de la Sorbona (mayo de 1998) [22], para consolidarse posteriormente en Bolonia (junio de 1999) [218], donde se acuerda establecer un Sistema Europeo de Educación Superior antes de 2010, en Praga (mayo de 2001) [219], en Berlín (septiembre de 2003) [220], en Bergen (mayo de 2005) [221], en Londres (mayo de 2007) [222], en Lovaina (abril de 2009) [223], en Budapest y Viena (marzo de 2010) [224], Bucarest (abril de 2012) [225] y Ereván (mayo de 2015) [226].

A partir de la creación del EEES y de la convergencia europea, se han llevado a cabo informes gubernamentales, de instituciones supranacionales, como la OCDE y de las propias instituciones educativas, como son los *trends*, análisis de tendencias que, cada dos años y coincidiendo con las reuniones de ministros de educación, han venido mostrando información sobre los progresos que se producen en los distintos países [227]. Muchos artículos de investigación van en la misma línea, pues analizan los progresos de un país [228-230], un grupo de ellos [231, 232] o en todos los que forman parte del EEES [233] para adecuarse a los objetivos de la Declaración de Bolonia. También se observa interés por el análisis de los objetivos fundamentales del proceso de Bolonia [234] y por la evaluación de la calidad de la educación superior y de la investigación tanto de programas como de instituciones dentro del EEES [235-238].

Este nuevo enfoque de la enseñanza universitaria, que en algún sentido parece alejarse de la idea tradicional de conocimiento y cultura para acercarse más a una formación de profesionales, ha sido objeto de ciertas críticas [216] desde el entendimiento de que la reforma se concibe así al servicio de los empresarios y las empresas abandonando su función tradicional como centro del saber. Sin embargo, estos planteamientos son excesivos. La universidad ha estado y continuará estando al servicio de la sociedad, del desarrollo social y económico de los países y lo que pretende el EEES es adaptarla a las exigencias de la sociedad del siglo XXI. Desde luego que la universidad se dirige a favorecer el acceso de los estudiantes al empleo, lo que sin duda es positivo para la

sociedad. Además, se trata de proporcionar un personal bien formado, no es algo tan simple como crear autómatas que desarrollen una actividad laboral, se trata de que los estudiantes sean unos futuros empleados con una formación de calidad, e incluso esa formación vaya más allá de los conocimientos adquiridos, porque se favorece el aprendizaje autónomo que resultará esencial en su futuro.

Seguramente, muchos estudios de grado comportarán una menor profundización de conocimientos que algunas de las titulaciones a las que sustituyen, pero, no obstante, tras la obtención del grado pueden continuarse los estudios superiores a través de los másteres y doctorados, orientados hacia una mayor especialización. De este modo, el nuevo modelo es más versátil y eficaz: permite una rápida inserción en el mercado laboral a quien así lo desee, pero también puede profundizarse en una determinada especialidad mediante los estudios superiores.

Tanto en el grado como en el posgrado, la calidad y la competitividad se convierten en constantes que inciden muy directamente sobre la actuación del docente para proporcionar a los estudiantes la mejor formación. Así, otro de los objetivos es el cambio en las metodologías docentes. Cambia la concepción de la docencia: el protagonismo ya no reside en el profesor como transmisor de conocimiento, sino en el aprendizaje desarrollado por el estudiante. Cobra más importancia la idea de aprendizaje que el concepto de enseñanza. El estudiante no es un mero receptor de datos que reduce su labor a un ejercicio memorístico, sino que debe acentuarse su iniciativa en el aprendizaje, involucrándose de forma activa y dando un mayor protagonismo a la faceta práctica de la formación, aunque sin olvidar el soporte teórico.

Además de la adquisición de conocimientos en la forma apuntada, es un objetivo del EEES que el estudiante de la enseñanza superior desarrolle en su paso por la Universidad las habilidades y destrezas necesarias para poder desenvolverse en el mercado laboral. Si el objetivo de la enseñanza superior es la inserción del estudiante en el mercado laboral, al finalizar su formación, este debe encontrarse en situación de poder afrontar la realidad de la profesión para la que se ha formado. La enseñanza superior ha de ir orientada a proporcionar al estudiante un grado de autonomía suficiente en el ámbito profesional, con capacidad para la resolución de problemas conjugando estos elementos con la colaboración y el trabajo en equipo [239].

Y, por último, el EEES persigue el objetivo de la formación permanente (*lifelong learning*) [80, 82, 84, 240]. El estudiante debe adquirir en su formación básica las habilidades necesarias para poder continuar su aprendizaje de manera autónoma una vez concluido su paso por la universidad. En sus estudios no se puede adquirir un conocimiento universal, que alcance a absolutamente todo, pero sí los pilares esenciales de la formación y las destrezas para poder aprender por sí mismo otras cuestiones relacionadas con la materia, de manera que cuando se presenten estas nuevas situaciones, sea capaz de afrontarlas. Esto resulta particularmente importante en un ámbito como la Ingeniería en Informática, en donde los constantes cambios obligan a un continuo aprendizaje y reciclaje de conocimientos. El ingeniero en informática debe poder adaptarse y reciclarse continuamente para el desempeño de su vida profesional [241-243].

Estos son los principales objetivos de la enseñanza superior, de manera que el estudiante no solo adquiera conocimientos, sino que sea capaz de aplicarlos para la resolución de los problemas que se susciten en el ámbito profesional, con capacidad por una parte para trabajar en equipo y al mismo tiempo desarrollar sus propios pensamientos autónomos, con un sentido crítico y responsabilidad. Se trata, en definitiva, de una formación integral.

El Informe Delors [141] plantea cuestiones fundamentales para la universidad, ante las cuales se han ido posicionando los sucesivos informes en el proceso de convergencia europea. Las tensiones y retos de la sociedad demandan respuestas de la educación, que deberán asentarse en cuatro pilares:

- *Aprender a conocer*: adquirir conocimientos sobre el modo en que estos se aprehenden, para mantener el dinamismo de aprendizaje continuo a lo largo de todo el ciclo vital.
- *Aprender a hacer*: para poder influir sobre el propio entorno como profesionales en experiencias sociales.
- *Aprender a convivir*: para la cooperación en el pluralismo cultural y social.
- *Aprender a ser*: para el desarrollo integral de los individuos.

El Informe Delors levanta acta de la crisis de la educación superior y reflexiona sobre los factores políticos, sociales y económicos relacionados con esta. La educación universitaria ha pasado a ser motor de desarrollo económico en la medida en que los

recursos cognoscitivos tienen cada día más peso que los materiales como factor de crecimiento. La Universidad asume, en este contexto, cuatro funciones fundamentales:

1. Preparación para la investigación y la docencia.
2. Diversificación y especialización de la formación, adaptada a las necesidades de la realidad económica y social.
3. Apertura a la educación permanente.
4. Dimensión de cooperación internacional.

En este clima reflexivo, se inicia la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior con la Declaración de La Sorbona en 1998 [22], que se consolida y amplía con la Declaración de Bolonia un año más tarde [218], en la que los ministros europeos de educación adoptan como criterios de actuación común, las siguientes directrices:

- Implantación de un suplemento europeo al título universitario, que facilite su comparabilidad.
- Establecimiento de un sistema común de titulaciones basado en dos niveles principales: el primero dirigido a la cualificación pertinente para el mercado de trabajo europeo y el segundo conducente a titulaciones de postgrado, tipo master y/o doctorado.
- Adopción de un sistema común de créditos que permita la comparabilidad de estudios y promueva la movilidad de titulados.
- Desarrollo de criterios y metodologías educativas asimilables en los distintos países.
- Integración de programas de estudios, de formación y de investigación entre los países miembros.

Si con la firma de la Carta Magna en 1988 [217] se da origen, aunque de una manera simbólica, a la construcción del EEES, para concretarse en la Declaración de Bolonia de 1999 [218], es en marzo de 2000, en el Consejo de Lisboa [244], donde se señala la necesidad de que la Unión Europea tenga un entorno universitario saneado y floreciente, con universidades excelentes, para lograr el objetivo de convertirse en la economía más competitiva y dinámica del mundo, basada en el conocimiento y capaz de sustentar el crecimiento económico, crear un mayor número de puestos de trabajo de mejor calidad y lograr mayor cohesión social, todo ello orientado a la creación de una zona europea de investigación e innovación. En 2001 en Praga [219] se

profundizan estas directrices en la línea de la adopción de mecanismos de certificación y acreditación de las universidades. En respuesta a la invitación del Consejo Europeo de Lisboa de marzo de 2000, se elaboró primero un proyecto de informe sobre los futuros objetivos precisos de los sistemas de educación y formación que, posteriormente, fue negociado por los Estados miembros. El Consejo adoptó un informe final [245] y lo remitió al Consejo Europeo de Estocolmo en marzo de 2001. En él se fijaban tres objetivos estratégicos: 1) mejorar la calidad y la eficacia de los sistemas de educación y formación en la UE; 2) facilitar el acceso de todos a los sistemas de educación y formación; y 3) abrir los sistemas de educación y formación a un mundo más amplio. Este informe se convierte en el primer documento oficial que presentaba un enfoque europeo completo y coherente sobre las políticas nacionales de educación y formación en la Unión Europea. También se acordó continuar la tarea de seguimiento y que el Consejo y la Comisión elaborasen un programa de trabajo detallado y lo presentasen conjuntamente en el Consejo Europeo de marzo de 2002 en Barcelona.

El programa detallado sobre los futuros objetivos de los sistemas de educación y formación se adoptó el 14 de febrero de 2002 [246]:

- Detalla las cuestiones clave que será necesario abordar para alcanzar los tres objetivos estratégicos.
- Abarca los diversos segmentos y niveles educativos y de formación, desde los conocimientos básicos hasta la formación profesional y la enseñanza superior, con especial atención al principio del aprendizaje permanente.
- Determina los instrumentos principales que se utilizarán para promover y medir los progresos, mediante la aplicación del método abierto de coordinación definido en Lisboa para impulsar la convergencia de las políticas nacionales hacia unos objetivos compartidos y la comparación de los logros europeos tanto internamente como a escala mundial.

En el Consejo Europeo (los Jefes de Estado o de Gobierno) de Barcelona, celebrado el 15 y 16 de marzo de 2002, el Consejo (los Ministros de Educación) y la Comisión emitieron un importante mensaje político en el informe conjunto que presentaron, el cual se puede resumir en los siguientes puntos [247]:

- Por muy eficaces que sean las políticas en otros ámbitos, solo será posible hacer de la Unión Europea la economía basada en el conocimiento más

importante del mundo con la contribución crucial de la educación y la formación como factores de crecimiento económico, de innovación, de empleabilidad sostenible y de cohesión social.

- A pesar del papel crucial que desempeñan en el proceso de Lisboa, la educación y la formación son algo más que instrumentos para acceder al empleo y tienen responsabilidades más amplias hacia los ciudadanos y frente a la sociedad. Además de preparar a los europeos para su carrera profesional, la educación y la formación contribuyen a su desarrollo personal, para que tengan una vida mejor y sean ciudadanos activos en las sociedades democráticas, respetando la diversidad cultural y lingüística. También desempeñan un papel importante en el desarrollo de la cohesión social, previniendo la discriminación, la exclusión, el racismo y la xenofobia, y fomentando, así, los valores fundamentales que comparten las sociedades europeas, como la tolerancia y el respeto de los derechos humanos. La creación de un espacio europeo de la educación y la formación cohesionado y abierto será de la máxima importancia para el futuro de Europa y de sus ciudadanos en la era del conocimiento y en un mundo globalizado.
- Los ministros responsables de la educación y la formación y la Comisión Europea reconocieron su responsabilidad y declararon su determinación de adoptar todas las iniciativas necesarias para dar una respuesta completa a los desafíos que suponen la sociedad del conocimiento y la globalización. Desde 2000 ya se han adoptado numerosas medidas a favor del aprendizaje permanente y se han conseguido los primeros resultados en los Estados miembros y a escala europea, por ejemplo, en los ámbitos de la movilidad, las competencias básicas, el acceso al aprendizaje, la formación profesional y la enseñanza superior, la evaluación y el aseguramiento de la calidad, el aprendizaje electrónico (*eLearning*) [136, 248-250] y la cooperación con terceros países. Estos pasos preparan el camino para alcanzar hasta 2010 un conjunto de objetivos ambiciosos en beneficio de los ciudadanos y de toda la Unión Europea, que los ministros y la Comisión se comprometieron a impulsar el 14 de febrero de 2002.

En resumen, los Consejos de Jefes de Estado de Estocolmo (2001) y Barcelona (2002) reconocen la necesidad de tender a la excelencia de los sistemas universitarios europeos, para que en 2010 se conviertan en referencia de calidad mundial.

Se aprueba un programa de trabajo en el que se contempla la introducción de medidas conducentes a la unificación, que se ve ratificado en mayo de 2003 en la comunicación de la Comisión sobre el papel de las universidades en la Europa del conocimiento [251].

Los elementos básicos de todo el proceso de convergencia, que deben conformar las acciones de reforma y revisión de los Sistemas de Educación Superior de los países de la Unión Europea se pueden resumir en:

- Los créditos europeos, que pasan a considerar al estudiante como el centro de todo el proceso.
- La estructura del currículo en dos niveles de formación.
- La acreditación de la calidad, para el reconocimiento mutuo de los títulos.

En Lovaina en abril de 2009 [223], diez años después de la firma de la Declaración de Bolonia, los ministros europeos responsables de la educación superior ratifican los objetivos originales de la Declaración de Bolonia y las políticas desarrolladas en los años subsiguientes y acuerdan que, dado que no todos los objetivos han sido alcanzados por completo, la implementación plena y adecuada de estos objetivos a nivel europeo, nacional e institucional requerirá de un impulso y un compromiso incrementado después de 2010. Además, se fijan las prioridades hasta 2020, con las miras puestas en la excelencia en todos los aspectos de la educación superior, que requiere un enfoque constante en la calidad. Concretamente, se contempla la *dimensión social*, que debe reflejar la diversidad de la población europea; la *formación permanente*, con énfasis en el desarrollo de marcos nacionales de cualificaciones; la *empleabilidad*, donde se llama la atención sobre como los mercados de trabajo son cada vez más dependientes de aptitudes y competencias transversales; el *aprendizaje centrado en el estudiante*, que requiere de nuevas aproximaciones a la enseñanza y al aprendizaje, estructuras efectivas de soporte y orientación y un currículo enfocado más claramente en el estudiante en los tres ciclos; la *educación, investigación e innovación*, con una orientación a que la educación superior esté basada, en todos los niveles, en una investigación y un desarrollo que estén actualizados, para fomentar la innovación y la creatividad en la sociedad, es decir, el número de personas con competencias en investigación debe aumentar y las autoridades e instituciones de educación superior han de procurar que el desarrollo de la carrera de investigadores sea más atractiva en su etapa temprana; la *apertura internacional*, porque la atracción

y apertura de la educación superior europea será puesta de relieve por acciones europeas conjuntas; y la *movilidad*, porque esta es importante para el desarrollo personal y la empleabilidad, promueve el respeto a la diversidad y la capacidad de tratar con otras culturas, anima el pluralismo lingüístico, apuntala la tradición multilingüística de la Educación Superior y aumenta la cooperación y la competición entre las instituciones de enseñanza superior, por ello la movilidad debe ser el sello del EEES y en 2020, al menos, el 20% de los que se gradúan deberían haber tenido un periodo de formación en el extranjero. También se debe promover la movilidad y contratación de profesores.

Tabla 2.1. El Proceso de Bolonia: de la Sorbona a Bucarest, 1998-2012. Fuente: Adaptado de [252]

Movilidad de estudiantes y profesorado	Movilidad de estudiantes, docentes, investigadores y personal de administración	Dimensión social de la movilidad	Portabilidad de préstamos y becas. Mejora de los datos sobre movilidad	Atención a los visados y permisos de trabajo	El reto de los visados y permisos de trabajo, del sistema de pensiones y de los reconocimientos	Objetivo para el 2020: 20% de movilidad estudiantil	Explorar vías para lograr el reconocimiento automático de los títulos académicos
Sistema común de titulaciones en dos ciclos	Titulaciones fácilmente comprensibles y comparables	Reconocimiento equiparable. Desarrollo de titulaciones conjuntas reconocidas	Inclusión del nivel de doctorado en el tercer ciclo	Adopción del MEC y del EEES. Puesta en marcha de los Marcos Nacionales de Cualificaciones	Marcos Nacionales de Cualificaciones para 2010	Marcos Nacionales de Cualificaciones para 2012	Nueva hoja de ruta para los países que no han establecido un marco nacional de cualificaciones
		Dimensión social	Igualdad de acceso	Refuerzo de la dimensión social	Compromiso de elaborar planes nacionales de acción con un seguimiento eficaz	Objetivos nacionales sobre la dimensión social medidos para el 2020	Reforzar las políticas para ampliar el acceso y mejorar las tasas de finalización
		Aprendizaje Permanente (AP)	Coordinar las políticas nacionales sobre AP. Reconocimiento del aprendizaje previo	Itinerarios formativos flexibles en la educación superior	El papel de la educación superior en el aprendizaje permanente. Acuerdos de colaboración para mejorar la empleabilidad	El aprendizaje permanente como responsabilidad pública que exige acuerdos de colaboración sólidos. Llamamiento para trabajar en favor de la empleabilidad	Mejorar la empleabilidad, el aprendizaje permanente y las destrezas de emprendimiento mejorando la cooperación con las empresas
Uso de los créditos	Sistema de créditos (ECTS)	ECTS y Suplemento al Título (ST)	ECTS para la acumulación de créditos		Necesidad de un uso coherente de las herramientas y las prácticas de reconocimiento	Continuar con la implantación de las herramientas de Bolonia	Garantizar que las herramientas de Bolonia se basan en los resultados del aprendizaje
	Cooperación europea en materia de garantía de calidad	Cooperación entre los profesionales de la garantía de calidad y del reconocimiento	Garantía de calidad a nivel institucional, nacional y europeo	Adopción de los Estándares y Directrices Europeos de Garantía de Calidad	Creación del Registro Europeo de Garantía de Calidad (EQAR)	La calidad como principio vertebrador el EEES	Registradas en el EQAR desarrollar su actividad en la totalidad del EEES
La Europa del Conocimiento	La dimensión europea de la educación superior	El EEES como un espacio atractivo	Vínculos entre la educación superior y la investigación	Cooperación internacional basada en los valores y el desarrollo sostenible	Adopción de una estrategia para mejorar la dimensión social del Proceso de Bolonia	Fomentar el diálogo sobre política global a través de los Foros sobre Política de Bolonia	Evaluar la implementación de la estrategia 2007 sobre dimensión global, para establecer directrices sobre acciones futuras
1998 Declaración de la Sorbona [22]	**1999 Declaración de Bolonia [218]**	**2001 Comunicado de Praga [219]**	**2003 Comunicado de Berlín [220]**	**2005 Comunicado de Bergen [221]**	**2007 Comunicado de Londres [222]**	**2009 Comunicado de Lovaina la Nueva [223]**	**2012 Comunicado de Bucarest [225]**

En Ereván en mayo de 2015 [226] los ministros responsables de la educación superior europea acuerdan una visión renovada de las prioridades:

- Mejora de la calidad y la relevancia del aprendizaje y la enseñanza.
- Fomentar la empleabilidad de los graduados a lo largo de su vida laboral.
- Hacer que los sistemas universitarios sean más inclusivos.
- Implementar las reformas estructurales acordadas.

En la Tabla 2.1 se presenta un resumen del proceso de construcción del EEES desde 1998 a 2012.

El compromiso de la Declaración de Bolonia de alcanzar estos objetivos, antes del 2010, ha llevado a las Universidades a asumir los procesos de reforma necesarios para su adaptación a la nueva situación. La Ley Orgánica de Universidades (LOU) [253] planteó como uno de sus objetivos básicos la mejora de la calidad del sistema universitario español. Con tal fin se creó la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) que, con los órganos de evaluación autonómicos, asume la responsabilidad de la evaluación, certificación y acreditación. La ANECA tiene también la función de elaborar los informes conducentes a la homologación de títulos de carácter oficial en el territorio nacional. A su vez, la convergencia europea requiere el desarrollo de sistemas de actuación comunes entre las agencias de los distintos países.

2.1.1. Sistema de créditos europeos

Uno de los aspectos claves del espacio común de educación superior corresponde al sistema de créditos europeos ECS (*European Credit System*). Supone una nueva formulación de los créditos en los planes de estudios de las titulaciones que se concibe en términos homogéneos para todo el EEES, porque de este modo se facilita el mutuo reconocimiento de titulaciones y la comparabilidad curricular de los sistemas de enseñanza superior, lo cual, en el marco de la Unión Europea y los principios que la inspiran, resulta una exigencia básica [254].

La convergencia hacia el EEES tiene como elemento básico la adopción de una unidad de referencia común en la organización de los currículos formativos de los distintos países. El crédito es esta unidad de referencia sobre la que se estructuran los planes de estudios de las universidades.

Este concepto de crédito incluye no solo las clases presenciales, sino la totalidad del trabajo de los estudiantes. La adopción del sistema de créditos europeo implica una reorganización conceptual de los sistemas educativos para adaptarse a los nuevos modelos de formación centrados en el trabajo de los estudiantes. Esto es, es el responsable de un nuevo enfoque sobre métodos docentes.

Los programas de movilidad de estudiantes, ERASMUS y SÓCRATES, determinaron la necesidad de encontrar un sistema adecuado de equivalencias y reconocimiento de estudios, que originó el Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS - *European Credit Transfer System*) [255]. Este sistema se basa en algunos elementos básicos:

- La utilización de créditos ECTS como valores que representan el volumen de trabajo efectivo del estudiante y el rendimiento obtenido mediante calificaciones comparables (*ECTS grades*).
- La información sobre los programas de estudio y los resultados de los estudiantes con documentos con un formato normalizado: guía docente (en versión bilingüe y disponibles desde las páginas web de las universidades) y certificados académicos.
- El acuerdo mutuo entre los centros asociados y los estudiantes.

El crédito europeo se basa en el volumen total del trabajo del estudiante y no se limita exclusivamente a las horas de asistencia en clases presenciales. Traduce el volumen de trabajo que cada unidad de curso requiere, para ello tiene en cuenta las lecciones magistrales, los trabajos prácticos, los seminarios, los periodos de prácticas, el trabajo de campo, el trabajo personal, tanto en bibliotecas como en el domicilio, y los exámenes u otros métodos de evaluación. El volumen de trabajo de un año académico representa 60 créditos (30 créditos al cuatrimestre).

Tras haberse realizado evaluaciones del sistema en todos los países de la Unión Europea y, gracias a las conclusiones del grupo de trabajo Consejeros ECTS y de los documentos de la primera fase del proyecto *Tuning Educational Structures in Europe* [171], se llegó a la recomendación de los siguientes parámetros: 40 semanas por curso, con 40 horas a la semana, lo que hace un total de 1600 horas por curso; si un curso son 60 créditos, se tiene que un crédito conlleva entre 25 y 30 horas de trabajo [166, 256].

En este sentido, el sistema universitario español, donde los créditos se asociaban a horas docentes en aula, tuvo que revisar su sistema. El desarrollo normativo de la LOU marcó las pautas a seguir, ya que en su *Artículo 88* (*Título XIII. Espacio europeo de enseñanza superior*) dicta que "establecerá las normas necesarias para que la unidad de medida del haber académico, correspondiente a la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudio de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, sea el crédito europeo" [253]. La CRUE, en el plenario de diciembre de 2000, aprobó la definición del nuevo crédito español como:

> *La unidad de valoración de la actividad académica, en la que se integran armónicamente, tanto las enseñanzas teóricas y prácticas, otras actividades académicas dirigidas, y el volumen de trabajo que el estudiante debe realizar para superar cada una de las asignaturas* [255] (p. 28).

2.1.2. Integración de la Ingeniería en el modelo europeo

Otro aspecto clave del espacio común de educación superior hace referencia a la estructura de las titulaciones, basadas fundamentalmente en dos niveles principales, grado y máster, siendo el título de primer nivel de valor específico en el mercado de trabajo europeo mientras que con el segundo nivel se obtendría un máster y/o doctorado.

Con la estructura de títulos de grado de cuatro años y de títulos de máster de un año aprobada en España, las ingenierías en general, pero particularmente la Ingeniería en Informática, ha visto comprometida la demanda de su nivel de máster al no tener unas cualificaciones profesionales reguladas y tener una duración que excede el año (normalmente están en la horquilla de 75-90 ECTS, es decir, con una duración media de un año y medio), al seguir el ejemplo de las propuestas de otras ingenierías.

La equiparación profesional de la Ingeniería en Informática y de la Ingeniería Técnica en Informática respecto al resto de ingenierías es una demanda constante de su colectivo profesional, que se ha visto continuamente excluido del ordenamiento jurídico español en relación al reconocimiento de cualificaciones profesionales. En mayo de 2008, el Real Decreto 1837/2008 [257], deja fuera de a la Ingeniería en Informática de la relación de profesiones y actividades profesionales reguladas en España (que se recogen en su *Anexo VIII*), a efectos de la aplicación de este real

decreto. En junio de 2017, el Real Decreto 581/2017 [258], por el que se incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2013/55/UE del Parlamento Europeo relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales y que deroga el Real Decreto 1837/2008, excepto los anexos VIII y X (hasta que no finalicen los trabajos de revisión de los mismos por parte de la Comisión interministerial creada al efecto), vuelve a dejar fuera a la Ingeniería en Informática, aunque se ha recibido confirmación de la Secretaría de Estado para la Sociedad de la Información y la Agenda Digital de la voluntad del Ministerio de informar positivamente en relación con la inclusión de los Ingenieros en Informática e Ingenieros Técnicos en Informática en el *Anexo VIII* del Real Decreto 1837/2008 [259].

Desde un primer momento, la adaptación de los títulos de Ingeniería en Informática tuvo que pasar de la estructura de títulos de ciclo corto (tres años) y de ciclo largo (usualmente cinco años, aunque había alguna oferta de cuatro años), con posibilidad de pasar del título de ciclo corto al segundo ciclo de la carrera larga, a la estructura de 4+1.

Además, tradicionalmente en el campo de las ingenierías, las especialidades solían darse en los primeros ciclos, con títulos de ingenieros técnicos con subtitulo de especialidad mientras que los segundos ciclos y títulos superiores tenían un carácter generalista.

Son varios los interrogantes que aparecen en este momento, ¿debe la Ingeniería en Informática seguir la estela del resto de las ingenierías para no perder el lugar entre ellas que tanto ha costado conseguir y que aún no se ha visto reflejada en un contexto de regulación profesional?, ¿debe la Ingeniería en Informática aprovechar su situación de privilegio en la sociedad del siglo XXI para apostar por un grado generalista y diversos másteres que puedan aportar especialización en función de las demandas sociales y tecnológicas de cada momento?, ¿se debería volver a apostar por una estructura de 3+2, de cara a otorgarle un mayor peso al máster tal y como sucedía con la estructura previa al EEES?

Estos y otros problemas están encima de la mesa de la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería en Informática (CODDI - http://coddii.org/) y del Consejo General de Colegios Profesionales de Ingenieros en Informática (CCII - https://www.ccii.es/) [260].

El sector profesional y el académico buscan soluciones en un contexto en el que claramente se necesitan muchos profesionales del sector de la Ingeniería en Informática, pero remuneración de los puestos de trabajo no va siempre unida al nivel de estudios del trabajador. En la situación anterior al EEES, aunque no tuviera una relación directa, los niveles de los puestos de trabajo de las Administraciones Públicas marcaban un cierto ejemplo sobre la diferenciación entre los titulados superiores y los titulados medios, lo cual quedó roto al tomar el título de Grado como requisito general para acceder al nivel más alto de la Administración Pública, con la excepción de tareas reguladas por el ejercicio de la profesión que quedarán dentro de las atribuciones profesionales de un determinado máster.

Se sufre, de nuevo, que las ingenierías en general y la Ingeniería en Informática en particular tienen aún reciente su incorporación al sistema universitario y la transformación de una gran parte de los estudios profesionales en universitarios. A raíz de ello, en la universidad española coexisten facultades y escuelas, unas veces conviviendo en la misma universidad y otras distinguiendo entre universidades literarias y universidades politécnicas. A pesar de ello, el sistema universitario español es aún demasiado uniforme, que tiene como consecuencia la existencia de un único modelo de universidad, en cuanto a objetivos y organización, aun a sabiendas que no sirve la misma estructura para una Facultad de Medicina, para una Facultad de Derecho, para una Escuela de Arquitectura o para una Escuela de Ingeniería en Informática. Se debería tener en cuenta que los centros universitarios, en función de sus objetivos, requerirán contenidos más profesionales o más científicos, una formación más aplicada o más teórica, más relacionada con el desarrollo profesional o con tareas de creación y transmisión de conocimientos. Se trataría de favorecer la diversificación, pero siempre integrada en un proyecto educativo común. En palabras de los profesores Embid y Michavila [261]:

> *En la actualidad no hay demasiadas universidades, pero sí que puede encontrase excesivo parecido entre ellas. La incorporación en las dos últimas décadas de casi toda la enseñanza superior genera una necesidad creciente, en contrapartida, de diversificación y flexibilización: se trataría de que pudiesen coexistir universidades o centros de investigación, con una orientación científica, y otras universidades u otros centros de perfil más profesional, concebidos exclusivamente para la enseñanza. Hay que eliminar rigideces*

> *estructurales y el carácter homogéneo – innecesario – que representa el marco único de campus universitario, dotándole de una estructura en holding. Así se posibilitaría dentro de una misma universidad la existencia de centros más científicos y centros más profesionales.*

Esta diversidad, referida al campo de la Ingeniería en Informática, es la que debería explotar cada universidad en función de su contexto y teniendo en cuenta el concepto de formación permanente, a la vez que se apuesta por la definición de un título fuerte y de referencia nacional para conseguir la regulación y el reconocimiento que le corresponde por su peso y relevancia en la sociedad actual.

2.2. La Universidad Española

2.2.1. El marco legislativo

La Ley de Reforma Universitaria de 1983 [262], conocida como la LRU, supuso una reforma de la Universidad y de la enseñanza superior en España, así como el desarrollo de la autonomía universitaria que recoge el *Artículo 27* de la Constitución Española [67], que procura la libertad académica (de docencia y de investigación), la autonomía estatutaria o de gobierno, la autonomía financiera y la capacidad de seleccionar y promocionar el profesorado. Una vez desarrollados aspectos como el régimen estatutario de las universidades, su organización en departamentos o el régimen de profesorado, se acometió la ordenación académica de las enseñanzas y el desarrollo normativo pertinente [263]. Dicha reforma empieza a efectuarse a partir de 1985 con la constitución del Consejo de Universidades, organismo al que el *Artículo 28.1* de la LRU atribuyó la competencia de "proponer los títulos de carácter oficial y de validez en todo el territorio nacional, así como las directrices generales de los planes de estudios que deberán cursarse para su obtención y homologación" [262].

La LRU representó la democratización de la universidad española dotándola de autonomía y concibiéndola como un servicio público, al mismo tiempo que constituyó un acercamiento de la misma a los ciudadanos y generalizó el acceso de un número creciente de estudiantes a las aulas, lo que dio lugar a lo que hoy se conoce como una universidad de masas o abierta. Al mismo tiempo supuso un incremento e intensificación de la investigación en España. Con el paso del tiempo y tras dieciocho años de existencia, la realidad social de España no era la misma y se hizo necesaria una nueva ley que, en parte, corrigiera los defectos y supliera las carencias que se habían detectado. Era el momento de un nuevo impulso para emprender una nueva

etapa de la Universidad Española [264], lo que dio origen a la Ley Orgánica de Universidades [253], conocida como la LOU, que fue aprobada por el Pleno del Congreso de los Diputados el 21 de diciembre de 2001.

Aunque existía una atmósfera favorable para la renovación del sistema universitario, no se supo recoger el sentir generalizado de los principales actores de la vida universitaria y recibió la protesta de numerosos colectivos sociales, con lo que se desperdició una oportunidad inmejorable de realizar una reforma consensuada de la educación superior española. Así, para solucionar deficiencias en su funcionamiento e incorporar algunos elementos que mejoren la calidad de las universidades españolas, el 12 de abril se aprueba la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Universidades [265], conocida como la LOMLOU (que se ve modificada a su vez por el Real Decreto 1312/2007 [266] y el Real Decreto 1313/2007 [267], de 5 de octubre, para establecer la acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios y regular el régimen de los concursos de acceso a cuerpos docentes universitarios, respectivamente).

Por tanto, las universidades españolas se rigen, por la LOU (2001), la LOMLOU (2007)[5] y las normas que dicten el Estado y las Comunidades Autónomas, en el ejercicio de sus respectivas competencias.

La normativa referida a la universidad y los estudios universitarios a nivel estatal se concreta en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Normativa a nivel estatal en materia de universidad y estudios universitarios. Fuente: Adaptado de [17]

Legislación a nivel estatal en materia de universidad y estudios universitarios		
Legislación básica sobre universidades a nivel estatal	LEY ORGÁNICA 6/2001, de 21 de diciembre de Universidades	[253]
	LEY ORGÁNICA 4/2007, de 12 de abril por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001 de 21 de diciembre de Universidades	[265]
Legislación básica de acceso a estudios universitarios	REAL DECRETO 412/2014, de 6 de junio por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado	[268]
	REAL DECRETO 1640/1999, de 22 de octubre; modificado y completado por el REAL DECRETO 990/2000, de 2 de junio; modificado por el REAL DECRETO 1025/2002, de 4 de octubre por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios	[269-271]
	REAL DECRETO 69/2000, de 21 de enero, por el que se regulan los procedimientos de selección para el ingreso en los centros universitarios de los estudiantes que reúnan los requisitos legales necesarios para el acceso a la universidad	[272]
	REAL DECRETO 1742/2003, de 19 de diciembre, por el que se establece la normativa básica para el acceso a los estudios universitarios de carácter oficial	[273]

[5] Que es la norma de mayor rango legal existente y que afecta a todo el ámbito de la educación superior en España.

Legislación a nivel estatal en materia de universidad y estudios universitarios		
	REAL DECRETO 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a la Universidades Públicas Españolas	[274]
	ORDEN EDU/1434/2009, de 29 de mayo, por la que se actualizan los anexos del Real Decreto 1892/2008 de 14 de noviembre	[275]
	RESOLUCIÓN de 14 de marzo de 2008, por la que se dictan instrucciones para el acceso de los alumnos procedentes de sistemas educativos de aplicación del artículo 38.5 LOE 2/2006, de 3 de mayo	[276]
	RESOLUCIÓN de 30 de marzo de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se dictan instrucciones para el acceso de los alumnos procedentes de sistemas educativos de aplicación del artículo 38.5 LOE 2/2006, de 3 de mayo	[277]
	ORDEN EDU/1247/2011, de 12 de mayo, por la que se modifica la ORDEN EDU/1434/2009, de 29 de mayo, por la que se actualizan los Anexos del REAL DECRETO 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas	[278]
Legislación básica sobre estudios universitarios	ORDEN ECI/2514/2007, de 13 de agosto, sobre expedición de títulos universitarios oficiales de Máster y Doctor	[279]
	REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales	[51]
	REAL DECRETO 1509/2008, de 12 de septiembre, por el que se regula el Registro de Universidades, Centros y Títulos	[280]
	REAL DECRETO 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado	[281]
	REAL DECRETO 43/2015, de 2 de febrero, por el que se modifica el REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales	[282]

2.2.2. Concepto y misión

Para poder concretar el trabajo dentro de una institución tan compleja como es la Universidad, primero es preciso definir su misión. Así, al valorar con posterioridad la realidad actual puede plantearse la necesaria reforma desde lo que es hacia lo que debiera ser.

Recientemente, se ha definido la universidad como una institución autónoma que, de modo crítico, produce y transmite la cultura por medio de la investigación y la enseñanza, cuya práctica se basa en los valores de independencia moral y científica frente a cualquier poder público [283].

La universidad ha desempeñado y desempeña un papel clave en el desarrollo y avance de la sociedad, por tanto, debe tener un cuidado especial al llevar a cabo sus actividades. La universidad es una institución de servicio público, además de ser también un factor de transformación y progreso social. También es cierto que debe adaptarse a las necesidades de la sociedad en la que se integra, la cual está en continuo movimiento ya que esta se estancaría sin los necesarios estímulos de cambio. Su finalidad en el ámbito educativo no es solo proporcionar información, sino conseguir una formación integral de los estudiantes de cara al desempeño eficaz de su futura

actividad profesional. Su actividad, así como su autonomía, se fundamentan en el principio de la libertad académica, que se manifiesta en las libertades de cátedra, de investigación y de estudio.

Desde sus orígenes en la Edad Media, la *función primordial* de la universidad ha sido la de planificar, coordinar y trasmitir conocimiento. Sin embargo, no es hasta el siglo XIX cuando se plantean las bases de una universidad libre respecto a la docencia, el aprendizaje y la investigación, de acuerdo con unos principios más racionales que empíricos. A lo largo del siglo XX y desde el punto de vista de España, la universidad ha pasado por varias etapas: desde la subordinación al Estado cuando predominaba una concepción elitista de la cultura superior, hasta alcanzar una autonomía plena y, en algunos casos, una estructura masificada de la enseñanza. La autonomía, recogida en el *Artículo 27.10* de la Constitución [67] y desarrollada posteriormente en leyes, tiene como finalidad la defensa de la libertad de enseñanza, de investigación y de estudio; esta es ejercida mediante una estructura de poder colegial de gran participación representativa y directa. De este modo, la autonomía se interpreta como la capacidad de acción e iniciativa de la institución y como una obligación de rendir cuentas a los agentes sociales que la sustentan. Ello no impide que la universidad, como consecuencia de su autonomía, tenga una gran capacidad de autogestión y, por tanto, la posibilidad de actuar libremente sobre decisiones que afectan a su futuro dentro de las normas que la sociedad civil, a través de sus representantes elegidos, le imponga [283].

Iniciada la primera década del siglo XXI, esta finalidad se ha reformulado, con la pretensión de desarrollar unas competencias generales y transferibles, así como otras más específicas, derivadas de un cuerpo de conocimientos técnicos. Todo ello ha dado lugar a cambios organizativos sustanciales que no afectan, exclusivamente, a la metodología de enseñanza, sino que también repercuten en los procesos de aprendizaje y en la evaluación. No es el momento de hacer un balance de la historia de la universidad, pero sí recordar, según José-Ginéz Mora [68] que los modelos de organización de las universidades se pueden agrupar en tres tipos:

- El modelo alemán, o humboldtiano, se organizó mediante instituciones públicas, con profesores funcionarios y con el conocimiento científico como meta de la universidad. En ella, el objetivo era formar personas con amplios

conocimientos, no necesariamente relacionadas con las demandas de la sociedad o del mercado laboral.

- El modelo francés, o napoleónico, tuvo por objetivo formar a los profesionales que necesitaba el estado-nación burocrático recién organizado en la Francia napoleónica. Las universidades se convirtieron en parte de la administración del Estado para formar a los profesionales que este necesitaba. Los profesores se harían funcionarios públicos y las instituciones estarían al servicio del Estado más que al de la sociedad.
- El modelo anglosajón, al contrario de los dos anteriores, no convirtió en estatales a las universidades, de forma que se mantiene el estatuto de instituciones privadas que todas las universidades europeas tenían hasta principios del siglo XIX. En estas universidades el objetivo central fue la formación de los individuos, con la hipótesis de que personas bien formadas en un sentido amplio serían capaces de servir adecuadamente las necesidades de las empresas o las del propio Estado.

La universidad en España es un caso de modelo napoleónico, por más que las reformas de la LRU la apartaron de ese modelo. Sin embargo, a pesar de la autonomía y de la separación formal del Estado, las universidades españolas siguen teniendo un fuerte carácter funcionarial, con un gobierno burocrático y con una fuerte orientación profesionalizante. Con el EEES se está poniendo de manifiesto un cambio de contexto, concretado en el ámbito europeo, que lleva a un nuevo modelo de universidad caracterizado por la globalización (se compite en un entorno global), por la universalidad (se sirve a todos y en todo momento) y por la necesidad de dar respuesta a las nuevas demandas de la sociedad del conocimiento.

A pesar de su larga data, las funciones básicas de la enseñanza universitaria, tal y como se concibe en la actualidad, fueron establecidas por José Ortega y Gasset en su trabajo *Misión de la universidad* [64]. Estas funciones son:

- Transmisión de cultura, entendida esta como sistema de ideas vivas de una época.
- Preparación para el ejercicio profesional.
- Realización de investigación científica y educación de nuevos hombres de ciencia.

Estas funciones de la universidad propuestas por Ortega y Gasset, no solo no han perdido vigencia, sino que se encuentran recogidas en la LOU, al afirmar en su preámbulo [253]:

> *No de menor magnitud ha sido la transformación tan positiva en el ámbito de la investigación científica y técnica universitaria, cuyos principales destinatarios son los propios estudiantes de nuestras universidades, que no solo reciben en estas una formación profesional adecuada, sino que pueden beneficiarse del espíritu crítico y la extensión de la cultura, funciones ineludibles de la institución universitaria.*

En su *Artículo 1 Funciones de la Universidad* (*Título Preliminar. De las funciones y autonomía de las universidades*) se concretan las funciones de la universidad española al servicio de la sociedad en [253]:

> *a) La creación, desarrollo, transmisión y crítica de la ciencia, de la técnica y de la cultura.*
> *b) La preparación para el ejercicio de actividades profesionales que exijan la aplicación de conocimientos y métodos científicos y para la creación artística.*
> *c) La difusión, la valorización y la transferencia del conocimiento al servicio de la cultura, de la calidad de la vida, y del desarrollo económico.*
> *d) La difusión del conocimiento y la cultura a través de la extensión universitaria y la formación a lo largo de toda la vida.*

Igualmente, en su *Artículo 31.1* (*Título V. De la evaluación y acreditación*) se establecen los fines como fines de la política universitaria los objetivos siguientes [253]:

> *a) La medición del rendimiento del servicio público de la educación superior universitaria y la rendición de cuentas a la sociedad.*
> *b) La transparencia, la comparación, la cooperación y la competitividad de las Universidades en el ámbito nacional e internacional.*
> *c) La mejora de la actividad docente e investigadora y de la gestión de las Universidades.*
> *d) La información a las Administraciones públicas para la toma de decisiones en el ámbito de sus competencias.*

e) *La información a la sociedad para fomentar la excelencia y movilidad de estudiantes y profesores.*

Respecto a la función docente, en su *Título VI. De las enseñanzas y títulos*, en su *Artículo 33* establece que [253]:

1. *Las enseñanzas para el ejercicio de profesiones que requieren conocimientos científicos, técnicos o artísticos, y la transmisión de la cultura son misiones esenciales de la Universidad.*
2. *La docencia es un derecho y un deber de los profesores de las Universidades que ejercerán con libertad de cátedra, sin más límites que los establecidos en la Constitución y en las leyes y los derivados de la organización de las enseñanzas en sus Universidades.*
3. *La actividad y la dedicación docente, así como la formación del personal docente de las Universidades, serán criterios relevantes, atendida su oportuna evaluación, para determinar su eficiencia en el desarrollo de su actividad profesional.*

Asimismo, en su *Artículo 43* (*Acceso a la Universidad, Título VIII. De los estudiantes*), reconoce e*l estudio en la Universidad como un derecho de todos los españoles en los términos establecidos en el ordenamiento jurídico* [253]. En consecuencia, señala en el *Artículo 46*, respecto a los derechos y deberes de los estudiantes, que [253]:

1. *El estudio es un derecho y un deber de los estudiantes universitarios.*
2. *Los Estatutos y normas de organización y funcionamiento desarrollarán los derechos y los deberes de los estudiantes, así como los mecanismos para su garantía. (...)*
3. *En las Universidades públicas, el Consejo Social, previo informe del Consejo de Coordinación Universitaria, aprobará las normas que regulen el progreso y la permanencia en la Universidad de los estudiantes, de acuerdo con las características de los respectivos estudios.*
4. *Los estudiantes gozarán de la protección de la Seguridad Social en los términos y condiciones que establezca la legislación vigente.*

2.2.3. Organización de los estudios oficiales

El sistema universitario español engloba, en función de su titularidad, universidades públicas y privadas; y, en función del espacio, universidades presenciales y a distancia. Los títulos oficiales que se imparten se vinculan con las cinco ramas de conocimiento: *Artes y Humanidades*, *Ciencias*, *Ciencias de la Salud*, *Ciencias Sociales y Jurídicas* e *Ingeniería y Arquitectura*, a su vez, se estructuran en tres ciclos, como se resume en la Figura 2.1: *Grado*[6] (duración tres o cuatro años y 180 o 240 ETCS, respectivamente[7]), *Máster* (de uno a dos años de duración y con una horquilla de 60 a 120 ECTS), y *Doctorado* (de tres, a tiempo completo, a cinco años, a tiempo parcial [281]).

Figura 2.1. Organización de la enseñanza universitaria oficial

Inicialmente, en España se tomó la directriz general de que la duración de los títulos de grado fuera de cuatro años y uno para los de máster [51], pero esta no fue la tónica mayoritaria en el resto de los países del EEES, en los que se apostó más por una estructura de tres años para el grado y dos años para el máster.

Aunque se ha producido un fuerte proceso de convergencia en las estructuras de los programas de grado, no existe un único modelo dentro de nivel en el EEES (véase la

[6] Los estudios de grado, a su vez, se estructuran en: asignaturas de formación básica (mínimo 60 ECTS), asignaturas obligatorias, asignaturas optativas (máximo 60 ECTS), Trabajo Fin de Grado (mínimo seis ECTS y máximo treinta ECTS) y reconocimiento de prácticas externas (máximo de seis ECTS).
[7] Con las excepciones de Medicina (360 ECTS, seis años) y Farmacia, Arquitectura, Odontología y Veterinaria (300 ECTS, cinco años).

Figura 2.2). La tendencia es caminar hacia un modelo híbrido, de formar que la mayoría de los países ofertan una combinación de títulos de grado de 180 y 240 créditos ECTS, con frecuencia acompañados por programa de otras duraciones. Sí se constata, en comparación con respecto al estado de la implantación en 2012 [284], una ligera tendencia de los países a abandonar el modelo de 180 ECTS, aunque sigue siendo este el modelo más extendido y al que se ajustan el 58% de los programas, en comparación con el 37% que representan los de 240 créditos ECTS [252].

Bélgica (comunidad flamenca), Francia, Italia, Liechtenstein y Suiza solo ofertan títulos de grado de 180 créditos ECTS. También puede observarse una predominancia del modelo de 180 créditos ECTS en Albania, Bélgica (comunidad francesa), la República Checa, Luxemburgo, Montenegro, Noruega, Eslovaquia, Eslovenia y Suecia.

Figura 2.2. Porcentaje de programas de grado con una carga de 180 créditos ECTS, 210 créditos ECTS, 240 créditos ECTS y con otro número distinto de créditos, 2013/14. Fuente: [252] (p. 52)

La estructura de 240 créditos ECTS es la única que se oferta en Chipre, Georgia, Kazajistán, España y Turquía, mientras que, en Azerbaiyán, Armenia, Bulgaria, Macedonia, Rusia, España y el Reino Unido (Escocia) más del 75% de los programas se ajustan al modelo de 240 ECTS, que también es el más frecuente en Holanda, donde, aunque el porcentaje de programas de 240 ECTS es del 45%, el número de estudiantes matriculados en ellos alcanza el 70%.

El modelo de 210 créditos ECTS no está muy extendido en el EEES. No obstante, su porcentaje es significativo en cinco países: Dinamarca (35%), Finlandia (39%), Alemania (22%), Hungría (31%) y Polonia (25%). En la mayoría de estos países la estructura de 210 ECTS se utiliza en los programas de grado de tipo profesional, donde

hasta 30 de los créditos ECTS están destinados a prácticas profesionales o en empresas.

Prácticamente la mitad de los países (23) confirman que los programas académicos y profesionales tienen una estructura diferente en sus sistemas educativos, por ejemplo, una duración distinta. En el grado los programas profesionales tienden a ser más largos. Este es el caso de Dinamarca, Estonia, Finlandia, Hungría, Letonia y Holanda, donde los programas profesionales tienen una carga de 210 o 240 créditos ECTS, mientras que los de tipo académico normalmente requieren 180 créditos ECTS. Puede encontrarse el caso contrario en Bulgaria, donde los de tipo académico requieren 240 créditos ECTS, mientras que los profesionales son solo de 180 ECTS.

Algunos países presentan estructuras diferentes para programas que conducen a profesiones reguladas, en particular los que se rigen por las directivas de la UE 2005/36/EC [285] y 2013/55/EU [286].

En lo referente a los estudios de máster, la configuración más extendida es la de 120 ECTS, presente en 43 sistemas de educación superior, como se puede apreciar en la Figura 2.3.

Figura 2.3. Porcentaje de programas de máster con una carga de 60-75, 120 u otro número de créditos ECTS, 2013/14. Fuente: [252] (p. 53)

El modelo de 120 ECTS es el único en Azerbaiyán, Francia, Georgia, Italia, Liechtenstein y Luxemburgo, y se utiliza en más del 75% de los programas de otros 22 países. Desde 2012 [284], Albania, Armenia y Turquía han diversificado su oferta de programas de máster, que anteriormente se ceñía exclusivamente al modelo de 120 ECTS. De media en el EEES, el 65% de todos los programas de segundo ciclo

concuerdan con la estructura de 120 créditos ECTS. La configuración de 60 a 75 créditos ECTS se emplea en el 16% de los programas, mientras que el 13% del total de programas de máster se componen de 90 créditos ECTS. El 6% de los programas tienen otras duraciones. En el Reino Unido (Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte), aunque no se dispone de datos a nivel central, el modelo más habitual es del de 90 créditos ECTS para los programas académicos de máster.

El modelo de 60-75 créditos ECTS está presente en 26 países y es el predominante en Montenegro, Serbia y España. Se percibe una disminución respecto a 2012 [284], cuando era el predominante en ocho sistemas. La configuración en 90 créditos ECTS está menos generalizada: solo aparece en 22 sistemas y es la más habitual en tres países, Chipre, Irlanda y el Reino Unido (Escocia), igualmente se tiene una disminución frente a 6 países en 2012 [284]. En 19 sistemas de educación superior también hay programas de máster con una carga de trabajo distinta de los 60-75, 90 o 120 créditos ECTS. Mientras que en grado los programas de carácter profesional suelen ser más largos que los de tipo académico, en máster la tendencia es la contraria: los programas profesionales tienden a ser más breves.

Si se analizan conjuntamente los programas de grado y máster, la carga total de trabajo para el estudiante varía considerablemente. Aunque la combinación más frecuente es de 180 créditos ECTS (grado) sumados a 120 créditos ECTS (máster), es posible encontrar hasta 12 configuraciones diferentes desde 240 créditos ECTS ("3+1") a 360 créditos ECTS ("4+2"), tal como se refleja en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Posibles combinaciones de créditos de grado y máster. Fuente: Adaptado de [252] (p. 54)

Créditos ECTS Grado	Créditos ECTS Máster	Total ECTS	Créditos ECTS Grado	Créditos ECTS Máster	Total ECTS
180	60	**240**	210	90	**300**
180	75	**255**	210	120	**330**
180	90	**270**	240	60	**300**
180	120	**300**	240	75	**315**
210	60	**270**	240	90	**330**
210	75	**285**	240	120	**360**

La diferencia más extrema se sitúa en 120 créditos ECTS o dos años completos de estudio. No obstante, el reconocimiento de títulos expedidos cuya carga de créditos es considerablemente inferior a la del país en el que se solicita la convalidación puede llevar a los evaluadores a cuestionarse si los resultados del aprendizaje de dichas titulaciones pueden equipararse a los del país de acogida. Por este motivo, unas diferencias muy elevadas en la carga total de trabajo de las titulaciones de grado y máster pueden causar problemas a la hora de convalidar los títulos.

Tal como se indica en la Figura 2.4, 36 de los 47 sistemas de educación superior regulan la carga mínima de créditos de los dos ciclos. De los 36 países que han establecido un mínimo, 31 establecen la cifra de 300 créditos ECTS. Algunos países subrayan que el total de 300 ECTS permite la coexistencia de varias combinaciones de programas de grado y máster (por lo general "3+2" y "4+1"). Georgia y Azerbaiyán han establecido incluso una carga de trabajo mayor (360 y 330 créditos ECTS respectivamente). Suiza ha fijado un mínimo de 270 créditos ECTS. Por último, Bélgica, la República Checa, Grecia, Países Bajos y Portugal exigen al menos 240 créditos ECTS ("3+1"), aunque en Bélgica (Comunidad francesa) la duración combinada más frecuente es de 300 créditos ECTS. Moldavia regula la carga máxima de trabajo del primer y segundo ciclo conjuntamente en 330 créditos ECTS.

Figura 2.4. Duración mínima conjunta de los programas de grado y máster, establecida a nivel nacional, 2013/14. Fuente: [252] (p. 55)

La convergencia en cuanto a la duración de los programas es muy heterogénea en el propio EEES. Como se ya se ha mencionado, en España se reguló una duración general de "4+1" para sus títulos oficiales [51]. Sin embargo, el Real Decreto 43/2015 [282] abre otra vez el debate al permitir que sean las universidades las que elijan si sus grados tendrán una duración de 180 o 240 ECTS, lo cual, en principio, puede acabar siendo un

tanto caótico si dentro de un mismo país se permitiera la existencia del mismo título con diferente carga de créditos, por más que el modelo se plantee como flexible[8].

En la introducción del Real Decreto 43/2015 se justifica la necesidad de cambio con objeto de "garantizar la internacionalización de los estudiantes y nuestros egresados universitarios" [282]. También se plantea la necesidad de homogeneizar, en los casos en los que sea conveniente, la duración de los estudios con la de países del entorno de España. En esa introducción al Decreto se indica, además, algo que deja abierta la posibilidad a cambios en la estructuración de los grados que habiliten para profesiones reguladas, se dice que, en esos casos "el Gobierno establecerá las condiciones a las que deberán adecuarse los correspondientes planes de estudio que, deberán ajustarse, en su caso, a la normativa europea aplicable" [282].

Los principales cambios que plantea el Real Decreto 43/2015 y sus posibles implicaciones son [287]:

- Buscar grados de carácter más generalista y que la especialización se produzca realmente en el máster. La modificación del *Artículo 12* del Real Decreto 1393/2007 [51] abre las puertas a la posibilidad de definir planes de estudio de grado con una carga de entre 180 y 240 créditos, lo cual ha sido una de las mayores críticas por parte de la comunidad universitaria. En caso de que opten por grados de menos de 240 créditos deberán arbitrar "mecanismos que complementen el número de créditos de Grado con el número de créditos de Máster, de manera que se garantice que la formación del Grado es generalista y los contenidos del Máster se orienten hacia una mayor especialización".
- A la hora de regular el reconocimiento de créditos, un aspecto que cambia es el reconocimiento de créditos de la misma rama (*Artículo 13, párrafo a*). Antes de la modificación a un estudiante que se cambiaba de estudios dentro de la misma rama se le reconocían al menos 36 créditos correspondientes a materias de formación básica de la rama, ahora podrían llegar a ser solo el 15% de 45 créditos (6,75 créditos). De esta manera, en algunos casos, se dificultaría la reorientación de los estudios ante una mala elección inicial por el estudiante.

[8] Ciertamente, esto ya existía, aunque en menor medida, antes de la implantación del Plan Bolonia, con estudios que en algunas universidades eran de cinco años y en otras de cuatro.

- En lo que se refiere a los programas de máster, el Real Decreto no plantea ningún cambio en su estructura, seguirán pudiéndose definir con planes de estudio de entre 60 y 120 créditos.
- Los cambios planteados en la estructura de titulaciones de grado tienen también su implicación en el acceso al doctorado, de manera que se produce también un cambio en el Real Decreto 99/2011 [281] por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado. En concreto, en el caso del acceso al doctorado los nuevos graduados de 180 créditos ECTS tendrían que necesariamente cursar un máster de 120 créditos, ya que se exige superar al menos 300 ECTS entre grado y máster.
- Se debe tener presente la disposición adicional por la que se establece que todas las medidas planteadas no podrán suponer incremento de dotaciones, retribuciones ni gastos de personal.

Las reacciones al Real Decreto 43/2015 han sido muchas. Por una parte, el ministerio con competencias en educación defiende que el cambio es oportuno y pertinente porque [287]:

- Hay una mayoría de países del EEES que tienen grados de tres años o que combinan grados de tres y cuatro años. Esto se ve reflejado en la Figura 2.5.

Grados de duración variable, a partir de 180 créditos
Otros

Figura 2.5. Distribución geográfica de los grados de duración variable en el EEES. Fuente: https://goo.gl/6hLxS1

- Existe una dificultad para algunos egresados españoles para el acceso a programas de doctorado en Europa por haber cursado másteres de 60 créditos.

- Los extranjeros que vengan a España con un grado de 180 créditos, también podrán adaptarse mejor.
- Se destaca que es un modelo flexible al que las universidades voluntariamente pueden acogerse. No garantiza más homogeneidad entre las universidades (una misma titulación podría tener duraciones diferentes en dos universidades). La capacidad de atracción de estudiantes por las universidades debería basarse en parámetros de calidad y no necesariamente en la duración de los estudios.
- Ahorro estimado de 150 millones de euros para las familias con el paso de los grados de cuatro a tres años, para esta estimación el ministerio con competencias en educación se basa en que actualmente únicamente un 20% de los graduados opta por seguir formándose en un máster y considera que esta situación no necesariamente debería cambiar con el nuevo esquema. Además, se argumenta que, generalmente, el acceso al máster se produce tras haberse incorporado al mercado laboral. Oficialmente se sostiene que solo en el 10% de los casos se pide un máster para acceder a un trabajo. Realmente estos números de continuación de estudios en el nivel superior no son los que se producen en otros países y resultan un tanto contradictorios con la idea varias veces repetida en el Real Decreto 43/2015 sobre el carácter generalista de los grados, que deja la especialización para los másteres.

También es interesante recoger algunas afirmaciones y conclusiones del Consejo de Estado derivadas de su Dictamen 1146/2014 [288] a la vista del borrador previo a la aprobación del Real Decreto 43/2015 [287]:

- La falta de estabilidad en la regulación de las enseñanzas durante los últimos años no parece beneficiar a la consecución de una educación de calidad en España y declara que sería deseable alcanzar un acuerdo general de las fuerzas políticas y sociales para dar más estabilidad al sistema.
- La flexibilidad que introduce la norma, puede generar disfunciones por la existencia de un mismo título con duraciones diferentes en distintas universidades.
- Se considera razonable que haya enseñanzas que puedan requerir tres años y otras cuatro. No obstante, plantea que se valore la exigencia de que un mismo título tenga la misma duración en todas las universidades.

- Parece difícil alcanzar la homogeneización con los países del entorno, perseguida con la modificación, cuando dentro de España podría darse el caso de que un mismo título tuviera una duración diferente en las distintas universidades.
- Se recomienda un plazo más largo para que la adaptación al nuevo sistema fuese más coordinada por las universidades.

Las reacciones contrarias al Real Decreto 43/2015 han sido muchas y variadas. El Partido Socialista Obrero Español (PSOE) se basó en el Dictamen 1146/2014 del Consejo de Estado para presentar en el Congreso de los Diputados una proposición no de ley en la que solicitaban que el Decreto no se aprobara sin un informe previo sobre los resultados del sistema actual y una evaluación de una comisión mixta con presencia de comunidades autónomas, rectores y estudiantes.

En general, las universidades, representadas por la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE) [289], no se oponen a un cambio en la estructura de las titulaciones, pero consideran que no se dan las condiciones necesarias ni la oportunidad para implantar en este momento un modelo distinto, aunque creen conveniente y de interés el estudio de forma rigurosa sobre cuál puede ser la mejor estructura de las titulaciones universitarias. Además, consideran que el cambio general realizado en 2010 para adaptarse al EEES aún no ha sido convenientemente valorado y analizado, por otra parte, preocupa coexistencia de grados de 180 y 240 créditos con la misma denominación y no se sabe con qué competencias, lo que puede llevar a dudas sobre el reconocimiento por parte de los empleadores y colegios profesionales de los títulos con diferentes duraciones y el acceso al mercado laboral por parte de los nuevos graduados con un menor tiempo de formación. Además, está el acceso a los másteres con competencias profesionales desde los grados de tres años y, a diferencia de lo expresado por el ministerio con competencias en educación, las universidades creen que, en la práctica, los estudiantes se verían obligados a cursar grado y máster, con el correspondiente coste social. Otro aspecto sobre el que también advierten es la saturación de las Agencias de Calidad, con acreditaciones de títulos actuales y verificaciones de los nuevos. En definitiva, la CRUE ha frenado la puesta en marcha de grados de tres años (180 ECTS) a la espera de acordar unas pautas comunes para la aplicación del Real Decreto 43/2015.

Igualmente, la CASUE (Comisión Académica Sectorial de Universidades Españolas) también alerta sobre "la sensación de confusión que puede producir en los empleadores y sociedad en general: actualmente conviven el sistema pre-Bolonia, con titulaciones de cinco años, con el nuevo sistema de cuatro años. Introducir un tercer sistema, cuando no está asentado el actual puede resultar muy confuso" [290].

Los representantes y asociaciones estudiantiles comparten muchas de las preocupaciones expresadas por la CRUE y la CASUE, como se desprende de las opiniones de la Conferencia de Representantes de Estudiantes de Universidades Públicas (CREUP), de la organización Estudiantes en Movimiento o del Sindicato de Estudiantes. Se destaca su preocupación por la coexistencia de tres sistemas distintos, la devaluación de los grados de 180 créditos ECTS, las mayores dificultades para el acceso al mercado laboral, el encarecimiento de los estudios y la preocupación por la igualdad de oportunidades ante los costes de los másteres.

2.2.4. Dimensión de la Universidad Española

Para cerrar este apartado se presenta un cuadro resumen en la Figura 2.6 que refleja la dimensión de la Universidad Española en el curso 2015-2016.

Figura 2.6. Dimensión de la Universidad Española (curso 2015-2016). Fuente: [291]

2.3. Las universidades de Castilla y León

El hecho de transferir en el año 1995 las competencias en materia universitaria del Estado a la Comunidad Autónoma de Castilla y León implicó, como es lógico, la creación de normas concretas que regulen el sistema universitario en la Comunidad Autónoma. En consecuencia, la Junta de Castilla y León, como gobierno regional, asumió funciones gestoras y creó un distrito universitario único que albergaba las nueve provincias de esta Comunidad Autónoma; de esta forma los estudiantes, independientemente de su lugar de residencia, podrían optar a estudiar en cualquiera de las cuatro universidades públicas: Universidad de Burgos, Universidad de León, Universidad de Salamanca, o Universidad de Valladolid.

En primer lugar, la normativa instaurada, en materia de universidades, en Castilla y León, alude a la creación de centros universitarios y a la autorización de enseñanzas universitarias en dicha región. Desde el Decreto 233/1995 [292], por el que *se crean o transforman centros y se autorizan enseñanzas en las Universidades en León, Salamanca y Valladolid*, hasta la Orden EDU/1006/2014 [293], por la que se *regula el reconocimiento de Unidad de Investigación Consolidada de Castilla y León*; pasando por el Decreto 141/1996 [294], por el que se *crean, transforman y adscriben centros y se autorizan estudios en las Universidades de Burgos, León y Valladolid*; el Decreto 226/1996 [295], por el que *se autorizan estudios y se crean, transforman o cambian de denominación Centros en las Universidades de Valladolid, León y Burgos*; el Decreto 19/1997 [296] y el Decreto 180/1997 [297], por el que *se autorizan estudios y se crean, transforman y cambian de denominación Centros en las Universidades de Salamanca, Valladolid, León y Burgos*; el Decreto 65/2013 [298], por el que se *regula la creación, modificación y supresión de las Escuelas de Doctorado en Universidades de Castilla y León.*

En segundo lugar, al entrar en vigor de la LOU [253], la Comunidad Autónoma de Castilla y León debe asumir nuevas competencias de coordinación y gestión universitaria.

Con la Ley 12/2010 se legislan el Consejo de Universidades de Castilla y León como "órgano colegiado de consulta y asesoramiento para la programación, ordenación y planificación universitaria, en orden a procurar la máxima coordinación académica entre las Universidades" [299, 300], organizado en un pleno y dos comisiones (Comisión Académica y Comisión de Consejos Sociales); la programación

universitaria de Castilla y León, la creación y reconocimiento de Universidades; la creación, reconocimiento, modificación y supresión de centros universitarios y enseñanzas; la adscripción de centros de enseñanza universitaria a universidades pública; la creación, supresión y adscripción de Institutos Universitarios de Investigación; y el registro de universidades, centros y enseñanzas, entre otros.

Al Pleno del Consejo de Universidades de Castilla y León se le atribuyen las siguientes funciones por el *Artículo 7. Funciones* de la Ley 3/2003 [301, 302]:

> *e) Conocer los proyectos de disposiciones normativas en materia de Universidades elaborados por la Comunidad.*
> *f) Conocer la Programación Universitaria de Castilla y León.*
> *g) Conocer las actividades de evaluación desarrolladas por la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León a que se refiere el Título IV de la presente Ley.*
> *h) Promover e impulsar programas conjuntos de actuación y elaborar estudios de interés común en el ámbito de la docencia, de la investigación, de la gestión de los servicios y de la difusión de la cultura.*
> *i) Apoyar mecanismos de coordinación interuniversitaria que favorezcan la participación de la sociedad en las Universidades para la ejecución de programas de interés general.*
> *j) Promover actividades que conduzcan a potenciar las relaciones de las Universidades con la sociedad.*
> *k) Elaborar una Memoria anual del sistema universitario de Castilla y León.*
> *l) Asesorar a la Consejería competente en todas las cuestiones de política universitaria que le sean sometidas a su consideración.*
> *m) Aprobar el Reglamento interno de organización y funcionamiento del Consejo de Universidades de Castilla y León.*
> *n) Informar, dentro de los límites que fije la Comunidad Autónoma, los criterios de asignación singular e individual de los complementos retributivos previstos en el artículo 69.3 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.*

A la Comisión Académica se le atribuyen las siguientes funciones por el *Artículo 7. Funciones* de la Ley 3/2003 [301, 302]:

a) *Conocer e informar los expedientes de creación y reconocimiento de Universidades, así como de creación, reconocimiento, modificación o supresión de centros e institutos universitarios.*
b) *Informar el Mapa de Titulaciones Oficiales de Castilla y León y la programación de oferta de enseñanzas de las Universidades, así como la planificación de estudios de interés para la Comunidad.*
c) *Proponer criterios para la determinación del número de plazas de cada titulación en las Universidades públicas.*
d) *Conocer e informar el sistema de financiación público de las Universidades.*
e) *Conocer e informar el programa plurianual de inversiones de la Junta de Castilla y León a que se refiere el artículo 39 de la presente Ley.*
f) *Conocer los Programas de Doctorado de las Universidades y valorar criterios para la organización conjunta de estos y de cursos de especialización para postgraduados y, en particular, sobre temas de especial relevancia en Castilla y León.*
g) *Asesorar en materia presupuestaria y financiera de las Universidades.*
h) *Conocer las directrices básicas a seguir por la Junta de Castilla y León y las Universidades en la ordenación de becas, créditos y ayudas, y en la regulación de precios públicos por la prestación de servicios académicos.*
i) *Conocer las actividades de extensión universitaria desarrolladas por las Universidades y las programadas por la Junta de Castilla y León, buscando la coordinación de todas ellas.*
j) *Apoyar y aunar esfuerzos en ofertas como las de Cursos de Verano que, presentados y coordinados adecuadamente, sirvan para lograr una mejor respuesta de las Universidades de la Comunidad a la demanda española y de los demás países.*
k) *Estudiar la difusión y divulgación de los programas de investigación del conjunto de las Universidades de la Comunidad, procurando su conexión externa.*
l) *Conocer e informar las condiciones generales del régimen de conciertos entre las Universidades y las Instituciones Sanitarias.*
m) *Estudiar la movilidad estudiantil tanto entre las Universidades de la Comunidad como con el resto de Universidades.*

n) Estudiar la movilidad del profesorado y del personal de administración y servicios entre las Universidades de la Comunidad.

o) Conocer los convenios interuniversitarios, así como los establecidos entre las Universidades y otras administraciones o instituciones.

p) Conocer de cualesquiera otros asuntos que le encomiende el Pleno del Consejo.

q) Conocer los estudios e informes que elabore la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León.

A la Comisión de Consejos Sociales se le atribuyen las siguientes funciones por el *Artículo 7. Funciones* de la Ley 3/2003 [301, 302]:

a) Colaborar en la búsqueda de mecanismos de coordinación interuniversitaria que favorezcan la ejecución de programas conjuntos de actuación.

b) Proponer todas aquellas actividades que conduzcan a potenciar las relaciones de las Universidades con la sociedad.

c) Impulsar la planificación estratégica de las Universidades.

d) Asesorar en materia presupuestaria y financiera de las Universidades.

e) Promover mecanismos para la aportación por la sociedad de recursos económicos destinados a apoyar las actividades universitarias.

f) Conocer de cualesquiera otros asuntos que le encomiende el Pleno del Consejo.

A nivel autonómico, en Castilla y León la enseñanza universitaria se regula por la normativa que se recoge en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Normativa a nivel autonómico en materia de universidad y estudios universitarios. Fuente: Adaptado de [17]

Legislación a nivel autonómico en materia de universidad y estudios universitarios		
Legislación básica sobre universidades autonómica (Castilla y León)	**LEY 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León**	[301, 302]
	LEY 12/2010, de 28 de octubre, por la que se modifica la LEY 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León	[299, 300]
Normas generales	**RESOLUCIÓN de 8 de abril de 2014**, del Rectorado de la Universidad de Valladolid, por la que se acuerda la publicación del procedimiento para la solicitud de adaptaciones en las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado en las Universidades Públicas de Castilla y León para estudiantes de Bachillerato o Ciclos Formativos de Grado Superior que presentan necesidades educativas especiales u otras debidamente justificadas	[303]

Legislación a nivel autonómico en materia de universidad y estudios universitarios		
	ORDEN EDU/213/2014, de 27 de marzo, por la que se desarrolla el Decreto 64/2013, de 3 de octubre, de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de Grado y Máster en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León	[304]
	DECRETO 67/2013, de 17 de octubre, por el que se desarrolla la regulación del régimen del personal docente e investigador contratado en las Universidades Públicas de Castilla y León	[305]
	DECRETO 64/2013, de 3 de octubre, de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de grado y máster en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León	[306]
	ORDEN EDU/411/2012, de 8 de junio, por la que se regula el procedimiento por el que las Universidades de Castilla y León pueden obtener autorización para la impartición de la formación equivalente a la formación pedagógica y didáctica exigida para aquellas personas que, estando en posesión de una titulación declarada equivalente a efectos de docencia, no pueden realizar los estudios de máster	[307]
	ORDEN EDU/419/2010, de 29 de marzo, por la que se determinan los porcentajes de plazas a reservar a determinados grupos de estudiantes en el procedimiento de admisión a la Universidad	[308]
	ORDEN EDU/2017/2009, de 15 de octubre, por la que se crea la comisión organizadora de las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado, y se regulan ciertos aspectos para el desarrollo de dichas pruebas. Corrección de errores publicada en BOCYL 11/08/2008. Modificada por ORDEN EDU/273/2011	[309-311]
	DECRETO 104/1997, de 8 de mayo, por el que se implanta el distrito único universitario de Castilla y León y se crea su Comisión coordinadora	[312]
	DECRETO 97/1987, de 24 de abril, por el que se establecen criterios reguladores de las convocatorias de ayuda a la investigación, proyectos y programas de investigación científica y técnica, formación de investigadores y becas	[313]
Centros y enseñanzas universitarios	**ORDEN EDU/1006/2014, de 21 de noviembre,** por la que se regula el reconocimiento de Unidad de Investigación Consolidada de Castilla y León	[293]
	DECRETO 65/2013, de 3 de octubre, por el que se regula la creación, modificación y supresión de Escuelas de Doctorado en Universidades de Castilla y León	[298]
	ORDEN EDU/995/2013, de 26 de noviembre, por la que se desarrolla el Decreto 65/2013, de 3 de octubre, por el que se regula la creación, modificación y supresión de Escuelas de Doctorado en Universidades de Castilla y León	[314]
	ACUERDO 109/2009, de 24 de septiembre, por el que se autoriza la implantación de Enseñanzas Universitarias oficiales en la Universidad de Valladolid	[315]
	DECRETO 180/1997, de 26 de septiembre, por el que se autorizan estudios y se crean, transforman y cambian de denominación Centros en las Universidades de Salamanca, Valladolid, León y Burgos	[297]
	DECRETO 19/1997, de 6 de febrero, por el que se autorizan estudios y se transforman Centros en las Universidades de Salamanca, León y Burgos	[296]
	DECRETO 226/1996, de 26 de septiembre, por el que se autorizan estudios y se crean, transforman o cambian de denominación Centros en las Universidades de Valladolid, León y Burgos	[295]
	DECRETO 141/1996, de 23 de mayo, por el que se crean, transforman y adscriben Centros y se autorizan estudios en las Universidades de Burgos, León y Valladolid	[294]
	DECRETO 233/1995, de 16 de noviembre, por el que se crean o transforman centros y se autorizan enseñanzas en las Universidades de León, Salamanca y Valladolid	[292]

Se enumeran las universidades, públicas (Tabla 2.5) y privadas (Tabla 2.6), de la Comunidad de Castilla y León, así como los estudios relacionados con la Ingeniería en Informática que se imparten en cada una (actualizados al curso 2017-2018).

Tabla 2.5. Universidades públicas de Castilla y León. Títulos relacionados con la Ingeniería en Informática que se imparten en la región

Logo institucional	Universidad	Campus Sede	Facultad	Títulos de Ingeniería en Informática
UNIVERSIDAD DE BURGOS Universidad de Burgos	Burgos (1994) http://www.ubu.es/	Burgos	Escuela Politécnica Superior	• Grado en Ingeniería Informática (Presencial) – https://goo.gl/KvdvJ4 • Grado en Ingeniería Informática (*Online*) – https://goo.gl/th8nkc • Máster Universitario en Ingeniería Informática (Presencial) – https://goo.gl/KXxnZv • Máster Universitario en Ingeniería Informática (*Online*) – https://goo.gl/41pKFA
Universidad de León	León (1979) https://www.unileon.es	León	Escuela de Ingenierías Industrial e Informática	• Grado en Ingeniería Informática – https://goo.gl/7VUfVK • Máster Universitario en Ingeniería Informática – https://goo.gl/KjDj8M • Máster Universitario en Investigación en Ciberseguridad – https://goo.gl/b2wJLs • Máster Universitario en Investigación en Ciberseguridad (*Online*) – https://goo.gl/7uuSiv • Programa de Doctorado en Ingeniería de producción y computación – https://goo.gl/B3drxh
VNiVERSiDAD D SALAMANCA Universidad de Salamanca	Salamanca (1218) http://www.usal.es/	Salamanca	Facultad de Ciencias	• Grado en Ingeniería Informática – https://goo.gl/Rpjd2n • Máster Universitario en Ingeniería Informática (Semipresencial) – https://goo.gl/6ueqBP, https://goo.gl/CzR8o3 • Máster Universitario en Sistemas Inteligentes – https://goo.gl/4B1bg4, https://goo.gl/7ksafC • Programa de Doctorado en Ingeniería Informática – https://goo.gl/Kj2aA5
		Zamora	Escuela Politécnica Superior de Zamora	• Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información – https://goo.gl/7YtR9y • Doble titulación de Grado en Ingeniería Informática de Sistemas de Información y en Información y Documentación – https://goo.gl/2SrKvQ

Logo institucional	Universidad	Campus Sede	Facultad	Títulos de Ingeniería en Informática
Universidad de Valladolid	Valladolid (1241) http://www.uva.es/	Valladolid	Escuela de Ingeniería Informática	• Grado en Ingeniería Informática – https://goo.gl/RsqggH • Doble titulación de Grado en Ingeniería en Informática y en Grado en Estadística – https://goo.gl/pdja2v • Máster en Ingeniería Informática – https://goo.gl/jDZp48, https://goo.gl/pzQZbP • Programa de Doctorado en Informática – https://goo.gl/SP149s
		Segovia	Escuela de Ingeniería Informática de Segovia	• Grado en Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones – https://goo.gl/7Udukt

Tabla 2.6. Universidades privadas de Castilla y León. Títulos relacionados con la Ingeniería en Informática que se imparten en la región

Logo institucional	Universidad	Campus Sede	Títulos de Ingeniería en Informática
Universidad Católica Santa Teresa de Jesús de Ávila	Universidad Católica de Ávila (1997) https://www.ucavila.es	Ávila	• Grado en Ingeniería de Sistemas de Información – https://goo.gl/uoJkfU
ie university	IE University (1997) https://www.ie.edu/es/universidad/home/	Segovia	• Grado en Gestión de Sistemas de Información – https://goo.gl/WyyFJE
Universidad Pontificia de Salamanca	Universidad Pontificia de Salamanca (1947) https://www.upsa.es/	Salamanca	• Grado en Ingeniería Informática – https://goo.gl/mvjscx • Máster Universitario en Diseño Gráfico y de Interface para nuevos dispositivos – https://goo.gl/BJ3Co3 • Máster Universitario en Informática Móvil – https://goo.gl/6QWqcL
Universidad Europea Miguel de Cervantes	Universidad Europea Miguel de Cervantes (2002) http://www.uemc.es/	Valladolid	• Grado en Ingeniería Informática – https://goo.gl/CnPGYo
Universidad Isabel I	Universidad Isabel I de Castilla (2011) https://www.ui1.es/	Burgos	• Grado en Ingeniería Informática – https://goo.gl/k9Wd54 • Doble Grado en Administración y Dirección de Empresas + Ingeniería Informática – https://goo.gl/vRgSWJ

2.4. La Universidad de Salamanca

La Universidad de Salamanca, fundada en 1218 por el rey Alfonso IX de León, es la institución académica en la que se circunscribe este Proyecto Docente e Investigador. Pertenece al sistema público universitario de Castilla y León. Se considera como la universidad más antigua en activo de las universidades españolas existentes y, dentro del marco europeo, fundada después de las universidades de Bolonia, París[9], Montpellier[10] y Oxford [316].

En el año de su octavo centenario, la Universidad de Salamanca cuenta con un prestigio tanto nacional como internacional. Esta conmemoración debe, por tanto, coadyuvar a través de la *exaltación de la cultura, científica y humanística*, a incrementar y reforzar, más aún, la presencia de la Universidad de Salamanca a nivel internacional.

En este sentido, cabe presentar la posición de la Universidad de Salamanca en diferentes rankings [317], concretamente, los últimos datos, referidos al año 2017, se resumen en el posicionamiento de la USAL en los siguientes rankings [318]:

- *Times Higher Education World University Rankings*. La USAL figura en la posición 601-800 del mundo y 12 de España entre las 29 instituciones españolas evaluadas. Asimismo, figura en la posición 301-400 del mundo en el ranking parcial sobre la rama de Artes y Humanidades.
- *ARWU – Ranking de Shanghai*. La USAL figura en el apartado de universidades candidatas, en la posición 701-800.
- *Ranking Web de Universidades*. La USAL figura en la posición 557 del ranking mundial, 227 de Europa, 18 de España, con el siguiente desglose por indicadores: Presencia: 258; Impacto: 653; Apertura: 652; y Excelencia: 651.
- *Scimago Institutions rankings*. La USAL figura en la posición global número 463 del ranking mundial.
- *QS World University Ranking*. La USAL figura en la posición 601-650 del mundo en la última edición de este ranking y en la posición 17 entre las universidades españolas evaluadas.

---

[9] La Universidad de París (Francia), creada en 1150, fue suprimida en 1793 y recreada en 1896. Después de las reformas de 1968-1971, la universidad se dividió en trece universidades independientes (https://goo.gl/eHucDx).
[10] La Universidad de Montpellier (Francia), creada en 1169, fue suprimida en 1793 y recreada en 1896, actualmente se encuentra dividida en tres universidades autónomas.

- *Ranking QS by subject*. La USAL entra en esta edición del ranking entre las mejores universidades del mundo en 9 materias, una más que en la edición del año anterior:
    - Artes y Humanidades:
        - *Modern Languages*: puesto 101-150 del mundo, que mantiene desde la edición de 2015. En España le corresponde la posición número 6.
        - *English Language & Literature*: puesto 151-200 del mundo, que mantiene desde la edición de 2015. En España ocupa la posición número 5.
        - *Linguistics*: puesto 151-200 a nivel mundial, que mantiene desde la edición de 2016. A nivel nacional le corresponde la posición número 6.
        - *Philosophy*: puesto 151-200 del mundo, que mantiene desde la edición de 2016. En España, la USAL ocupa el puesto número 7 en esta materia.
    - Ciencias:
        - *Biological Sciences*: puesto 351-400 del mundo. En España le corresponde la posición número 8. La USAL entra en esta edición por primera vez en el ranking *QS by subject* en esta materia.
    - Ciencias de la salud:
        - *Pharmacy & Pharmacology*: puesto 151-200 del mundo, que mantiene desde la edición de 2015. En España le corresponde la posición número 4.
        - *Medicine*: puesto 301-350 a nivel mundial, que mantiene desde la edición del año 2015 del ranking. En España le corresponde la posición número 9.
    - Ciencias Sociales y Jurídicas:
        - *Education*: puesto 201-250 a nivel mundial, que mantiene desde el año 2016. A nivel nacional le corresponde la posición número 6.
        - *Law*: puesto 201-250 del mundo. En España le corresponde la posición número 8. La USAL entra en esta edición del ranking

QS by subject en esta materia, en la que llevaba sin figurar desde 2014.

- *U-Ranking de las Universidades españolas*. En la edición del año 2017 la USAL figura en la posición número 15 de 31 en el ranking global de volumen, 14 de 28 en el ranking de docencia, 14 de 30 en el ranking de investigación y 17 de 29 en el ranking de innovación en lo que respecta a indicadores volumétricos. En los indicadores de rendimiento (ponderados en función de los recursos disponibles) la USAL figura en la posición 7 de 11 en el ranking global, 5 de 9 en el ranking de docencia, 8 de 14 en el ranking de investigación y 15 de 23 en el ranking de innovación.
- *Ranking CyD*. La USAL figura en el puesto 13 de España (del total de 69 instituciones analizadas) en el número de indicadores de alto rendimiento, con 14 indicadores de rendimiento elevado, 11 indicadores de rendimiento intermedio y 6 indicadores de bajo rendimiento. El desglose por dimensiones es el siguiente:
    - Enseñanza y Aprendizaje: la USAL figura en el primer puesto de España, junto con la universidad de Navarra, y tiene todos los indicadores de alto rendimiento en esta dimensión.
    - Investigación: la USAL figura en el puesto 46 a nivel nacional en el número de indicadores de alto rendimiento.
    - Transferencia de conocimiento: la USAL figura en el puesto 10 a nivel nacional en el número de indicadores de alto rendimiento, compartido con la universidad Ramón Llull.
    - Orientación internacional: la USAL figura en el puesto 13 a nivel nacional en el número de indicadores de alto rendimiento, lo que es una mejora significativa sobre la posición 27 que tenía en la pasada edición.
    - Asimismo, la USAL destaca en esta edición del ranking en las materias de Economía e Ingeniería Química.
- *Ranking CWTS Leiden*. La USAL figura en el puesto 607 del mundo, 236 en Europa, 18 de España en número de publicaciones absolutas indexadas en *Web of Science* en el período 2012-2015, que utiliza el método *full counting* del ranking por el que se otorga igual peso a todas las publicaciones en las que participa la institución. Por campos de conocimiento la clasificación es la siguiente:

- *Biomedical and Health Sciences*: puesto 14 a nivel nacional en número de publicaciones y 12 en el número de publicaciones en el TOP 10% más citado.
- *Life and Earth Sciences*: puesto 22 a nivel nacional en número de publicaciones y puesto 24 en número de publicaciones en el TOP 10% más citado.
- *Mathematics and Computer Science*: puesto 30 a nivel nacional en número de publicaciones y puesto 32 en número de publicaciones en el TOP 10% más citado.
- *Physical Sciences and Engineering*: puesto 24 a nivel nacional en número de publicaciones y puesto 23 en número de publicaciones en el TOP 10% más citado.
- *Social Sciences and Humanities*: puesto 15 a nivel nacional en número de publicaciones y puesto 13 en número de publicaciones en el TOP 10% más citado.

- *Ranking Las 50 Carreras de El Mundo*. La USAL figura en el puesto 14 a nivel nacional, que tiene en cuenta tanto universidades públicas como privadas, destacando en las siguientes materias:
  - Estudios ingleses: puesto 1 de España. La USAL recupera la primera posición a nivel nacional que había perdido la pasada edición.
  - Filología Hispánica: puesto 2 de España, lo que implica una mejora en una posición su anterior clasificación en esta materia.
  - Traducción e Interpretación: puesto 3 de España. La USAL mantiene el puesto de la pasada edición.
  - Farmacia: puesto 5 de España. La USAL mantiene el puesto de la pasada edición.
  - Bellas Artes: puesto 5 de España. La USAL figura representada por primera vez en el ranking en esta materia.
  - Historia del Arte: puesto 5 de España. La USAL figura representada por primera vez en el ranking en esta materia.
- *Ranking U-MULTIRANK*. La USAL consigue cinco indicadores con la más alta puntuación en este ranking: número de graduados en tiempo normativo en máster, número de empresas y *spin-offs*, publicaciones citadas en patentes, ingresos por transferencia y número de doctorados internacionales.

2.4.1. Historia de la Universidad de Salamanca

Coincide el desarrollo y defensa de este Proyecto Docente e Investigador con el octavo centenario de la Universidad de Salamanca (ver Figura 2.7) al recibir la carta fundacional real como Estudio General en 1218, lo que la convierte en la universidad activa más antigua de España (la primera en crearse en España fue el Estudio General de Palencia en 1208, pero fue disuelta alrededor de 1250) y una de las más antiguas del mundo que ha permanecido y permanece en activo (podría ser la cuarta o incluso la tercera, ver Figura 2.8) y fue la primera universidad europea en recibir el título de "Universidad" como tal, otorgado por el rey Alfonso X y el Papa en 1254 [319].

Figura 2.7. Pilar conmemorativo del octavo centenario de la Universidad de Salamanca en el que se tiene el lema "Decíamos ayer, diremos mañana" y se podía ver cuántos días quedaban para el octavo centenario y, en la actualidad, cuántos días quedan del octavo centenario. Fuente: Fotografía propia

La historia de la Universidad de Salamanca se puede decir que sigue una periodización convencional: etapa medieval, moderna y contemporánea. Durante la primera de ellas, la Universidad de Salamanca no es mucho más que una universidad jurídica y peninsular destacada. En los siglos modernos se convierte en la más afamada e influyente de la Monarquía Hispánica y, tras esta etapa clásica, se sume en un declive provinciano que, arrastrado por el siglo XIX, no se irá remontando sino en el curso del XX y principios del XXI.

Figura 2.8. Las universidades más antiguas del mundo. Fuente [320]

El breve recorrido histórico que aquí se presenta está extraído de las siguientes fuentes [316, 321-323].

2.4.1.1. Etapa medieval: Fundación y Consolidación

La Universidad de Salamanca fue fundada por Alfonso IX de León en 1218 con categoría de "Estudio General" de su reino.

Dentro del panorama europeo, la Universidad de Salamanca se fundó con posterioridad a otras Universidades destacadas como Bolonia, París, Montpellier u Oxford. Más aún, se inspira en modelos boloñeses, con lo que se sitúa dentro del tipo de las llamadas Universidades Meridionales de orientación jurídica, frente a la preferencia por la enseñanza de la teología o las artes que caracterizaban a París u Oxford, por ejemplo. Es, sin embargo, la más antigua de las universidades españolas hoy existentes, dada la efímera aparición de la Universidad de Palencia alrededor de 1208.

Es, por tanto, el título de "Estudio General" el que manifiesta la diversidad de sus enseñanzas, su característica no privada (abierto a todos) y la validez de sus graduaciones. La institución recibió en 1254 su Estatuto, otorgado por el rey Alfonso X el Sabio, así en el libro de *Las siete partidas* [324] se regula el funcionamiento de la institución. Se consolidaban, de este modo, 12 cátedras, con disciplinas de Derecho Canónico, Civil, Medicina, Lógica, Gramática y Música.

El espaldarazo final le llega en 1255, cuando el Papa Alejandro IV le otorga a la Universidad de Salamanca la *licentia ubique docendi*, con reconocimiento de la validez internacional de sus grados, salvo en París y Bolonia, restricción que es abolida en el año 1333, y el uso de un sello propio.

La organización institucional de este período medieval quedó consolidada a través de diversas constituciones pontificias; las del Papa Benedicto XIII (el Papa Luna) en 1381 y 1411, que fija las rentas de la Universidad y dota 24 cátedras, y las definitivas de Martín V en 1422, que elabora sus primeros estatutos, que seguirán rigiendo en sus capítulos esenciales hasta el siglo XIX.

Figura 2.9. Reyes Católicos en la Fachada de la Universidad. Fuente: Fotografía propia

A finales del siglo XV y durante el siglo XVI se estrecha la relación con la Monarquía, representada por los Reyes Católicos, que dotan a la Universidad de nuevos privilegios y estatutos. La iconografía de la fachada muestra esa relación de la Universidad con la

Corona (Figura 2.9), que ilustra su programa, erasmista, en opinión de algunos estudiosos, y contrapuesto al de Maquiavelo, en cuanto a la educación del príncipe cristiano: no se trata de conservar el poder por parte del tirano, sino de convertirlo en príncipe para la justicia y la paz.

Cristóbal Colón estuvo en Salamanca entre noviembre de 1486 y enero de 1487, siguiendo a los Reyes Católicos y su Corte. Los maestros del Estudio seguían con interés los avances de los portugueses en la costa atlántica. Entre ellos destacaba el astrónomo Abraham Zacut, de cuya obra *Almanaque Perpetuo* [325] se sabe que Colón disponía de un ejemplar. Bajo la inspiración de Zacut, Fernando Gallego empezó a pintar las figuras del zodiaco representadas en el Cielo de Salamanca (Figura 2.10), hoy en el Museo Universitario.

Figura 2.10. Cielo de Salamanca. Fuente: Fotografía propia

Respecto a la distribución de poderes, se aprecia una amplia participación estudiantil en el gobierno del Estudio, según el mencionado modelo boloñés: el rector es un estudiante, y le asesora un consejo de otros ocho escolares territorialmente representativos. Frente a ellos se van estructurando contrapesos progresivos, con introducción de influencias parisinas, tales como la participación de los profesores desde los claustros de diputados y plenos, claramente consolidados para el siglo XV. En concreto, el claustro de diputados se diseñó para conseguir un cierto equilibrio de poderes: diez de sus miembros eran catedráticos ordinarios o de propiedad y otros diez pertenecerían al profesorado auxiliar y a los graduados o simples estudiantes. Por lo

que respecta al Claustro Pleno, se trata de la asamblea máxima, con participación del rector, catedráticos, diputados y consiliarios estudiantes. A lo dicho hay que agregar la decisiva figura del maestrescuela catedral, vitalicio, representante del poder científico, juez del Estudio en lo civil y criminal, y en quien recae la potestad de la colación de grados. Finalmente, cabe señalar la existencia del primicerio o presidente del claustro de catedráticos.

La autonomía institucional se consigue por medio de una financiación peculiar. Se trata de una participación en los diezmos eclesiásticos a través de las tercias reales del obispado de Salamanca. Esto vincula la solidez económica con los ritmos agrarios del entorno, produciéndose agudas insuficiencias durante las convulsiones críticas del siglo XIV. Respecto a los repartos salariales, el profesorado jurista resulta el más favorecido proporcionalmente, lo que denota la destacada valoración de estas facultades en la época. Por lo demás, los profesores auxiliares o ayudantes no recibieron estipendios hasta alrededor del año 1439, y estos jerarquizados y diferentes según disciplinas, del mismo modo que las cátedras vitalicias. No obstante, el profesorado podía recurrir a complementos económicos a través de beneficios eclesiásticos.

El predominio continuó recayendo en las disciplinas canónicas, dada la asistencia mayoritaria de clérigos. Además, la Facultad de Teología comienza su funcionamiento entre 1381-1386 y se robustece desde principios del cuatrocientos; los teólogos podían cursar en la Universidad o en los Estudios conventuales de dominicos y franciscanos, con posibilidad de convalidaciones. Resta señalar, en este apartado, el hecho de que regentaban las diversas cátedras ordinarias doctores y licenciados, mientras que las cursatorias quedaban encomendadas a bachilleres.

El método pedagógico comprendía *lectiones*, *repetitiones* y *disputationes*, como en el resto de las Universidades Europeas del momento. Se trataba de comentarios analíticos sobre textos consagrados, conferencias magistrales públicas y ejercicios dialécticos. La lengua académica era el latín, lo que facilitaba los intercambios y la movilidad internacional. Las autoridades de referencia eran el derecho civil romano justinianeo (*corpus iuris civilis*) o el derecho pontificio medieval (*corpus iuris canonici*); así como los clásicos grecolatinos y Aristóteles. No existían exámenes de curso, sino pruebas finales o grados académicos: bachiller, licenciado y doctor. Hay que advertir, además, que Salamanca no impartió sus clases en edificios propios hasta el siglo XV y que, con

anterioridad, pululaban los maestros por dependencias catedralicias y locales dispersos, alquilados o cedidos.

Salamanca se constituye como uno de los más destacados centros universitarios hispanos medievales, junto a los de Coimbra, Valladolid y Lérida, principalmente. Predominaban en ellos las enseñanzas jurídicas y se produce cierta movilidad del alumnado por Universidades como Bolonia (Derecho), París (Teología) y Montpellier (Medicina).

El desarrollo jurídico contribuye a la conformación de las estructuras gubernativas de la Iglesia y del Estado, con un cierto talante autoritario-romanista. Los canonistas salmantinos llegan hasta la Curia romana o, junto a los teólogos, participan en concilios como los de Constanza y Basilea, a comienzos del cuatrocientos. Sin embargo, las posturas conciliaristas que allí defendieron se diluyeron posteriormente por el hecho de que la Universidad de Salamanca terminó subsistiendo gracias a una decidida protección Papal. Por ello, a lo largo del siglo XV, Salamanca se configura como una universidad dentro del sistema romanista y canónico; y, únicamente, desde fines de dicho siglo se aprecian algunos atisbos humanistas, en buena parte por influencias externas.

La Teología, por su parte, se mueve dentro de la ortodoxia, con raras excepciones, como la condena en 1479 de ciertas doctrinas del maestro Pedro Martínez de Osma sobre la penitencia. De otro lado, la abundancia de manuscritos científicos en algunos colegios, como el de San Bartolomé, vinculados a las cátedras de Filosofía Natural y Astrología, señalan un desarrollo importante de estas disciplinas, por lo menos en pequeños cenáculos. El panorama se completa con la existencia de una biblioteca central universitaria (Figura 2.11), que contaba con unos 200 volúmenes hacia 1470 y que debía abrirse a los estudiosos unas cuatro horas al día. La imprenta se introdujo, asimismo, en la ciudad hacia 1472, pero la dependencia universitaria respecto a las grandes imprentas y circuitos europeos se mantuvo a lo largo de los siglos XVI y XVII.

Figura 2.11. Biblioteca Histórica de la Universidad de Salamanca. Fuente: Fotografías propias

Una primera consideración, dentro de los aspectos sociales, recae en el hecho de que la universidad medieval excluyó sistemáticamente de sus aulas al potencial alumnado femenino. Y esto, que era cierto para toda Europa, lo era también para Salamanca. Pero no se debe tampoco pensar en grandes contingentes de escolares varones. Frente a los 10.000 matriculados que ostentaba Bolonia a fines del siglo XII, la Universidad de Salamanca de fines del XIV quizás alcanzara los 500 o 650, elevándose a unos 3.000 entrado el siglo XVI. En conjunto, predominaban los clérigos sobre los laicos, y entre aquellos los canónigos. Estos estudiantes se agrupaban en "naciones" o asociaciones de apoyo mutuo. En un principio debieron ser cuatro: una comprendería las diócesis

galaico-portuguesas; otra el resto de las leonesas; la tercera la provincia eclesiástica de Burgos; y la cuarta la provincia eclesiástica de Toledo. Para el siglo XV estas cuatro naciones se habían desdoblado en las 8 consiliaturas asesoras del rector. Por contingentes de procedencia, parece evidente un predominio de ambas Mesetas (sobre todo la Meseta Norte) y del Noroeste peninsular (Galicia-Asturias-Portugal); asimismo, se encuentran reducidas proporciones de Extremadura y Andalucía; raros aragoneses y rarísimos escolares extranjeros no peninsulares. Hay que advertir, no obstante, que la ausencia de procedencias de la Corona de Aragón se debía a una mayor preferencia por los traslados hacia Bolonia o a las universidades del Mediodía francés.

Parecidas circunstancias a las descritas concurren con el profesorado: un predominio del originario de Castilla-León y Portugal, con algunas excepciones de extranjeros aventureros.

Por último, cabe destacar, entre fines del XIV y comienzos del XV, los inicios y desarrollo de la fundación de colegios, instituciones beneficiales de acogida de estudiantes, con amplia tradición en Francia e Inglaterra: en 1386 se fundaba el de Pan y Carbón; y en 1401 el que luego sería el Colegio Mayor de San Bartolomé (inspirado en el de los Españoles de Bolonia, c. 1367).

2.4.1.2. Siglos XVI y XVII

El tránsito de la etapa medieval a la moderna irá convirtiendo a la Universidad de Salamanca en una universidad modelo, una especie de estereotipo de prestigio, lo que la convierte en la primera, afamada y más influyente universidad de las *Españas*. Es decir, la institución de educación superior sobresaliente entre las 32 fundaciones con grados reconocidos existentes en la Península Ibérica hacia 1625; pluriforme en materias de enseñanza, con las cátedras mejor dotadas y la menos regional en sus estudiantes. No cabe duda de que tales primacías se debieron substancialmente al desarrollo de los estudios jurídicos y, en segundo plano, de los teológicos, con lo que se convertía en foco universitario volcado en las necesidades burocráticas de vertebrar las estructuras del Estado y de la Iglesia y asumir la defensa y expansión de la fe católica.

Más aún, la circunstancia americana otorgó a Salamanca "la ocasión para la mayor expansión de una universidad que han visto los siglos"; expresión esta con la que se ha querido definir la floración de numerosas universidades referentes en Latinoamérica. Por lo que se refiere al equilibrio de poderes, la consolidación de una monarquía

autoritaria desde fines del XV, con el reinado de los Reyes Católicos y sus sucesores, reafirmó la intervención regia en los asuntos académicos, a través del Consejo de Castilla, con una cierta marginación de las iniciativas papales y su protagonismo medieval.

De modo que los controles estatales tomaron forma de visitadores periódicos, con potestad para impulsar y canalizar reformas y sucesivas modificaciones de estatutos internos. No obstante, el marco jurídico prosiguió dentro de las Constituciones Pontificias de 1422, a las que se fueron añadiendo estatutos complementarios en 1538, 1561, 1594, 1604 y 1618, que culminó con la Recopilación General de 1625, que se constituirá en un flexible marco de referencia jurídica hasta 1771 y las reformas subsiguientes.

Aunque existieron algunos intentos de reforma, el poder ejecutivo continuó en el rector, estudiante generoso y noble habitualmente, asesorado por un consejo consultivo de ocho estudiantes, representantes de las diversas cofradías regionales de estudiantes y elegidos a propuesta de estas. El maestrescuela catedral mantuvo el simbolismo de la autoridad papal, ejerciendo jurisdicción, mediante tribunal propio, sobre todo el gremio universitario. Asimismo, se mantuvieron los diversos claustros, como organismos de gobierno administrativo, económico y académico. Con todo, hay que señalar durante esta etapa una tendencia a la aristocratización de los poderes, que intentaban reducir la participación estudiantil concentrando responsabilidades en los catedráticos de propiedad y aumentando las preeminencias de las oligarquías colegiales. Las facciones y camarillas fueron continuas y, desde mediados del siglo XVII, parece apreciarse una disolución del sistema asambleario gubernativo hacia la proliferación de juntas especiales decisorias.

La hacienda universitaria mantiene sus fundamentos medievales: la participación en los excedentes agrícolas circundantes a través de las tercias reales sobre el diezmo. Entre 1650 y 1700, las medias quinquenales de estos ingresos se situaron entre 6.000.000 de maravedís en años bajos y 15.000.000 en años prósperos, con medias seculares de 8.500.000 aproximadamente. Y, como las tercias suponían entre el 80 y 85% de la recaudación total, la universidad mimetizará en su economía el discurrir cíclico de la Castilla interior, con una situación más próspera en el siglo XVI que en el XVII, y una progresiva recuperación a lo largo del XVIII. En este contexto, el pago de las cátedras se elevaba al 50% del gasto, bien entendido que siguieron manteniéndose

fuertes desigualdades en las dotaciones y pago, con predominio de las disciplinas jurídicas y las cátedras de propiedad. Las facultades privilegiadas, Derecho y Teología, copaban a fines del XVII el 65% de los salarios globales del profesorado, los cuales se complementaban, asimismo, con propinas de actos y grados académicos.

Sobre estas bases se alzaba el régimen docente, que hacia 1650 articulaba en torno a 26 cátedras de propiedad y unas 30 temporales, cursatorias o regencias. Estas cátedras se proveían por votos de estudiantes, según sistema boloñés que se mantuvo hasta 1623 y 1641; a partir de estas fechas fue suprimido por irregularidad, corrupción y conflictividad.

Las cátedras pasaron entonces a ser proveídas por el Consejo de Castilla, lo que abocó hacia acaparamientos partidistas por parte de las oligarquías burocráticas y colegiales. Y es que los colegios, surgidos como instrumento para la conformación de una élite académica preparada para el acceso a grados, cátedras y oficios de la administración, terminaron coaligándose en intereses con los altos burócratas del aparato estatal: si estos promovían a los colegiales a cátedras y cargos, los colegios otorgarían becas a familiares y allegados de sus bienhechores. De este modo, la seguridad de la beca colegial y el turnismo de los ascensos, primando la antigüedad y la capacidad de influencias sobre el mérito, dislocaba todo interés por el estudio.

El estudiante manteísta meritorio, no colegial, termina desmoralizándose ante los rodillos de parcialidades y camarillas. Y esta selección endogámica del profesorado tomó la forma de turnismo en las cátedras jurídicas entre colegiales. Asimismo, las enseñanzas teológicas pasan a turnos en la primera mitad del siglo XVIII, aunque anteriormente, desde 1606, se había producido una progresiva dotación de cátedras sin oposición, vinculadas a las doctrinas de órdenes diversas.

El método medieval de enseñanza se mantuvo, fundamentado en la lección magistral, la relección y las disputas académicas y ejercicios dialécticos. El principio de autoridad se derivaba de ciertos libros y autores consagrados: Corpus de Derecho Romano y Decretales Pontificias; la Biblia y una Escolástica Teológica de predominio tomista en el siglo XVI; Síntesis Galénica en medicina; Lógica y Filosofía aristotélicas; Euclides, Ptolomeo y los clásicos latinos y griegos, etc. Todo ello se consolidó en dos tiempos, los Planes de Estudio de 1561 y 1594, completados con modificaciones parciales para las artes en 1604.

A partir de aquí, la Recopilación de 1625 rige como referencia, aunque con negligencias y relajaciones en su cumplimiento. Además, los abusos en el dictado produjeron considerables retrasos de los programas. Por su parte, los cursos comprendían seis meses y un día desde la fecha de la matrícula y las clases cesaban únicamente entre el ocho de septiembre y el dieciocho de octubre. No existían exámenes finales y el "pase de curso" requería tan solo matrícula y asistencia. La revalidación de conocimientos se producía a través de los grados de bachiller, licenciado y doctor: el primero de ellos servía para el ejercicio profesional, mientras que el segundo probaba la habilidad erudita para la futura docencia y el doctorado era mera cuestión de pompa y festejos. Todo esto tenía lugar en las Escuelas Mayores y Menores, que constituían la universidad por excelencia. A ella se agregaban unos 20 conventos regulares masculinos y más de 25 colegios vinculados, con ciertas tensiones de disgregación y enseñanza autónoma, sobre todo en los primeros.

Con estas coordenadas, la universidad salmantina de los siglos modernos presenta un perfil de acusado carácter jurídico y de promoción burocrática y funcionarial: una institución estatal y eclesiástica muy vinculada al *cursus honorum* letrado, eclesiástico y administrativo. Esto no obstaculizó que, desde fines del XV y primera mitad del XVI, Salamanca se incorporase al movimiento humanista; aunque, ciertamente, ensombrecida por Alcalá que, en su apogeo renacentista, le restó estudiantes. Por los años centrales del siglo XVI, la confluencia del Derecho, la Teología Tomista, las nuevas lógicas y las lenguas clásicas, cristalizan en la llamada *Escuela de Salamanca*.

En esta etapa, Salamanca permaneció fiel a los cauces jurídicos del *mos italicus*; mientras en teología se multiplicaron las escuelas teológicas desde fines del siglo XVI y las sistematizaciones escolásticas durante el XVII. El cosmos aristotélico mantiene su pervivencia hasta bien entrado el XVIII. La Universidad de Salamanca, como otras de su tiempo, parece adormecerse, conservar sus saberes, erigirse como brazo letrado y legitimación ortodoxa de un orden social. Puede hablarse de un cierto declive teórico en esta institución, desincorporada del racionalismo filosófico y del cientifismo experimental de la naturaleza, propios de las vanguardias del seiscientos. No obstante, su contribución a la formación de los cuadros jurídicos y administrativos de la Monarquía y de la Iglesia resultó destacada. Y esta preocupación práctica, junto al desarrollo de una teología ortodoxa, contribuyó a desatender las disciplinas de pura erudición y las lenguas auxiliares.

Además, este acusado predominio del derecho y de la teología marginó, incluso económicamente, a las restantes disciplinas; así, a fines del XVII, la cátedra de Matemáticas-Astrología, junto con la de Música, eran las peor pagadas de todas las de propiedad. El temor a la herejía y a las novedades peligrosas fija la permanencia de los viejos planes de estudio.

En este punto, cabe referirse también a la Biblioteca universitaria que, hasta 1550, fue nutriendo sus fondos e incorporando libros de humanidades. Sin embargo, estas adquisiciones disminuyen desde esta fecha, y en 1610 presenta unos locales descuidados y un contingente de 1.250 volúmenes, que rezuma saberes medievales y arcaísmo. El hundimiento de las bóvedas de la sala de lectura en 1664 ennegrece aún más el panorama, pues los libros permanecerán arrinconados y desordenados hasta 1693.

Será en la primera mitad del siglo XVIII cuando la biblioteca se renueve con nuevas compras y locales; pero cumple señalar que, durante su etapa clásica, las bibliotecas de instituciones privadas (colegios-conventos) y las particulares constituyen fondos culturales más nutridos y efectivos que la propiamente universitaria. Y cuando, finalmente, se consolidan sus fondos en el siglo XVIII, en gran parte procederán del colegio-convento de los jesuitas expulsados.

Ante las perspectivas que se abrían, la matrícula alcanzó entre 5.000 y 7.000 estudiantes anuales en la segunda mitad del siglo XVI, si bien a mediados del XVII se hará patente un declive que aboca a los 2.000 matriculados de las postrimerías del seiscientos. Entre ellos continuaron predominando los juristas, destacadamente los canonistas, que siguen en importancia la Teología y las Artes, con pequeños contingentes de médicos.

Por lo que respecta a las procedencias, durante la segunda mitad del XVI, el prestigio de Salamanca atraía hacia sí una confluencia de estudiantes de todo el ámbito peninsular, e incluso europeos e indianos en proporciones superiores a cualquier otra universidad hispana de la época. De este modo, Salamanca se configura como la menos regional de las tres grandes universidades de la Monarquía (además de Valladolid y Alcalá); y esto a pesar del predominio del alumnado meseteño: y es así que los 9.000 portugueses que pasaron por sus aulas entre 1580-1640, podrían dar testimonio de su pluralidad. Estos estudiantes se agrupaban en asociaciones y cofradías regionales que, a fines del XVI y principios del XVII, eran ocho: Galicia-

Portugal-Campos (Castilla la Vieja y León)-Vizcaya-Extremadura-La Mancha-Andalucía-Corona de Aragón.

Figura 2.12. Estatua de Fray Luis de León. Fuente: Fotografía propia

Una de las figuras más destacadas de este período fue Fray Luis de León (1527-1591). En 1572, bajo el reinado de Felipe II, se produce el proceso a Fray Luis de León por una Inquisición que se halla entonces en su máximo poder. Su delito había sido traducir al castellano el Cantar de los Cantares del rey Salomón, contra la prohibición del Concilio de Trento de verter al romance los textos bíblicos. También se había atrevido a manifestar que la Vulgata, la versión latina de San Jerónimo, contenía numerosos errores. Denunciado ante el Tribunal de la Inquisición y descubierto su linaje converso, Fray Luis fue apartado de su cátedra y encarcelado en Valladolid durante casi cinco años, hasta que en 1576 fue puesto en libertad y regresó a su cátedra de Salamanca. En la Figura 2.12 se puede ver la estatua de Fray Luis de León sita en el Patio de Escuelas de la Universidad de Salamanca.

2.4.1.3. Siglo XVIII

En los aspectos institucionales, las reformas articuladas en torno al Plan de 1771 pretendieron un mayor control del Consejo Real sobre la autonomía universitaria.

Asimismo, se reforzó la autoridad rectoral, que prolonga su mandato a períodos de dos años (desde 1770) y reserva el cargo para graduados mayores, con exclusión de catedráticos. Este reformismo vino acompañado de una pareja merma de la autoridad del maestrescuela y de su jurisdicción. Por otro lado, una vez desarticulada la prepotencia jesuita, tras la expulsión de la orden en 1767, la Monarquía y ciertos grupos ilustrados pretendieron atenuar la influencia colegial, tanto en la burocracia estatal como en la provisión de cátedras universitarias. Diversas disposiciones reales se sucedieron entre 1771 y 1777 para la reforma de los colegios, aunque, a medio plazo, parece que se reprodujeron los antiguos vicios.

A pesar de todo, el reformismo dieciochesco no proporcionó nuevas rentas económicas al Estudio, ni pretendió conseguir una distribución más equitativa de los ingresos. Los catedráticos de propiedad continuaron gozando de una desmedida participación en las rentas decimales, reivindicando privilegios remontables a 1422. Con ello, la mayor parte de la reforma hubo de sufragarse a través del arca de gastos comunes, con las dificultades a ello inherentes. En conjunto, la Facultad de Medicina fue la más favorecida económicamente por las nuevas disposiciones, incorporando, incluso, nuevos diezmos del obispado en el tardío año de 1789, al tiempo que se producía un incremento de los asignados de sus cátedras cursatorias. En el capítulo de régimen docente se había llegado al consentimiento tácito de una costumbre de oposiciones formularias, con turnismos y antigüedad de acceso para colegiales y regulares. Todo ello se mantenía hacia mediados del XVIII, y las reformas se dirigieron a conseguir un concurso-posición abierto, bajo la supervisión del Consejo. Se trataba de abolir los turnos y abrir las oposiciones al mérito y a la concurrencia (1770). Además de esto, el Plan de Estudios exigió una atención especial, lo que cristalizó en las disposiciones de 1771. No hay que considerarlas como revolucionarias, pero contribuyeron a la introducción de nuevos enfoques y materias de estudio. En Derecho Canónico se favorecían las corrientes regalistas, mientras que se limitaba el estudio del derecho medieval pontificio.

En leyes se reglamentó la enseñanza del Derecho Real o Nacional, aunque continuó predominando el romanismo. En Teología se pretendió acentuar los aspectos bíblicos y positivos, así como las disciplinas prácticas, pero la escolástica retornó al predominio tomista, frente a la proliferación de escuelas del siglo anterior. Se produjo

una apertura hacia los estudios de física experimental para los médicos que, al mismo tiempo, incrementaron el talante empírico-clínico de la enseñanza.

Finalmente, tanto las Matemáticas como las Letras Clásicas recibieron protección decidida. Lo que no se modificó demasiado fue el método docente, consolidándose la lección magistral y las tradicionales disputas. No obstante, la introducción de compendios y manuales terminó con el dictado y la relección cayó en desuso. Se incrementó la normativa para el control de asistencia necesario para el "pase de curso", y no llegaron a introducirse exámenes anuales. Por su parte, se consolidaron los estudios de licenciatura, que tomaron apariencia de cursos académicos, con inclusión en ellos de nuevas materias de estudio.

Algunas de estas reformas resultaron particularmente acertadas. Y así, en el Plan de Estudios Médico, los proyectos salmantinos mantendrán vigencia a través de los programas estatales hasta mediados del ochocientos. En definitiva, cabe afirmar que hacia finales del setecientos se habían producido en Salamanca renovaciones y novedades en las disciplinas médicas, con el apoyo de las cátedras científicas de Artes y ciertos sectores del Derecho.

Esto iba preparando el tránsito hacia un nuevo tipo de universidad que, en el siglo XIX, marginará de su ámbito a canonistas y teólogos, que habían sido secularmente sus auténticos señores.

En otro orden de cosas, la Biblioteca universitaria experimentará un impulso decisivo, no solo por la restauración y nuevas adquisiciones de la primera mitad de siglo, sino por el ingreso de 1.000 volúmenes procedentes del colegio de los jesuitas expulsados. Lo que parece también evidente es que durante el siglo XVIII se redujo la proyección exterior de la Universidad en el ámbito de las Españas, mientras ascendía la importancia de otros centros hasta entonces periféricos.

El alumnado oscilará entre 2.000 y 1.500 matriculados, con fuertes contingentes de regulares y colegiales en la primera mitad del siglo, lo que delata a una universidad en la que se han consolidado ciertos sectores privilegiados o influyentes. Además, progresivamente, la procedencia del alumnado se regionaliza hacia la Meseta Norte y Extremadura, disminuye la capacidad de convocatoria y promoción de Salamanca y la competencia de otras universidades (Zaragoza, Valencia, Valladolid, Sevilla), así como el traslado del pálpito social hacia regiones periféricas, van sumiendo a la que había

sido primera universidad de la Monarquía en el declive provincial que heredaría el siglo siguiente.

2.4.1.4. Siglos XIX y XX

Salamanca, símbolo universitario del Antiguo Régimen, pierde sus referencias gloriosas durante la etapa contemporánea. A lo largo del siglo XIX no pasará de constituir una evocación ruinosa, y a partir del inicio del novecientos se va trabajosamente reconstruyendo al nivel de universidad de provincias. La Ley Pidal (1845) constituye el punto de partida de la universidad liberal española, un nuevo modelo constitucional que consolida sus directrices en la Ley Moyano de 1857: centralización de la educación superior por el Estado; control de fondos, programas y libros de texto; funcionarización del profesorado, etc. Salamanca pasó a la categoría de universidad provinciana, uno más de los 10 distritos que se configuran de nuevo cuño. Madrid y su Universidad Central omnipotente son quienes sustituyen a la Salamanca modélica, de esta forma la capital y su universidad se convierten en el punto de referencia de la vida académica y científica del siglo XIX.

En este contexto, se diluye la antigua estructura administrativa institucional de Salamanca, que queda integrada como una más en el tejer y destejer de los proyectos universitarios de carácter centralista y uniformizador. En 1820 se produce una breve restauración del Plan Caballero de 1807, con posterioridad a la pretensión de Fernando VII de retrotraerse a los planes dieciochescos de 1771. Por su parte, reglamentos y planes liberales como los de 1821 y 1836 culminarán en el mencionado de Pidal en 1845, cristalización del proyecto universitario moderado, de inspiración francesa. La Ley Moyano de 1857 supone, por su parte, el espaldarazo definitivo. El rector universitario pasa a convertirse en una especie de delegado del gobierno central, designado por el ministerio correspondiente.

El capítulo hacendístico registra cambios importantes, pues las leyes desamortizadoras privan a Salamanca de las tercias decimales, fundamento económico de su tradicional autonomía. A partir de aquí, los ingresos tenderán a establecerse sobre los derechos de matrícula, grados y exámenes; es decir, según una filosofía en la que la instrucción pública debía ser costeada por quienes la recibieran. Estos ingresos se complementan en forma de presupuesto de Instrucción Pública, otorgado por el gobierno central, y que, por su insuficiencia, hubo de completarse con ayudas paralelas de la Diputación y del Ayuntamiento locales. El 80% del gasto se destinaba a sueldos de personal, y el

salario de los catedráticos aparece ya fijo y homologado, contrariamente a las variaciones y jerarquías del Antiguo Régimen.

Las modificaciones docentes fueron, asimismo, destacadas. Tras la Ley Moyano, Salamanca quedó reducida a las facultades de Teología, Derecho y Filosofía y Letras. Para culminar el desmantelamiento, las tendencias laicizantes de los gobiernos liberales condujeron a la supresión de los estudios de Teología en 1868, los cuales perdieron rango universitario y se trasladaron al Seminario Diocesano. El declive tuvo un cierto paliativo por el hecho de que, al año siguiente, en 1869, la Diputación refundó y financió a su costa una Facultad libre de Medicina y Ciencias, de cuyo sostenimiento se hará cargo posteriormente el Ayuntamiento. Salamanca quedaba limitada a un puñado de Facultades con escasos estudiantes, y de las cuales la de Derecho se mantendrá como la más influyente y nutrida.

En el método pedagógico, la ruptura con el pasado vendrá simbolizada en el abandono del latín por el romance, lo que suponía un claro distanciamiento de la trayectoria eclesiástica y cultural tradicional. Se implanta la lección magistral a partir de los libros de texto oficiales, con un aprendizaje memorístico y la introducción de exámenes finales por asignaturas. La docencia se torna rutinaria, tanto más cuanto que no se exige la investigación e, incluso, ha desaparecido la posibilidad del doctorado, que pasa a ser conferido en Madrid.

Las clases continúan impartiéndose en los viejos edificios tradicionales, con algunos anexos en el Fonseca y la financiación de un jardín botánico. La Biblioteca central se incrementa con fondos procedentes de la desamortización del convento de San Esteban en 1834, y con algunas donaciones particulares. Por su parte, las facultades de Derecho y Letras comienzan la consolidación de bibliotecas propias.

Salamanca se configura en esta época como un poblachón monumental de acusado ruralismo en torno a una universidad disminuida. El colorido social del Antiguo Régimen se ha atenuado. Han desaparecido de las calles los generosos, los pícaros y los buscavidas, sustituidos por la uniformidad del estudiante burgués. Siguen siendo varones, pero los límites de procedencia se han replegado al distrito. Su número ha disminuido respecto al siglo anterior; aunque los 200/300 matriculados en la mitad de la centuria se hayan incrementado hasta unos 1.000 en sus postrimerías, contabilizando entre ellos a los alumnos libres. Se trata de futuros funcionarios de la

administración pública o aspirantes a profesiones liberales, horizontes máximos para una promoción social de provincianos.

La Universidad no es en el ochocientos sino un despojo que, incluso, corrió el riesgo de desaparecer como tal. Poco quedaba de la tradición precedente y de sus símbolos; si acaso la retórica. A fines de la centuria, un grupo de tradicionalistas en torno del obispo Cámara abrigaron proyectos de convertirla en Universidad Católica. Por las mismas fechas, una celebración del IV Centenario del Descubrimiento de América promovió la idea de constituir una Universidad Hispano-Americana. El hito de 1900 inicia un lento proceso de reconstrucción.

Una de las figuras emblemáticas, ligada a la Universidad de Salamanca de principios del siglo XX, fue sin duda alguna Miguel de Unamuno y Jugo (1864-1936). En la Universidad de Salamanca, sin menoscabo de sus muchos otros méritos, ni de los de quienes le precedieron y siguieron, Unamuno es el rector por excelencia de la Universidad de Salamanca. Precisamente su mandato, iniciado en 1900, a los 36 años de edad, sigue al de Esperabé Lozano, que estuvo al frente de la Universidad durante 31 años -desde 1869- y a quien se debe la lenta y parcial recuperación del Estudio, en decadencia desde el siglo XVII, acentuada en el XIX por la reforma centralizadora de las Universidades. En 1901 se produjo el reconocimiento oficial de las Facultades de Medicina y Ciencias, que habían sobrevivido apenas gracias al apoyo de las instituciones locales.

El de Unamuno fue un período conflictivo para el país y para la propia Universidad. En 1903 los estudiantes se enfrentaron al poder gubernamental con el saldo de dos muertos y varios heridos. Unamuno había intentado evitar la violencia aconsejando a los estudiantes que lucharan "contra la razón de la fuerza con la fuerza de la razón". En 1914, el Gobierno cesaba a Unamuno como rector. Ortega y Gasset, su gran polemista, le ofreció su apoyo. "De un modo o de otro venceremos. Luego seguiremos nuestra polémica", le escribió. El golpe de Estado del general Primo de Rivera, en 1923, provocó la reacción de Unamuno, que denuncia la arbitrariedad de aquel gesto. "No caigáis, estudiantes españoles, en la dementalidad del carnero, el macho de la oveja, indigentísimo en seso y opulentísimo en sexo. Sea vuestro ideal el discreto y casto Don Quijote y no el botarate don Juan Tenorio, peliculero y héroe de casino. Es la inteligencia la que ha de salvar a la patria", pedía no solo a sus estudiantes sino a los de todo el país, en oposición al Manifiesto de Primo de Rivera.

Su destierro a Fuerteventura provocó la protesta de los mejores intelectuales españoles. En 1930, caída la dictadura de Primo de Rivera, Unamuno volvió al rectorado. En 1934, con motivo de los actos celebrados por su jubilación, en los que se le nombró rector vitalicio, Unamuno previó el peligro de una guerra civil. Cuando esta se inició en 1936, Unamuno advirtió a los insurrectos, en acto solemne celebrado en el paraninfo del Estudio el 12 de octubre de ese año: "Venceréis, pero no convenceréis" [326, 327]. Poco tiempo después fue destituido de su cargo. Murió dos meses más tarde, el 31 de diciembre de 1936. La Universidad de Salamanca conserva su archivo, su biblioteca y sus objetos personales en la Casa Museo Unamuno. Precisamente, en la Figura 2.13, puede verse la inscripción que figura en la fachada de la Casa Museo Unamuno.

Figura 2.13. Leyenda dedicada al Rector Unamuno en la fachada de la Casa Museo Unamuno en la calle Libreros de Salamanca. Fuente: Fotografía propia

En julio de 1943, en el marco de una nueva ordenación política, se promulga la Ley de Ordenación Universitaria para toda España. La rigidez administrativa, el control político y la jerarquía constituían la norma. Y en el marco de las aceleradas transformaciones sociales de los años sesenta, la Ley Villar Palasí (1970) [328], concedía cierta autonomía a las universidades en materia de docencia e investigación.

La aprobación y publicación en el año 1983 de la Ley Orgánica de Reforma Universitaria (LRU) [262], ponía punto final a los restos del modelo liberal decimonónico y daba comienzo a una nueva etapa de amplia autonomía universitaria y transformaciones vertiginosas en todos los ámbitos. Más tarde, será la Ley Orgánica de Universidades (2001) [253] la que legisle su funcionamiento.

2.4.1.5. La Universidad de Salamanca en la actualidad

En la actualidad, la Universidad de Salamanca sigue manteniendo su gran capacidad de atracción y tiene un alumnado estable en torno a los 30.000 estudiantes. Cuenta para atenderles con nueve campus distribuidos entre Salamanca, Ávila, Zamora, Béjar y Villamayor entre los que se reparten las 26 facultades y escuelas superiores y los 12 centros de investigación que abarcan aspectos tan variados como las biociencias o el láser, pasando por desarrollos agroalimentarios, las neurociencias, los estudios de historia, la educación y la sociedad del conocimiento o la investigación básica, entre otros.

A ellos se unen los centros dedicados a estrechar vínculos académicos y culturales con otros países y culturas como el Centro Cultural Hispano Japonés, el Centro de Estudios Brasileños o el Instituto de Estudios de Iberoamérica, donde el continuo movimiento de profesores y estudiantes mantiene los lazos y crea nuevas perspectivas de futuro en las alianzas establecidas.

Otro de los rasgos distintivos de la Universidad es la enseñanza del español, que atrae a miles de estudiantes extranjeros en los distintos programas educativos desarrollados en uno de los mayores centros de formación para extranjeros de prestigio mundial, la entidad Cursos Internacionales de la Universidad de Salamanca. Desde Cursos Internacionales se elaboran desde hace años los Diplomas de Español como Lengua Extranjera (DELE) y, recientemente, un acuerdo firmado con el Instituto Cervantes, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Buenos Aires, ha hecho que la Universidad de Salamanca lidere, junto a ellas, el desarrollo del primer certificado digital del español (SIELE) que podrá realizarse desde cualquier parte del mundo y que llevará la certificación del estudio salmantino como aval a su validez.

En sus ocho siglos años de vida, la Universidad de Salamanca ha cultivado el humanismo, la inteligencia y el talento, lo que la han convertido en una institución protagonista del avance del conocimiento y partícipe en muchos momentos claves de la Humanidad. Por la Universidad de Salamanca han pasado personas fundamentales en el desarrollo de la Humanidad y el Conocimiento, desde Torres Villarroel o Abraham Zacut, al pensamiento avanzado de Francisco de Vitoria, responsable que se considere a Salamanca cuna del Derecho Internacional. Por sus aulas han pasado otros personajes tan ilustres como Fray Luis de León, Francisco de Salinas o Antonio de Nebrija, creador de la primera gramática del español. En épocas más recientes, la

Universidad ha acogido a grandes pensadores y estadistas como Miguel de Unamuno, Francisco Tomás y Valiente, Enrique V. Iglesias, Jacques Delors o Adolfo Suárez que han contribuido a la construcción del orden internacional. Además, en su Claustro de Doctores figuran jefes de estado de varios países iberoamericanos como Fernando E. Cardoso, Oscar Arias, Ricardo Lagos, Luiz I. Lula da Silva o Tavaré Vázquez Rosas; y premios nobeles como Mario Vargas Llosa, José Saramago, Paul Nurse o Severo Ochoa.

2.4.2. Estatutos y normativa interna

Con la entrada en vigor de la Ley Orgánica de Universidades [253], el Claustro Universitario de la Universidad de Salamanca aprobó los *Estatutos* de la Universidad de Salamanca [329]. Posteriormente, debido al cambio normativo producido por la LOMLOU [265] y el consecuente en la Ley de Universidades de Castilla y León [299, 300], el Claustro Universitario de la Universidad de Salamanca, en sesiones extraordinarias celebradas con fecha 15 y 17 de marzo de 2010 y 1 y 4 de abril de 2011 estimó necesario modificar sus Estatutos [330] para adaptarlos a esta nueva normativa. Esta modificación de los Estatutos se aprueba por Acuerdo 38/2011 de la Junta de Castilla y León [331]. En ellos, específicamente, en el *Artículo 1* del *Título I. De la Naturaleza, Fines y Ámbitos de la Universidad de Salamanca* subraya que:

> *La Universidad de Salamanca, depositaria y continuadora de una tradición humanística y científica multisecular con vocación universal, es una institución de derecho público, dotada de personalidad jurídica y patrimonio propio. Como institución de educación superior, goza de autonomía académica, económica, financiera y de gobierno de acuerdo con la Constitución y con la Ley Orgánica de Universidades. Su actuación se inspira en los principios de democracia, igualdad, justicia y libertad* [330] (p. 1).

Del mismo modo, establece, entre sus fines, tal y como se recoge en el *Artículo 2*, los siguientes [330] (p. 1):

> *a) La ampliación del conocimiento por medio de la investigación en todas las ramas del saber.*
> *b) El estudio y la integración del conocimiento con vistas a su organización en disciplinas académicas.*
> *c) La transición crítica del saber mediante la actividad docente.*

d) *La garantía, en la actividad de la Universidad, de la dignidad de la persona, el libre desarrollo de su personalidad sin ningún tipo de discriminación y el derecho a la igualdad efectiva entre mujeres y hombres.*
e) *La contribución a la formación y perfeccionamiento de profesionales cualificados.*
f) *La promoción y difusión de la lengua española.*
g) *El asesoramiento científico, técnico y cultural a la sociedad, para contribuir a la mejora de la calidad de vida en la comunidad.*
h) *El fomento y expansión de la cultura y el conocimiento por medio de programas de formación permanente y de extensión universitaria.*
i) *La contribución a la mejora del Sistema Educativo.*
j) *La contribución al desarrollo de Castilla y León y de todos los pueblos.*
k) *La profundización en la cooperación universitaria en el ámbito nacional e internacional.*
l) *La promoción, para el mejor cumplimiento de sus fines, de sistemas de evaluación garantes de la calidad de su actividad.*
m) *El desarrollo de la investigación científica, técnica y artística y la transferencia del conocimiento a la sociedad, así como la formación de investigadores.*

Asimismo, señala en el *Título IV. De las Funciones de la Universidad* (en el *Artículo 102*), las funciones que le competen a dicha institución, de las que son esenciales la *investigadora*, el *estudio*, la *docencia* y la *extensión de su actividad al ámbito social*. Y para su debido cumplimiento indica que [330] (p. 24):

2. *El correcto ejercicio de dichas funciones requiere la permanente creación de conocimiento mediante la investigación, su constante actualización a través del estudio y su aplicación a una enseñanza de calidad. Para el cumplimiento de sus funciones, la Universidad velará porque sus miembros dispongan de los medios adecuados para realizarlas.*

3. *La Universidad adoptará políticas y desarrollará programas orientados a garantizar y asegurar la calidad ambiental y la gestión de residuos, en todas sus actividades.*

Respecto al estudio y los planes de enseñanza (*Título IV. Capítulo primero*), en su *Artículo 103* determina que [330] (p. 24):

1. *La Universidad de Salamanca adopta como principio rector de su organización docente la flexibilidad de los currículos académicos que permita, mediante la elaboración de plantes diferenciados, la más adecuada formación de sus estudiantes y la respuesta a sus intereses formativos.*
2. *El Consejo de Gobierno, a propuestas de los Centros, Departamentos e Institutos, podrá aprobar Planes de Estudio conjuntos con otras universidades nacionales o extranjeras.*
3. *La Universidad de Salamanca podrá establecer, dentro del marco legal, enseñanzas conducentes a la obtención de diplomas y títulos propios, así como programas de especialización profesional acreditada y de formación permanente.*
4. *Los programas, contenidos, actividades y duración de los estudios mencionados en el párrafo anterior serán aprobados por el Consejo de Gobierno, a propuesta de Facultades, Escuelas, Departamentos, Institutos, otros Centros o grupos de profesores.*
5. *También mediante acuerdos con otras instituciones y siguiendo la reglamentación que se establezca al efecto, podrá añadir cualquier tipo de acreditaciones de calidad a los diplomas y títulos, con vistas a una mayor integración y reconocimiento de su actividad en el espacio europeo de enseñanza superior.*
6. *La Universidad de Salamanca promoverá la creación de enseñanzas profesionales especializadas, procurando su homologación, nacional o internacional, dentro de los límites establecidos por las leyes.*

En el *Capítulo Segundo* del *Título IV*, referido a la docencia, manifiesta (en su *Artículo 105*) que [330] (p. 25):

1. *Es objetivo fundamental de la Universidad de Salamanca la docencia de calidad que tienda a la formación integral y crítica de los estudiantes.*
2. *La plena capacidad docente reconocida por las leyes garantiza el derecho y el deber a impartir docencia bajo los principios de libertad,*

igualdad y responsabilidad establecidos en las Leyes y afirmados en los presentes Estatutos.

3. *La oferta docente de los Departamentos se organizará de acuerdo con las necesidades de formación de los estudiantes y la especialización académica de su profesorado.*

4. *La carga docente del profesorado será homogénea y equitativa y tendrá en cuenta las necesidades de la Universidad, las categorías del profesorado, el número de estudiantes matriculados y las características de las materias impartidas. Se adoptarán las medidas necesarias para acercarse a las tendencias generales en el entorno europeo respecto a la misma. Igualmente, se reconoce la carga docente derivada de las enseñanzas de Doctorado y Postgrado.*

En el *Artículo 141* del *Título V. De la Comunidad Universitaria en la Sección Tercera: De los Derechos y Deberes del Personal Docente e Investigador recoge los derechos y deberes de profesores y alumnos*, se indican los siguientes derechos del personal docente e investigador, además de los reconocidos en las leyes y en los presentes Estatutos [330] (pp. 32-33):

a) *Ejercer las libertades de cátedra e investigación y obtener una valoración objetiva de su labor cuando esta sea requerida.*
b) *El pleno respeto a su dignidad profesional y personal en el ejercicio de sus funciones.*
c) *Disfrutar de formación permanente, para lo que podrán hacer uso de cuantos medios previstos en las normas vigentes puedan necesitar para mantener actualizada su formación.*
d) *Participar en los órganos de gobierno y administración de la Universidad en la forma prevista por las normas vigentes y desempeñar los cargos y funciones para los que sean propuestos.*
e) *Disponer de las instalaciones y medios adecuados para el desarrollo de sus funciones, sin perjuicio de que se tengan en cuenta criterios de eficacia y eficiencia en la distribución de tales medios.*
f) *Disponer de facilidades para la promoción profesional en su ámbito de trabajo de acuerdo con lo reglamentariamente establecido. El Consejo de Gobierno propondrá planes plurianuales para garantizar efectivamente este derecho.*

g) *Hacer uso de cuantas licencias prevea la legislación vigente, en las condiciones que establezca esta y de acuerdo con las disposiciones que en su desarrollo integral dicte el Consejo de Gobierno*

h) *Estar debidamente informados de las cuestiones que afectan a la vida universitaria, en particular, ser informado por los distintos órganos de la Universidad de aquellos aspectos sobre los que tenga un interés directo, con arreglo al principio de transparencia.*

i) *Beneficiarse de cuantas prestaciones sociales ofrezca la Universidad.*

j) *Conocer los procedimientos y sistemas de evaluación de su rendimiento establecidos por el Claustro Universitario.*

k) *Tener garantizadas unas adecuadas condiciones de salud y seguridad laborales, en especial, mediante la eliminación de los riesgos laborales y en estricto cumplimiento de la normativa vigente.*

l) *Participar en las actividades académicas, culturales, deportivas o recreativas que realice la Universidad.*

m) *Disfrutar de una igualdad efectiva entre mujeres y hombres, garantizada y fomentada por la Universidad de Salamanca en el ámbito de sus funciones y competencias.*

El *Artículo 143* del *Título V*, por su parte, especifica cuáles son los deberes del personal docente e investigador, además de los derivados en la legislación vigente [330] (p. 33):

a) *Desempeñar responsablemente las tareas docentes e investigadoras propias de su categoría y puesto de trabajo de acuerdo con el régimen de dedicación escogido.*

b) *Contribuir al buen funcionamiento de la Universidad como servicio público, desarrollando sus funciones de acuerdo con los principios de legalidad y eficacia.*

c) *Actualizar su formación para perfeccionar su actividad docente e investigadora.*

d) *Cumplir el ordenamiento jurídico universitario y, en particular, los presentes Estatutos.*

e) *Ejercer con responsabilidad los cargos para los que haya sido elegido o designado y participar en los órganos colegiados de los que sea miembro.*

f) *Participar en los procedimientos establecidos por la Universidad para el control y evaluación de su actividad profesional.*

g) Respetar el patrimonio de la Universidad, así como hacer un correcto uso de sus instalaciones, bienes y recursos.

h) Proporcionar al Departamento o Instituto al que esté adscrito la información que se requiera acerca de sus actividades docentes, investigadoras y de gestión.

i) Conservar los exámenes realizados por los estudiantes, al menos, hasta que concluya el período de matriculación del curso académico siguiente.

Respecto a los estudiantes, en el *Artículo 154* del *Título V*, se enumeran los derechos de los que disponen, como miembros de la comunidad universitaria [330] (p. 35):

El derecho a la calidad en la docencia deriva del derecho a recibir una educación universitaria adecuada a sus necesidades y comprende los siguientes aspectos:

a) Recibir las enseñanzas teóricas y prácticas correspondientes a la titulación elegida y aquellas otras que consideren convenientes para completar su formación.

b) Elegir profesor, en el marco de las posibilidades ofrecidas por la programación docente y de las disponibilidades del Centro.

c) Participar en la evaluación del rendimiento docente del profesorado, de acuerdo con el procedimiento que se establezca.

d) Participar activa y críticamente en las actividades docentes, en el marco de la libertad de estudio, así como en su programación y ordenación y, en su caso, colaborar en las tareas investigadoras.

e) Ser asistidos durante su formación mediante un sistema eficaz de tutorías, especialmente orientado a la elaboración del diseño curricular.

f) Conocer con suficiente antelación la oferta docente, las fechas de realización de las pruebas de evaluación y cualquier convocatoria que les afecte.

g) Recibir una valoración objetiva de su rendimiento académico y conocer los criterios de valoración, con posibilidad de solicitar su revisión ante el profesor y, en su caso, ante la Comisión de Docencia.

h) Presentarse en cada asignatura a las convocatorias que elijan, dentro del número total que fije el Consejo Social, sin que la no presentación a ellas suponga la pérdida de las mismas. La elección de convocatoria no implicará discriminación alguna.

i) Disponer de instalaciones adecuadas para el normal desarrollo de sus estudios y actividades culturales y deportivas.

j) Recibir las facilidades, administrativas y financieras, necesarias para garantizar su movilidad en el ámbito europeo.

La Universidad de Salamanca cuenta con un Plan Estratégico General (2013-2018) [120] para dar respuesta a la evolución y exigencias actuales en las múltiples facetas que conforman la labor a desempeñar en una institución universitaria (docencia, investigación, gestión, trasferencia, etc.). Establece, por tanto, las líneas y actuaciones a desarrollar por la Universidad de Salamanca con la pretensión de mejorar y avanzar.

Sin embargo, la última década ha supuesto la fase más burocratizada de la Universidad, a partir de la aprobación de la LOMLOU (2007) [265], del Real Decreto 1393/2007 [51] y de la sucesiva reglamentación. De este modo, todas las universidades han aprobado en sus Consejos de Gobierno sucesivas normativas que pretenden apoyar la gestión de las enseñanzas, pero a la vez complejizan el trabajo profesional como docente e investigador. De hecho, la Universidad de Salamanca dispone de un motor de búsqueda en un catálogo de normativas aplicable para cada sector de la comunidad universitaria o para su conjunto (https://goo.gl/ZiMuSn). En la Tabla 2.7 se recogen algunas de las normativas que se considera que afectan de manera especial a la configuración de cualquier Proyecto Docente e Investigador en esta Universidad.

Tabla 2.7. Relación no exhaustiva de normativa relativa a la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/ZiMuSn

Normativa de la Universidad de Salamanca para la gestión de las titulaciones		
ESTUDIANTES	Normativa de uso de los Sistemas de Información de la Universidad de Salamanca [332]	Consejo de Gobierno 18/12/2013
	Reglamento de Evaluación de la Universidad de Salamanca [333]	Consejo de Gobierno de 19 de diciembre de 2008, modificado en Consejo de Gobierno de 30 de octubre de 2009
	Normativa para la concesión de los Premios Extraordinarios de Grado y Máster en la Universidad de Salamanca [330]	Consejo de Gobierno de 28 de marzo de 2012 y modificada por Consejo de Gobierno de 30 de enero de 2014
	Procedimientos de matrícula en titulaciones oficiales de Grado y Máster – Curso 2017-2018 [334]	Comisión Permanente del Consejo de Gobierno de 21 de abril de 2017
	RESOLUCIÓN de 15 de enero de 2015, del Rectorado de la Universidad de Salamanca, por la que se publican la Normas de Permanencia de la Universidad de Salamanca [335]	Boletín Oficial de Castilla y León (BOCYL) núm. 15 de 2015 23/01/2015
	Reglamento del Tribunal de compensación en las titulaciones de Grado, Máster y Títulos Propios de la Universidad de Salamanca [336]	Consejo de Gobierno 25/09/2014
	Procedimiento para la obtención de menciones vinculadas a títulos de Grado y de especialidades vinculadas a Másteres	Comisión de Docencia 10/06/2014

Normativa de la Universidad de Salamanca para la gestión de las titulaciones		
	Universitarios en la Universidad de Salamanca [337]	
	Normas de permanencia de los alumnos en la Universidad de Salamanca [338]	Consejo Social 14/12/2005
	Reglamento del Tribunal de compensación en las titulaciones de Grado, Máster y Títulos Propios de la Universidad de Salamanca [336]	Consejo de Gobierno 25/09/2014
	Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título [339]	BOE núm. 218 de 11/09/2003
	Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios [340]	BOE núm. 184 de 30/07/2014
	Real Decreto 1618/2011, de 14 de noviembre, sobre reconocimiento de estudios en el ámbito de la Educación Superior [341]	BOE núm. 302 de 16/12/2011
	Normativa sobre reconocimiento y transferencia de créditos en la Universidad de Salamanca [342]	Consejo de Gobierno 26/07/2016
	Catálogo de actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación por las que se reconocen créditos ECTS en titulaciones de grado [343]	Consejo de Gobierno 20/07/2016
	Reconocimiento de créditos por actividades universitarias vinculadas a la formación lingüística [344]	Comisión de Docencia 20/07/2015
	Reglamento de Doctorado de la Universidad de Salamanca [345]	Consejo de Gobierno 29/01/2015
	Normativa de Movilidad Académica Internacional de Estudiantes de la Universidad de Salamanca [346]	Consejo de Gobierno 17/12/2014
	(…)	
DOCENTES	Directrices para la coordinación de titulaciones en la Universidad de Salamanca [347]	Consejo de Gobierno 30/09/2010
	Documento de Bases para la Armonización del Mapa de Titulaciones de la Universidad de Salamanca: Líneas estratégicas, protocolos y directrices para la elaboración de propuestas de títulos oficiales de Grado, Máster y Doctorado [348]	Consejo de Gobierno 22/02/2011
	Principios normativos para la igualdad de oportunidades, acción positiva y no discriminación de las personas con discapacidad en la Universidad de Salamanca [349]	Consejo de Gobierno 16/12/2004
	Reglamento de Institutos Universitarios de investigación, Centros propios, Grupos de investigación y Unidades de Excelencia [350]	Consejo de Gobierno 23/02/2017
	Real Decreto 1052/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el procedimiento para la obtención de la evaluación de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, y de su certificación, a los efectos de contratación de personal docente e investigador universitario [351]	BOE núm. 245 de 12/10/2002
	Programa Docentia – USAL. Manual de evaluación de la actividad docente del profesorado de la Universidad de Salamanca – Convocatoria 2016-2017 [352]	Consejo de Gobierno 29/09/16
	Procedimiento evaluación profesorado contratado laboral	Consejo de Gobierno 29/10/15
	Modificación Plan organización actividad académica PDI. Modelo de plantilla del PDI	Consejo de Gobierno 29/09/16
	(…)	
TODOS	Reglamento del Defensor del Universitario de la Universidad de Salamanca [353]	Consejo de Gobierno 31/05/2005
	Reglamento de la Unidad de Igualdad [354]	Claustro Universitario 03/12/2012
	Reglamento de uso de las Bibliotecas de la Universidad de Salamanca [355]	Consejo de Gobierno 26/05/2011
	Normativa de uso del correo electrónico de la Universidad de Salamanca [356]	Consejo de Gobierno 26/09/2012
	(…)	

2.4.3. Recursos personales: PDI, PAS y Estudiantes

La plantilla de la Universidad de Salamanca (a partir de los datos disponibles del curso 2016-2017 en el portal de indicadores de la Universidad de Salamanca – https://goo.gl/zkzurr) se constituye por un total de 2.222 miembros del Personal Docente e Investigador (PDI) (ver Tabla 2.8 y Figura 2.14) y 1.175 miembros del Personal de Administración y Servicios (PAS) (ver Tabla 2.9 y Figura 2.15) [357]. Por contrastar estos datos con los últimos disponibles del censo electoral, con motivo de la elección a Rector en noviembre de 2017 y elaborado a fecha de cierre de 18 de octubre de 2017, se tiene que la plantilla de la Universidad de Salamanca cuenta con 2.509 miembros del PDI (incluido el Personal Investigador en Formación) y 1.187 miembros del PAS [358] (ver Tabla 2.10).

Tabla 2.8. Personal Docente a Investigador de la Universidad de Salamanca. Datos oficiales curso 2016-2017. Fuente: [357] (p. 22)

Personal Docente e Investigador de la Universidad de Salamanca			
Categoría	**Hombres**	**Mujeres**	**TOTAL**
Catedrático de Universidad	180	52	232
Profesor Titular de Universidad	389	312	701
Catedrático de Escuela Universitaria	19	2	21
Profesor Titular de Escuela Universitaria	85	49	134
Profesor Contratado Doctor	108	145	253
Profesor Ayudante Doctor	46	51	97
Profesor Asociado	253	179	432
Profesor Asociado de Ciencias de la Salud	140	168	308
Ayudante	1	2	3
Profesor Visitante	-	1	1
Profesor Lector	2	7	9
Profesor Colaborador	12	19	31
Total	**1.235**	**987**	**2.222**

*Cifras del Sistema Integrado de Información Universitaria a 31-12-2016

Figura 2.14. Distribución del PDI por categorías. Fuente [357] (p.22)

Tabla 2.9. Personal de Administración y Servicios de la Universidad de Salamanca. Datos oficiales curso 2016-2017. Fuente: [357] (p. 23)

Personal de Administración y Servicios de la Universidad de Salamanca			
Categoría	**Hombres**	**Mujeres**	**TOTAL**
Funcionarios Grupo A1	6	3	9
Funcionarios Grupo A2	35	55	90
Funcionarios Grupo C1	107	219	326
Funcionarios Grupo C2	63	143	206
Funcionarios Grupo E	1	1	2
Laboral Fijo Grupo I PAS	35	17	52
Laboral Fijo Grupo II PAS	28	17	45
Laboral Fijo Grupo III PAS	88	37	125
Laboral Fijo Grupo IV-A PAS	78	89	167
Laboral Fijo Grupo IV-B PAS	5	6	11
PAS laboral eventual (de todos los grupos)	60	82	142
Total	**506**	**669**	**1.175**

*Cifras del Sistema Integrado de Información Universitaria a 31-12-2016

Figura 2.15. Distribución del PAS por categorías. Fuente [357] (p.23)

Tabla 2.10. Datos Censo Electoral. Fuente: [358]

Sector	Nº de miembros del sector
Profesor Doctor con Vinculación Permanente	1.210
Resto de las categorías del Profesorado, excepto asociado	242
Ayudantes y Personal Investigador en Formación	283
Profesor Asociado	774
Estudiantes de Doctorado, Posgrado y Títulos Propios Licenciados	2.819
Estudiantes de Grado	22.007
Estudiantes de Títulos Propios no Licenciados	11
Personal de Administración y Servicios	1.187
Total	**28.533**

*Cifras a fecha de cierre: 18-10-2017

En el curso 2016-2017 la matrícula ascendió a 28.394 estudiantes[11] [357], en el censo de las elecciones de noviembre de 2017 se contaba con 24.837 estudiantes con derecho a voto [358].

En la Tabla 2.11 se hace un desglose de los estudiantes del curso 2016-2017. La distribución por ramas de conocimiento de los estudiantes de grado se muestra en la Figura 2.16, de los estudiantes de máster se recoge en la Figura 2.17 y de los doctorandos se presenta en la Figura 2.18, asimismo en la Figura 2.19 se ofrece el número de tesis defendidas por rama de conocimiento.

Tabla 2.11. Estudiantes matriculados en la Universidad de Salamanca curso 2016-2017. Fuente: [357]

Estudiantes de la Universidad de Salamanca 2016-2017							
Estudiantes en titulaciones de Grado							
Matrícula	Hombres	Mujeres		**Egresados**	Hombres	Mujeres	
22.177	8.943	13.054		**4.271**	1.738	2.533	
Estudiantes Programas de movilidad (datos disponibles julio 2016)							
ERASMUS saliente	SICUE saliente	Programa Becas de Intercambio	**Total programa movilidad saliente**	ERASMUS recibido	SICUE recibido	Programa Becas de Intercambio	**Total programa movilidad entrante**
491	258	51	**800**	890	306	127	**1.323**
Estudiantes de Posgrado							
Matrícula en Máster Universitario						**1.780**	
Matrícula en Programa de Doctorado						**2.426 (2.056 R.D. 99/2011)**	
Matrícula en Títulos Propios						**1.363**	
Cursos internacionales							
Estudiantes Cursos Internacionales (datos 2015/2016)						**6.898**	

La Universidad de Salamanca cuenta con un total de 28 centros docentes, 70 unidades de investigación y 10 centros propios. Se distribuye en 3 provincias en 9 campus docentes y administrativos; 5 campus en Salamanca (Campus Histórico, Campus de Ciencias, Campus de Canalejas, Campus Miguel de Unamuno y Campus Ciudad Jardín), 1 campus en Villamayor (Salamanca) y 3 más en las ciudades de Ávila, Béjar y Zamora. En la Tabla 2.12 se presenta un resumen de la estructura organizativa de la Universidad de Salamanca.

Respecto a la oferta docente, se imparten un total de 65 titulaciones de grado, 11 dobles gados, 69 másteres, 40 programas de doctorado (según Real Decreto 99/2011 [281]) y 134 Títulos Propios. Del mismo modo, se implementan cursos de español para extranjeros (concede y desarrolla los certificados DELE[12]) y dispone de cursos de

[11] Los estudiantes matriculados en varios títulos se computan una sola vez. Se incluyen 1.015 estudiantes del programa Erasmus y estudiantes de intercambio entrantes. Se excluyen las cifras de estudiantes de Cursos Internacionales.
[12] Modelo fijado para el control de los conocimientos de español en estudiantes extranjeros.

formación permanente dirigidos a toda la comunidad universitaria, tanto en modalidad presencial, semipresencial como virtual.

Figura 2.16. Distribución de los estudiantes de grado por ramas. Fuente [357]

Figura 2.17. Distribución de los estudiantes de máster por ramas. Fuente [357]

Figura 2.18. Distribución de los doctorandos por ramas. Fuente [357]

Figura 2.19. Número de tesis defendidas por rama de conocimiento. Fuente [357]

Tabla 2.12. Organización de la Universidad de Salamanca. Fuente: [357]

Organización de la Universidad de Salamanca		2017-2018
Ámbito territorial		
	Campus	9
	Provincias	3
Centros docentes		**28**
	Facultades	16
	Escuelas (Poli)Técnicas Superiores	3
	Escuelas Adscritas	4
	Escuela de Doctorado	1
	Centro de Formación Permanente	1
Áreas de conocimiento		**171**
Unidades de investigación		**70**
	Departamentos	57
	Institutos Universitarios de Investigación	13
Centros propios		**10**
	Centros Tecnológicos y de Investigación	3
	Centros Culturales y de Estudio	7
Servicios		**37**
	Asistencia a la comunidad universitaria	8
	Apoyo a la docencia y la investigación	11
	Colaboración con la sociedad	7
	Unidades centrales de gestión	11
Organismos participativos		**22**
	Fundaciones	11
	Sociedades	10
	Consorcios	1

2.5. La Facultad de Ciencias

El escenario principal en el que se implementará este Proyecto Docente e Investigador es la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca. La puesta en práctica de dicho proyecto se materializará en las correspondientes tareas docentes, de

investigación y de gestión. Respecto a las primeras (actividades docentes) se concretan en la docencia en grado, máster, así como en la implicación en algunos casos, y en la coordinación, en otros, de proyectos de innovación. Con relación a las tareas propias de investigación, se dirigen y se participa en proyectos de investigación (nacionales e internacionales), además de en la coordinación de alguna actividad propia de investigación. Por último, referido a la gestión señalar que se participa en actividades concretas de gestión del Departamento, de la Facultad, así como en la coordinación de acciones formativas.

Tal y como se recoge en el punto primer del *Artículo 8* del *Título II* de la Ley de Orgánica 4/2007 [265], por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001 de Universidades [253], se indica que:

> *Las escuelas y facultades son los centros encargados de la organización de las enseñanzas y de los procesos académicos, administrativos y de gestión conducentes a la obtención de títulos de grado. Podrán impartir también enseñanzas conducentes a la obtención de otros títulos, así como llevar a cabo aquellas otras funciones que determine la universidad.*

En la Universidad de Salamanca las facultades se rigen por sus Estatutos [330], sus funciones quedan establecidas en el *Artículo 9*:

> *a) La elaboración de sus planes de estudios.*
> *b) La organización y supervisión de las actividades docentes, así como la gestión de los servicios de su competencia.*
> *c) La organización de las relaciones entre Departamentos y con otros Centros, a fin de asegurar la coordinación de la enseñanza y la racionalización de la gestión académica y administrativa.*
> *d) La expedición de certificados académicos y la tramitación de propuestas de convalidación, traslado de expedientes, matriculación y otras funciones similares.*
> *e) La representación y participación en Instituciones públicas y privadas, cuando sea requerida su presencia o asesoramiento.*
> *f) La contribución a otras actividades universitarias y complementarias de los estudiantes.*
> *g) La formulación a los Departamentos de sugerencias en materia de aplicación y desarrollo de los planes de estudio.*

> *h) Participar en los procesos de evaluación de la calidad y promover activamente la mejora de la calidad de sus actividades de enseñanza.*
> *i) La propuesta de modificaciones de la Relación de Puestos de Trabajo del Personal de Administración y Servicios.*
> *j) La promoción de la igualdad mediante la difusión de datos y buenas prácticas, así como de la legislación en esta materia.*
> *k) El desempeño de cualesquiera otras funciones que las leyes o los presentes Estatutos les atribuyan.*

La Facultad de Ciencias está especializada en la formación de profesionales y científicos en las áreas de matemáticas, estadística, física, geología, ingeniería informática e ingeniería geológica. En los últimos años ha llevado a cabo el proceso de adaptación de sus titulaciones al EEES, proceso en el que continúa mejorando en la actualidad, por ejemplo, en la consolidación y oferta de prácticas externas.

Según se recoge en el Reglamento de Régimen Interno de la Facultad de Ciencias en su *Artículo 2,* de su *Título Preliminar* [359] (p. 1):

> *La Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca es el centro encargado de la organización de las enseñanzas y de los procesos académicos, administrativos y de gestión conducentes a la obtención de los Títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional de Licenciado en Física, Geología y Matemáticas, Ingeniero Geólogo, Ingeniero Informático (2º Ciclo), Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas y Diplomado en Estadística y cualesquiera otros que se le asignen. Se regirá por lo dispuesto en la Ley Orgánica de Universidades, por las normas que dicte el Estado o la Comunidad de Castilla y León en el ejercicio de sus respectivas competencias, por los Estatutos de la Universidad y sus normas de desarrollo y, finalmente, por el presente Reglamento de Régimen Interno.*

En la actualidad la Facultad cuenta con más de 200 docentes, sobre 1.510 estudiantes (incluyendo grado, máster y doctorado a fecha de 11 de enero de 2018 [360-362]); y en ella trabajan profesores de más de 20 departamentos. Además, alberga en su sede a más de una veintena de grupos de investigación y varios institutos de investigación asociados. Cuenta con seis grados, todos los cuales, menos Geología e Ingeniería Geológica, tienen docencia impartida por el Departamento de Informática y Automática. La evolución de la matrícula en estos grados se recoge en la Tabla 2.13, de

todos ellos, por la relación con este Proyecto Docente e Investigador, se destaca el Grado en Ingeniería Informática.

Tabla 2.13. Evolución de la matrícula en los grados de la Facultad de Ciencias. Fuente: [357, 360, 363]

Grado	11-12			12-13			13-14			14-15			15-16			16-17			17-18			Nuevo ingreso 16-17		
	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M
Estadística	65	21	44	65	24	41	66	30	36	55	30	25	64	36	28	92	57	35	110	64	46	49	32	17
Física	160	116	44	219	167	52	263	197	66	300	225	75	293	212	81	289	208	81	290	200	90	65	45	20
Geología	33	18	15	48	26	22	66	40	26	76	46	30	84	50	34	79	48	31	65	40	25	17	7	10
Ingeniería Geológica	42	30	12	49	34	15	60	42	18	66	48	18	55	37	18	47	31	16	29	20	9	9	4	5
Ingeniería Informática	**373**	**316**	**57**	**490**	**404**	**86**	**562**	**465**	**97**	**598**	**506**	**92**	**648**	**555**	**93**	**666**	**576**	**90**	**682**	**588**	**94**	**159**	**144**	**15**
Matemáticas	125	76	49	134	85	49	142	81	61	147	79	68	149	82	67	157	84	73	169	85	84	40	22	18
TOTAL	798	577	221	1005	740	265	1159	855	304	1249	934	308	1293	972	321	1330	1004	326	1345	997	348	339	254	85

T (Total); H (Hombres); M (Mujeres)

Además, actualmente, en esta Facultad se imparten seis másteres universitarios. La evolución de la matrícula en estos másteres se recoge en la Tabla 2.14, de todos ellos, por la relación con este Proyecto Docente e Investigador, se destacan el Máster Universitario en Ingeniería Informática y el Máster Universitario en Sistemas Inteligentes.

Tabla 2.14. Evolución de la matrícula en los másteres de la Facultad de Ciencias. Fuente: [357, 361, 364]

Máster	10-11			11-12			12-13			13-14			14-15			15-16			16-17			17-18		
	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M
Ciencias de la Tierra: Geología ambiental y aplicada	5	3	2	9	6	3	10	7	3	10	5	5	6	5	1	8	4	4	10	5	5	9	4	5
Física Nuclear por la U. de Sevilla, U. A. de Madrid, U. de Barcelona, U. de Granada, U. C. Madrid y U. de Salamanca	-	-	-	-	-	-	3	3	0	-	-	-	4	4	0	1	1	0	3	3	0	5	4	1
Física y Matemáticas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	11	2	20	17	3
Física y Tecnología de los Láseres por la U. de Salamanca y la U. de Valladolid	11	7	4	9	9	0	10	9	1	2	2	0	6	6	0	10	8	2	10	5	5	4	4	0
Ingeniería Informática	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**10**	**8**	**2**	**14**	**12**	**2**	**25**	**23**	**2**	**8**	**7**	**1**
Sistemas Inteligentes	**17**	**12**	**5**	**12**	**10**	**2**	**14**	**11**	**3**	**17**	**14**	**3**	**12**	**11**	**1**	**13**	**11**	**2**	**9**	**7**	**2**	**14**	**12**	**2**
TOTAL	33	22	11	30	25	5	37	30	7	29	21	8	38	34	4	46	36	10	70	54	16	60	48	12

T (Total); H (Hombres); M (Mujeres)

2.6. El Departamento de Informática y Automática

Con la entrada en vigor de la LRU [262] se produce un cambio en la estructuración y organización de las enseñanzas universitarias. Se establece el Departamento como unidad básica de la estructura universitaria. Concretamente, el *Artículo 8* del *Título Primero* establece que los departamentos son:

> *Los Departamentos son los órganos básicos encargados de organizar y desarrollar la investigación y las enseñanzas propias de su respectiva*

> *área de conocimiento en una o varias Facultades, Escuelas Técnicas Superiores, Escuelas Universitarias y, en su caso, en aquellos otros centros que se hayan creado al amparo de lo previsto en el artículo 7. de esta Ley.*

Tal y como se recoge en el punto primer del *Artículo 9* del *Título II* de la Ley de Orgánica 4/2007 [265], por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001 de Universidades [253], se indica que:

> *Los departamentos son las unidades de docencia e investigación encargadas de coordinar las enseñanzas de uno o varios ámbitos del conocimiento en uno o varios centros, de acuerdo con la programación docente de la universidad, de apoyar las actividades e iniciativas docentes e investigadoras del profesorado, y de ejercer aquellas otras funciones que sean determinadas por los estatutos.*

En la misma línea, los Estatutos de la Universidad de Salamanca [330], en el *Artículo 11* del *Capítulo Primero: De la estructura académica*, se dice:

> *Los Departamentos son los órganos encargados de coordinar e impartir las enseñanzas de las áreas de conocimiento de los Centros y de promover entre sus miembros el estudio y la investigación universitaria.*

Más detalladamente, las funciones que los Estatutos asignan a los Departamentos se establecen en el *Artículo 14* y son las siguientes:

> *a) Coordinar e impartir las enseñanzas de sus áreas de conocimiento de acuerdo con los planes de estudio y la programación docente de los Centros.*
> *b) Impulsar las actividades e iniciativas docentes e investigadoras de sus profesores.*
> *c) Fomentar la creación de Grupos de Investigación y promover proyectos de investigación.*
> *d) Proponer, organizar y desarrollar cursos especializados, estudios de Máster Universitario y Doctorado y, en su caso, de los Títulos Propios.*
> *e) Estimular la elaboración de tesis doctorales.*
> *f) Fomentar la realización de programas de enseñanza e investigación multidisciplinares e interdepartamentales.*
> *g) Impulsar la permanente actualización científica y pedagógica de sus miembros.*

h) Planificar e impartir cursos de especialización y perfeccionamiento de titulados universitarios.

i) Facilitar la iniciación de los estudiantes colaboradores en las tareas que le son propias.

j) Promover y realizar contactos con personas físicas, entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras, de acuerdo con la legislación vigente y los presentes Estatutos.

k) Organizar y llevar a cabo cursos o investigaciones acordados en contratos suscritos según el apartado anterior.

l) Promover y encauzar la participación con otras instituciones, así como el asesoramiento de estas.

m) Participar en los procesos de evaluación de la calidad institucional y promover activamente la mejora de la calidad de sus actividades de docencia e investigación.

n) Proponer modificaciones de la Relación de Puestos de Trabajo en los términos contemplados en los presentes Estatutos.

o) Desempeñar otras funciones que las leyes y los presentes Estatutos les atribuyan o que la práctica aconseje.

La estructura universitaria organiza a los docentes e investigadores en departamentos. La Universidad de Salamanca cuenta con 57 departamentos. Para enmarcar las tareas de un profesor universitario se requiere la descripción de la unidad a la que pertenece. Este Proyecto Docente e Investigador se circunscribe al Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, la cual está adscrita al Departamento de Informática y Automática en la Universidad de Salamanca.

2.6.1. Origen y evolución del Departamento de Informática y Automática

La historia del departamento de Informática y Automática se inicia por resolución de la Junta de Gobierno de esta universidad el 31 de octubre de 1996. En sus inicios, estaba constituido por dos áreas de conocimiento: Ingeniería de Sistemas y Automática y Lenguajes y Sistemas Informáticos. Posteriormente, se incorporan las áreas de conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial y de Arquitectura y Tecnología de los Computadores.

La creación y evolución del departamento viene marcada por la aparición de nuevas titulaciones en la Universidad de Salamanca, como puede verse en la Tabla 2.15. Así, hasta finales de los años 80, el Área de Conocimiento de Ingeniería de Sistemas y Automática centraba su actividad docente en la impartición de asignaturas de en la

titulación de Ciencias Físicas. Es a partir de 1988 cuando comienza a impartir asignaturas relacionadas con la informática en dos nuevas titulaciones: La Diplomatura de Biblioteconomía y la Diplomatura de Informática. Ello da lugar a que aparezca en 1990 el Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos, con el objetivo de satisfacer de una mejor manera las nuevas necesidades docentes e investigadoras de la Universidad de Salamanca.

Tabla 2.15. Año de creación de las primeras titulaciones técnicas en la Universidad de Salamanca. Fuente: [365]

Curso	Titulación
1987-1988	Diplomatura en Biblioteconomía y Documentación
1989-1990	Ingeniero Técnico Industrial. Esp. Electrónica (Intensificación Electrónica)
1989-1990	Diplomatura de Informática
1992-1993	Licenciatura en Traducción e Interpretación
1993-1994	Ingeniería Química
1998-1999	2º ciclo Ingeniero Industrial
1998-1999	Ingeniero en Informática (2º ciclo)
1998-1999	Diplomado en Turismo

Como consecuencia de la implantación de los nuevos planes de estudio, más allá de las nuevas titulaciones, las áreas de Ingeniería de Sistemas y Automática y de Lenguajes y Sistemas Informáticos impartirán docencia en asignaturas relacionadas con la introducción a la informática en múltiples titulaciones. Estas dos áreas sufren un importante incremento en el número de personal y en su encargo docente. De esta forma, un área a la que pertenecían tres personas en 1988 se convierte en un departamento en 1996, que se completa con la creación, en ese mismo año, del Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial y, en 1998, del Área de Arquitectura y Tecnología de los Computadores.

Se puede ver, por tanto, a la década de los 90 como una época de gran dinamismo y crecimiento en la que, sin abandonar las tareas de investigación, los esfuerzos se centraron en la puesta en marcha de las nuevas titulaciones, con un marcado carácter aplicado. Esto supuso no solamente un gran esfuerzo de trabajo, sino también de planteamiento, en tanto que se produjo una transición desde un entorno con un elevado carácter teórico hacia un enfoque mucho más aplicado. Además, se puede señalar que tanto en las titulaciones existentes como en las de nueva creación, ha existido una importante dinámica de modificación de los planes de estudios, que hizo a aquella década más activa desde un punto de vista docente.

2.6.2. Estructura organizativa del Departamento de Informática y Automática

El Departamento de Informática y Automática se rige, tal y como subraya el primer punto del *Artículo 27* del *Título IV. Del régimen jurídico* de su Reglamento de Régimen Interno [366], por:

> *El Departamento de Informática y Automática se regirá por la Ley Orgánica de Universidades, por las normas que emanen de los correspondientes órganos del Estado y de las Comunidades Autónomas en el ejercicio de sus respectivas competencias, por los Estatutos de la Universidad de Salamanca y sus normas de desarrollo y finalmente por el presente Reglamento de Régimen Interno.*

La función primordial del departamento, tal y como se recoge en el segundo punto del *Artículo 1* del *Título Preliminar. El Departamento y sus competencias* de su Reglamento de Régimen Interno [366]:

> *El Departamento de Informática y Automática como órgano encargado de coordinar e impartir las enseñanzas de las áreas de conocimiento en los centros y de promover entre sus miembros el estudio y la investigación universitaria, desarrolla sus funciones docentes e investigadoras en todos aquellos Centros cuyos planes de estudio integren materias y asignaturas adscritas a las áreas de conocimiento expresas en el apartado anterior y, en su caso, en los correspondientes programas de tercer ciclo.*

A fecha de enero de 2018, el Departamento de Informática y Automática se compone de una plantilla de 67 profesores[13] y 7 becarios de investigación, integrados en las siguientes áreas de conocimiento:

- Arquitectura y Tecnología de los Computadores (ATC).
- Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial (CCIA).
- Ingeniería de Sistemas y Automática (ISA).
- Lenguajes y Sistemas Informáticos (LSI).

Además, el Departamento de Informática y Automática cuenta dos personas que son miembros del Personal de Administración y Servicios.

[13] 44 de ellos son doctores (65,67%); 34 son funcionarios (50,75%) y 33 contratados (9 de ellos fijos).

En la Tabla 2.16 se presenta el reparto de profesores del Departamento de Informática y Automática por categoría y área de conocimiento.

Tabla 2.16. Plantilla del Departamento de Informática y Automática. Fuente: Basada en la información de la intranet del Departamento de Informática y Automática https://goo.gl/iM2Fh3

	CU	TU	TEU	CD	Col	AD	A6	A3	Total
ATC			1	1					2
CCIA	2	6	1	1		1	6	1	18
ISA	1	3	3	1	1		1	2	12
LSI	2	9	6	4	1	1	11	1	35
Total	5	18	11	7	2	2	18	4	**67**

*A fecha de 1-1-2018. Leyenda: CU: Catedrático Universidad; TU: Titular Universidad; TEU: Titular Escuela Universitaria; CD: Contratado; Doctor, Col: Colaborador; AD: Ayudante Doctor; A6: Asociado 6 horas; A3: Asociado 3 horas

Tabla 2.17. Centros y titulaciones en las que imparte docencia el Departamento de Informática y Automática. Fuente: Basada en la información de la intranet del Departamento de Informática y Automática https://goo.gl/iM2Fh3 https://goo.gl/iM2Fh3

Centro	Titulaciones
Facultad de Ciencias	**Grado**
	• Grado en Ingeniería Informática • Grado en Estadística • Grado en Física • Grado en Matemáticas
	Máster
	• Máster Universitario en Ingeniería Informática • Máster Universitario en Sistemas Inteligentes
	Doctorado
	• Doctorado en Ingeniería Informática
Facultad de Medicina	**Máster**
	• Máster Universitario en Intervención a Personas con Enfermedad de Alzheimer
Facultad de Geografía e Historia	**Máster**
	• Máster Universitario de Estudios Avanzados e Investigación en Historia. Sociedades, Poderes e Identidades
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales	**Grado**
	• Grado en Ingeniería Agrícola
Facultad de Ciencias Químicas	**Grado**
	• Grado en Ingeniería Química
	Máster
	• Máster en Ingeniería Química
Escuela Universitaria de Educación y Turismo (Ávila)	**Grado**
	• Grado en Turismo • Grado en Turismo – Curso de adaptación
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (Béjar)	
	Grado
	• Grado en Diseño y Tecnología Textil • Grado en Ingeniería Eléctrica • Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática • Grado en Ingeniería Mecánica
	Máster
	• Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Facultad de Traducción y Documentación	**Grado**
	• Grado en Información y Documentación • Grado en Traducción e Interpretación
	Máster
	• Máster Universitario en Sistemas de Información Digital
Escuela Politécnica Superior (Zamora)	**Grado**
	• Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información • Grado en Arquitectura Técnica • Grado en Ingeniería Agroalimentaria • Grado en Ingeniería Civil • Grado en Ingeniería de Materiales • Grado en Ingeniería Mecánica
Facultad de Biología	**Grado**
	• Grado en Biología • Grado en Biotecnología

Centro	Titulaciones
Facultad de Educación	**Máster**
	• Máster en las TIC´s en Educación: Análisis y Diseño de Procesos, Recursos y Prácticas Formativa • Máster en Profesorado de ESO y Bachillerato, FP y EOI
Facultad de Ciencias Sociales	**Grado**
	• Grado en Comunicación Audiovisual
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)	**Doctorado**
	• Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento
Instituto Universitario de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología	**Máster**
	• Máster Universitario en Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología

*Información relativa al curso 2017-2018

Sus profesores imparten docencia en los centros y titulaciones que se recogen en la Tabla 2.17. Como se puede observar, la docencia mayoritaria tiene lugar en la Facultad de Ciencias, a la que están adscritos un 62,68% (42) de los profesores. Otros centros importantes para el departamento son la Escuela Politécnica Superior de Zamora (11 docentes adscritos, 16,42%), la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar (5 docentes adscritos, 7,42%), la Facultad de Traducción y Documentación (6 docentes adscritos, 8,95%) y la Facultad de Biología (2 docentes adscritos, 2,98%).

2.7. El Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Como se ha comentado en el apartado anterior, el Departamento de Informática y Automática se compone de cuatro áreas de conocimiento, entre ellas el Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, que se crea en el Departamento de Informática y Automática en 1996.

Tal y como se recoge en el punto primer del *Artículo 71* del *Título IX, Sección II. Del profesorado de los cuerpos docentes universitarios* de la Ley de Orgánica 4/2007 [265], por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001 de Universidades [253], se indica que:

> *Las denominaciones de las plazas de la relación de puestos de trabajo de profesores funcionarios de cuerpos docentes universitarios corresponderán a las de las áreas de conocimiento existentes. A tales efectos, se entenderá por área de conocimiento aquellos campos del saber caracterizados por la homogeneidad de su objeto de conocimiento, una común tradición histórica y la existencia de comunidades de profesores e investigadores, nacionales o internacionales.*

Los Estatutos de la Universidad de Salamanca [330], diversos puntos del *Artículo 13* del *Capítulo Primero: De la estructura académica*, establecen la vinculación entre departamentos y áreas de conocimiento, así:

> *a) Todos los profesores de una misma área de conocimiento formarán parte de un solo Departamento, salvo en aquellos casos en las que las disposiciones en vigor permitan la creación de varios.*
>
> *b) Cuando el Departamento que se pretende constituir comprenda varias áreas de conocimiento, deberá mediar entre ellas afinidad o proximidad científica, de modo que quede garantizada la racionalidad de su agrupación y puedan los miembros de aquel integrar un conjunto coherente de docentes e investigadores.*
>
> *c) Todo Departamento deberá contar con profesorado suficiente para impartir por sí solo las enseñanzas del área o áreas de conocimiento correspondientes a todos los ciclos de su competencia.*

Actualmente, el Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial cuenta, en la Universidad de Salamanca, con 18 docentes (12 hombres y 6 mujeres): 2 catedráticos, 6 Titulares de Universidad (2 mujeres), 1 Titular de Escuela Universitaria (mujer), 1 Contratado Doctor (mujer), 1 Ayudante Doctor, 6 Asociados a 6 horas (2 mujeres) y 1 Asociado a 3 horas (ver Tabla 2.16). Todas las plazas docentes de esta área de conocimiento están adscritas a la Facultad de Ciencias. Como ya contemplaba la derogada LRU [262] y, actualmente, contempla la LOMLOU [265], la adscripción de una plaza de profesorado a un centro tiene unos efectos que, en muchos casos, se limitan a los puramente administrativos.

Según datos referidos al Curso 2014-2015, el Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial estaba formada por 776 miembros del PDI (sin incluir la categoría de Profesor Titular de Escuela Universitaria ni a los profesores asociados), de los cuales 602 eran hombres y 174 mujeres [367]. En la Tabla 2.18 se encuentra recogida esta información diferenciada por las diferentes categorías contempladas de PDI.

Tabla 2.18. PDI del Área de Ciencia de la Composición e Inteligencia Artificial a nivel nacional (Curso 2014-2015). Fuente: Cálculos realizados sobre la información de [367] (p. 127)

	CU	TU	CEU	CD	AD	A
Hombres	102 (87,18)	322 (74,54%)	17 (100%)	125 (76,69%)	24 (72,73%)	12 (85,72%)
Mujeres	15 (12,82%)	110 (25,46%)	0 (0%)	38 (23,31%)	9 (27,27%)	2 (14,28%)
TOTAL	117 (100%)	432 (100%)	17 (100%)	163 (100%)	33 (100%)	14 (100%)

2.8. Reflexión final

En este capítulo se ha realizado una radiografía del contexto institucional que está formado por la universidad en España, que se ha tenido que enfrentar a una reestructuración sumamente importante habida cuenta de su adaptación al EEES y que ha tenido que hacerlo en el contexto de una de las mayores crisis económicas que se han conocido recientemente. Esta crisis, que se inicia en el otoño de 2007, está teniendo consecuencias muy importantes para la Educación Superior en España, con una clara deceleración en la inversión en las universidades y en el sistema de I+D+i nacional

Figura 2.20. Evolución del esfuerzo en I+D, en gasto como % del PIB. Periodo 2000 a 2015. Fuente [85] (p. 98)

Desde el asentamiento de la globalización y la economía del conocimiento, las prioridades de los países más competitivos se han dirigido decididamente hacia el crecimiento sostenido del esfuerzo del gasto público y privado en I+D. Sin embargo, a

partir de 2008, España se ha desviado de esa tendencia general, para cambiar la pendiente de su curva de evolución a descendente, mientras que los mayores competidores han seguido priorizando la inversión en I+D+i, incluso en momentos en los que se producía recesión en sus economías, como es el caso de Alemania, Corea, Japón, China o los Países Nórdicos [85], como se puede apreciar en la Figura 2.20.

A pesar de partir de niveles claramente inferiores al de sus países competidores y a los niveles medios de las zonas económicas donde se inscribe, España ha reducido su gasto un 7,5%, para situarlo en el 51% de la media OCDE y el 63% de la media de la Unión Europea a 28, unos niveles que le impiden mejorar su nivel de competitividad, como se refleja en la Figura 2.21. Ante esta situación en España el gasto en I+D+i ha retrocedido en 2015 a niveles inferiores a 2007 [85] y los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) certifican que el desembolso en I+D+i retrocede por sexto año consecutivo en relación al PIB en 2016 [368], aunque el gasto aumentara en 0,7% en 2016 [369].

Figura 2.21. Porcentaje de variación del esfuerzo en I+D, en gasto como porcentaje del PIB. Periodo 2008 a 2015. Fuente [85] (p. 98)

La situación en España es muy preocupante, como expresa el Informe Cotec 2017 [370]:

> *Mientras el conjunto de la UE invierte hoy un 25% más en I+D que antes del inicio de la crisis económica, nuestra economía invierte un 10% menos. España es, en realidad, una excepción en Europa y forma parte del grupo de los cuatro únicos países que todavía no han recuperado los niveles de inversión de 2008. De hecho, en términos relativos a Europa, el retroceso acumulado en estos últimos cinco años nos devuelve a la posición de 2004.*

Esta situación influye en las posibilidades de futuro de los investigadores españoles, que ven como las opciones de desarrollar una carrera profesional en las universidades españolas es muy difícil por la falta de inversión, lo que está ya repercutiendo en la tasa de renovación de la plantilla en las universidades. Como consecuencia, en España en 2015 había 122.437 investigadores, el 90% de los que había en 2010 [370].

Los recortes en presupuesto, inversión y refuerzo en plantilla, vienen acompañados de un aumento del trabajo de gestión por causa directa de la implantación del EEES, lo cual se está traduciendo en desmotivación general en el PDI.

La Universidad de Salamanca no es una excepción y sufre los problemas del sistema universitario español, aunque desde un punto de vista económico interno ha conseguido superar la crisis económica general con un saneamiento de su economía interna, lo que ha facilitado que desde 2016 haya podido salir a concurso un buen número de plazas de PDI en las diferentes categorías.

Así, la Universidad de Salamanca encara su octavo centenario en este año 2018 culminando su Plan Estratégico General 2013-2018 [120], que tenía como objetivo:

> *[…] convertir y consolidar a la Universidad de Salamanca como universidad del siglo XXI, sin fronteras geográficas, volcada en la formación integral y para toda la vida, con líneas de investigación de excelencia a partir de las cuales responder a las necesidades que plantea la sociedad del futuro.*

Dentro de la Universidad de Salamanca, el Departamento de Informática es el principal responsable de los estudios de Ingeniería en Informática en esta Universidad. Su evolución y crecimiento ha sido continuo desde su creación en 1996, aunque afectado por los efectos de la crisis económica, sus egresados tienen una tasa de

prácticamente pleno empleo y su relación con el sector tecnológico de la ciudad es sumamente estrecha.

Dentro de este departamento, el Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial tiene una destacada actividad, tanto en la docencia como en la investigación, lo que le ha servido, pese a no tener un tamaño excesivamente grande y contar ya con dos catedráticos, para estar la número 13 en necesidades docentes, según los datos del curso 2015-2016, con un índice 1,341, lo que facilitó en 2017 la dotación de la presente plaza de Catedrático de Universidad.

Una vez que se ha definido el contexto institucional en el que se presenta este Proyecto Docente e Investigador, se van a desarrollar en los bloques de actividad de gestión, docencia e investigación asociados a el perfil docente en *Ingeniería del Software y Gobierno de Tecnologías de la Información* y al perfil de investigación en Tecnologías del Aprendizaje [1]. Precisamente, el primero de estos bloques, que lleva por título *Planteamiento de Gestión Universitaria*, va a servir como justificación de la parte de *Gobierno de Tecnologías de la Información* del proyecto docente y tiene una clara relación con la gestión de la investigación dentro del proyecto investigador.

PLANTEAMIENTO DE GESTIÓN UNIVERSITARIA

Capítulo 3. Gestión universitaria

Un Anillo para gobernarlos a todos. Un anillo
para encontrarlos [...]

J. R. R. Tolkien (1954)
El Seños de los Anillos

En este capítulo se aborda la experiencia en gestión universitaria del candidato a la plaza de Catedrático de Universidad. Obviamente, reflexionar brevísimamente sobre la gestión universitaria no puede estar al mismo nivel de las ocupaciones y preocupaciones de un universitario, pero si es esencial en el proceso —imparable— de modernización de la Universidad, de definición de una nueva gobernanza, que está relacionada con la financiación, el control de la eficiencia en la gestión y la rendición de cuentas, con el establecimiento de un modelo de contabilidad analítica, con las políticas de acercamiento al entorno local y territorial, con la dimensión social y con el engarce entre las distintas unidades —departamentos, centros, institutos, hospitales, parques científicos y tecnológicos, etc. [371].

La gestión universitaria significa los deberes y compromisos de todo universitario con su universidad, que busca la calidad [372] y la excelencia [373].

Al profesorado universitario se le pide realizar actividades docentes e investigadoras, pero también de gestión con altos estándares de eficacia y calidad para maximizar los resultados y el impacto de las acciones docentes e investigadoras.

Más allá de la *pequeña gestión*, que abruma, supera y hastía cada día más a los docentes universitarios [374], este capítulo se refiere a la *gran gestión*, es decir, al desempeño de órganos unipersonales —desde el Rector hacia abajo— o a la pertenencia activa en órganos colegiados —del Claustro o del Consejo de Gobierno hacia abajo—.

El gestor universitario raramente *nace* y casi siempre *se tiene que hacer*. La clave está en ver cómo, cuándo y por qué [13].

¿Cómo? Formándose y reciclándose, sin improvisación, como todo profesional [375], debido a la cada vez mayor complejidad que plantea la gestión universitaria y que demanda a los cuadros directivos y de gestión, en especial los académicos, el desarrollo de competencias profesionales de cargos docentes respecto a la dirección y gestión universitaria [376]. Se hace necesario, por tanto, adquirir un conocimiento general sobre la gestión académica universitaria, asumir un modelo de liderazgo estratégico y desarrollar y perfeccionar habilidades directivas. Una formación previa al cargo y progresiva a las competencias y responsabilidades del mismo.

¿Cuándo? Sin negar la importancia de que los estudiantes se impliquen activamente en los órganos de gestión universitaria, al igual que los miembros del PAS, de los docentes llamados a los más altos puestos de gestión —Director de Servicio, Director de Departamento, Decano, Vicerrector, Rector— se requiere de madurez, conocimiento del medio personal y estructural universitario y estabilidad en lo profesional.

¿Por qué? Por *convicción* y no por *conveniencia*. La labor de gestión debe ser valorada y reconocida. La valoración viene dada por términos económicos, mediante unos complementos salariales auténticamente simbólicos, y/o por términos académicos, mediante reducciones en el número de horas de docencia, como se tiene estipulado en el Modelo de Plantilla para el PDI de la Universidad de Salamanca [377], donde se establece que la actividad de gestión del PDI se computará en carga horaria dentro las 350 horas que el profesorado puede dedicar a otras actividades universitarias en los términos que establezca cada universidad [378]. A todo PDI se le reconocen 100 horas de dedicación a otras actividades relacionadas con la denominada *pequeña gestión* sin

necesidad de justificación. Adicionalmente, se computan en este apartado las horas que se señalan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Reconocimiento de las actividades de gestión en la Universidad de Salamanca. Fuente: Basado en la información de [377] (pp. 9-10)

Cargo de gestión	Carga horaria
Rector	770
Vicerrector	560
Director de la Fundación General	560
Director de la Oficina del VIII Centenario	560
Decano/Director de Centro	420
Director de Departamento	420
Director de Instituto Universitario	420
Director de Cursos Internacionales	420
Asesor de Vicerrector	420
Director del Área Jurídica	420
Director de la Unidad de Evaluación de la Calidad	420
Director Académico de Servicio Universitario	420
Defensor del Universitario	420
Vicedecano	350
Secretario de Centro	350
Subdirector de Centro	350
Subdirector de Cursos Internacionales	350
Director de la Unidad de Igualdad	350
Secretario de Departamento	230
Subdirector de Departamento	230
Secretario de Instituto Universitario	230
Subdirector de Instituto Universitario	230
Presidente de la Junta Electoral	230
Director de Centro Tecnológico	230
Director de Centro de Investigación	230
Presidente de la Junta de PDI	230
Secretario de la Junta de PDI	230
Presidente de los CEPDIs	230
Secretario de los CEPDIs	230
Director de Servicio de Apoyo a la Investigación	180
Miembro de la Junta de PDI	180
Miembro de los CEPDIs	180
Delegados de Personal	180
Coordinador de Grado	180
Coordinador de Máster Universitario	180
Coordinador de Doctorado	180
Coordinador de Prácticum	180
Miembro de Comisión de Grado	60
Miembro de Comisión de Máster Universitario	60
Miembro de Comisión de Doctorado	60
Coordinador Erasmus	60
Coordinador de Título Propio	60
Coordinador de Pruebas de Acceso —por materias—	60
Gestión de Programas nacionales —ANEP, ANECA, etc.—	60
Gestión de Proyectos de Investigación —IP—	60
Director de Congreso	60
Director de Curso Extraordinario	60

La actividad de gestión también se reconoce como mérito cuando se refiere al desempeño de cargos unipersonales de gestión universitaria, cuando estén recogidos en los estatutos de las universidades. En los criterios para la acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios [379, 380], la calificación en la

valoración de la actividad de gestión tiene efectos de compensación para insuficiencias en los méritos de investigación y/o docencia:

- Calificación A en solicitudes de acreditación para Catedráticos de Universidad tiene efectos de compensación para insuficiencias en los méritos de investigación.
- Calificación B compensaría calificaciones C de docencia en Catedráticos de Universidad y Titulares de Universidad.

En definitiva, se defiende que la gestión universitaria debe entenderse una *vocación* y una *devoción*, que no debe llevar a eludir las obligaciones y compromisos docentes e investigadores por cuanto es una actividad que cada cual personalmente elige.

En el caso de este Proyecto Docente e Investigador, la gestión universitaria ha estado muy presente y tiene influencia tanto en una parte el perfil docente como del perfil investigador. Es por ello que, aunque la gestión universitaria debería contar con su apartado autónomo en el Proyecto Docente e Investigador, quizás hacia el final del mismo, se ha visto adecuado posicionarlo previamente a los bloques de docencia e investigación por dicha influencia en ellos.

Concretamente, de la experiencia en gestión universitaria se va a destacar la actividad en tres cargos unipersonales:

1. Vicedecano de Innovación y Nuevas Tecnologías de la Facultad de Ciencias (desde 27-1-2004 al 15-3-2007).
2. Vicerrector de Innovación Tecnológica (desde 15-3-2007 al 17-12-2009).
3. Coordinador del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento, regulado por el RD 99/2011 [281] (desde 1-9-2013 a la actualidad).

3.1. Experiencia de gestión universitaria en la Facultad de Ciencias

Desde el 27 de enero de 2004 hasta el 15 de marzo de 2007 se forma parte del equipo decanal de la Facultad de Ciencias como Vicedecano de Innovación y Nuevas Tecnologías.

La gestión a nivel de centro tiene un enfoque mucho más ligado al soporte de la actividad docente, de la Facultad, en este caso, aunque en ciertas decisiones se tiene que contar con el apoyo y colaboración de la gestión central representada por parte de

los diferentes vicerrectorados y, en muchas ocasiones, con el trabajo conjunto con los equipos decanales y de dirección de otros centros, tanto de la propia universidad como de otras universidades.

Aunque las decisiones se toman de forma colegiada por todo el equipo decanal, las principales competencias que se tienen asignadas en este período, con una relación directa en este Proyecto Docente e Investigador, se resumen en las siguientes:

- Responsabilidad sobre la infraestructura tecnológica de la Facultad de Ciencias, con un uso principalmente docente.
- Representante de los estudios de Ingeniería en Informática en la Facultad de Ciencias y de la Universidad de Salamanca en la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática (CODDII).

3.1.1. Infraestructura tecnológica de la Facultad de Ciencias

Antes del período 2004-2007, la actuación de los centros de la Universidad de Salamanca en materia tecnológica se solía limitar a: procurar que, progresivamente, en las aulas de docencia (tanto de teoría como de prácticas) el proyector de transparencias se viese complementado, cuando no sustituido, por la infraestructura audiovisual, normalmente formada por el binomio cañón de proyector y ordenado de aula, para evitar que los profesores que, en gran medida, empezaban a utilizar estos medios tuvieran que ir a las clases provistos de un ordenador y un cañón portátiles; controlar el correcto funcionamiento del *hardware* y *software* de las aulas de informática; y coordinarse con los servicios informáticos centrales para el funcionamiento y ampliación de los puntos de red del centro.

Durante el período 2004-2007 se continúan las labores anteriormente mencionadas, con una intensificación en conseguir actualizaciones de los ordenadores de las aulas de informática de la Facultad. Sin embargo, se pone mucho más énfasis en el apartado de innovación tecnológica lo que se traduce en diferentes actuaciones de las que se van a destacar dos concretamente.

En primer lugar, se llama la atención de la necesidad de contar con conexión *wifi* en la Universidad de Salamanca en general y en la Facultad de Ciencias en particular. Ante las reticencias del Equipo Rectoral y de los Servicios Informáticos de la época, la Facultad de Ciencias toma la iniciativa de implantar, en 2005, un piloto de conectividad *wifi* en la zona del Decanato y la Sala de Juntas de la Facultad para que,

tanto desde el Rectorado como desde los Servicios Informáticos, pudieran evaluar la pertinencia de desarrollar el plan de conectividad global *wifi* para toda la universidad. El 22 de mayo de 2006 entra en funcionamiento la conexión *wifi* de la Universidad de Salamanca.

La Universidad de Salamanca, consciente con las demandas de la sociedad, sigue el ejemplo de campus virtuales inaugurados en otras universidades e inicia en el curso 2000-2001 el desarrollo de EudoRed[14], el primer entorno de la Universidad de Salamanca para la Docencia en Red, impulsado por miembros del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE), los vicerrectorados de Docencia e Investigación y por la dirección de los Servicios Informáticos [381]. Esta plataforma, pese a suponer un primer hito en la docencia virtual en la Universidad de Salamanca, tiene problemas de uso y aceptación por parte de la comunidad académica y son varios los centros que deciden implantar sus propias soluciones y plataformas. En octubre de 2005, el Decanato de la Facultad de Ciencias apuesta por la plataforma Moodle (versión 1.5.3) para implantar un campus virtual de la Facultad y facilitar así los medios tecnológicos adecuados que posibiliten un cambio de metodología docente ante la llegada del EEES. De esta forma, se posibilita la puesta en marcha de nuevas iniciativas por parte de los profesores y el uso integrado por parte de los estudiantes. Esta iniciativa en la Facultad de Ciencias se desarrolló bajo el amparo de un proyecto financiado por la Junta de Castilla y León, en la convocatoria de ayudas para la elaboración y desarrollo de proyectos relacionados con la convergencia europea de la enseñanza en las Universidades de Castilla y León, que llevaba por título "Plataformas *e-learning* como soporte a la actividad docente de Grado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca" (Ref. US07/05) [382] y fue dirigido formalmente por el entonces Decano de la Facultad de Ciencias (Dr. D. Francisco Fernández González) y el equipo de investigación estuvo compuesto por los Vicedecanos y el Secretario de la Facultad. Además, de la implantación en sí de la plataforma en un servidor alojado en las dependencias de la biblioteca del centro, Biblioteca Abraham Zacut, con un técnico encargado de su mantenimiento y actualización, se imparte formación para unos 50 docentes de la Facultad y para los estudiantes en una serie de talleres [383].

---

[14] EudoRed, o plataforma JLE, una plataforma de teleformación basada en Java que se adquiere a una empresa de Tarragona, después de haber visitado *in situ* el director de los Servicios de Informática de la Universidad de Salamanca (con un perfil técnico) y la directora del IUCE (con un perfil pedagógicogo) varias soluciones en otras universidades, como por ejemplo la UPC o la UAM. Esta decisión se toma en el curso 1999-2000, teniendo en cuanta que es aquella época las opciones *open* no eran mayoritarias.

3.1.2. Los estudios de Ingeniería en Informática de la Facultad de Ciencias y su adaptación al EEES

Tradicionalmente los equipos decanales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca han intentado tener una composición de vicedecanatos y secretaría que refleje la diversidad de titulaciones de la Facultad. Cada uno de los miembros de dicho equipo decanal, además de las competencias asignadas, representa el conjunto de títulos relacionados con su especialidad.

En este caso concreto, además de las competencias en innovación y tecnologías, se ejerce de representante de los estudios de Ingeniería en Informática internamente, tanto a nivel de Centro como de Universidad, y externamente ante otros centros de otras universidades, especialmente de la Comunidad Autónoma de Castilla y León con las que se va a mantener una estrecha y fluida relación, y en la CODDII.

En el período en que se ocupó el puesto de Vicedecano fueron años especialmente intensos por la definición de la adaptación al EEES, lo que condujo a una actividad intensa dentro de la CODDII[15], en estrecha colaboración con el resto de universidades públicas de Castilla y León [384], para plasmar todas las discusiones y propuestas en el Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática [385].

El Libro Blanco se gesta en el contexto del Proyecto EICE [386], financiado en la I convocatoria del Programa de Convergencia Europea de ANECA "Ayudas para el Diseño de Planes de Estudio y Títulos de Grado", con la participación de 56 universidades, en el que se participa como delegado de la Universidad de Salamanca, nombrado por el Excelentísimo Rector Dr. D. Enrique Battaner Arias.

3.2. Experiencia de gestión universitaria en el Rectorado

Desde el 15 de marzo de 2007 al 17 de diciembre de 2009 se forma parte del equipo rectoral del Excelentísimo Rector Dr. D. José Ramón Alonso Peña como Vicerrector de Innovación Tecnológica.

La gestión a nivel de universidad tiene un enfoque estratégico. Específicamente, como Vicerrector de Innovación Tecnológica se tienen delegadas las siguientes competencias por parte del Rector [387] (p. 8589):

[15] De hecho, se organizó el plenario de la CODDII, conjuntamente con la Facultad de Informática de la Universidad Pontificia de Salamanca, los días 14 y 15 de abril de 2005 en Salamanca.

a) *Servicios informáticos.*
b) *Infraestructuras tecnológicas.*
c) *Medios audiovisuales.*
d) *Licencias de software para la gestión, investigación y docencia.*
e) *Software libre en la Universidad.*
f) *Definición de estándares para la interoperabilidad de aplicaciones y el intercambio de información en formato digital entre los miembros de la comunidad.*
g) *Informatización y automatización de los procesos de gestión universitaria.*
h) *Plataformas tecnológicas para eLearning.*
i) *Enseñanza no presencial y nuevas tecnologías de enseñanza.*
j) *Coordinación de la estructura, presentación y contenidos del sitio web de la Universidad.*
k) *Supervisión de las unidades administrativas correspondientes a las funciones enumeradas.*

No obstante, este vicerrectorado se convierte en el más transversal de todos los vicerrectorados y se pasa a colaborar activamente con todo el equipo rectoral en todos aquellos proyectos que requieren de tecnología para su desarrollo o que busca la digitalización de la Universidad de Salamanca.

Aunque durante los años en que se estuvo al frente de este Vicerrectorado se desarrollaron muchas iniciativas y proyectos a nivel de infraestructuras, servicios, recursos humanos, etc., todas ellas encaminadas a una transformación de la tecnología en la Universidad de Salamanca, desde el primer momento se intentó canalizar todo el esfuerzo hacia un plan estratégico para el gobierno de las tecnologías de la información, que recibió el nombre de *Universidad de Salamanca Digital*, que fue financiado para con 5.220.000€ por el Banco de Santander, la Fundación Marcelino Botín y la Universidad de Salamanca para los años 2008-2010.

3.2.1. Universidad de Salamanca Digital

Era objetivo del equipo rectoral en el período 2007-2010 conseguir que la Universidad de Salamanca se integrase en la Era Digital para que se convirtiera en líder en la construcción de la Sociedad del Conocimiento [27, 79, 388].

El contexto de esta nueva universidad está definido por:

- Unas connotaciones *políticas y económicas*, que parten de la Declaración de Lisboa del Consejo Europeo del año 2000 [244]:

  > *El paso a una economía digital, basada en el conocimiento, fruto de nuevos bienes y servicios será un poderoso motor para el crecimiento, la competitividad y el empleo. [...] Todo ciudadano debe poseer los conocimientos necesarios para vivir y trabajar en la nueva sociedad de la información. Las distintas formas de acceso deben evitar la exclusión en relación con la información.*

- Un marco *legal*, como obligan la Ley 56/2007, de 28 de diciembre, de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información [389] o la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas [390], que deroga la a Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos [391], que fue la que estableció el derecho de los ciudadanos a relacionarse electrónicamente con las Administraciones Públicas, así como la obligación de estas de dotarse de los medios y sistemas necesarios para que ese derecho pudiera ejercerse.
- Unas implicaciones *académicas*, como se traduce de diferentes declaraciones de la Comisión Europea [251].

Ante este nuevo paradigma, al que se hace referencia como administración digital o administración electrónica, las universidades están obligadas a actuar, pero a diferencia de otras entidades públicas que se limitan a ofrecer un conjunto de servicios telemáticos [392], bien funcionales bien de información, las universidades deben, además, crear y difundir conocimiento y ciencia [393], para lo que es necesario disponer de un acervo de contenidos en formato digital que puedan ser accedidos de forma pública para compartir el conocimiento [394-396].

Estratégicamente, la Universidad Digital [56, 397] se marca como objetivos principales [398-401]:

1. Atender a las directrices del proceso de Convergencia Europea.
2. Garantizar el acceso de los ciudadanos a la administración universitaria.
3. Romper las barreras de acceso al conocimiento de la Universidad: espacio, tiempo y dinero.
4. Ganar presencia internacional y atender a estudiantes de todo el mundo.
5. Escalar puestos en los ránquines mundiales.

Para lograr estos objetivos, se debe garantizar que exista la infraestructura física y lógica adecuada para que los procesos de formación, investigación y gestión se puedan llevar a cabo utilizando la tecnología como un medio que los facilite, sin que por ello esta tecnología suponga una barrera añadida a su desarrollo.

Este reto se afronta desde una perspectiva estratégica que concluya con una solución integrada, coherente y accesible, en lugar de potenciar una serie de esfuerzos aislados, que solamente consumen recursos y no consolidan una acción de conjunto.

Para dar forma a esta Universidad Digital se necesita contar con una arquitectura en capas, en la que estén presentes desde los niveles de infraestructura básica hasta los niveles de acceso o consumo de los activos digitales. Por otra parte, en esta arquitectura se han de integrar, mediante un proceso de reingeniería de negocio, tanto los activos tecnológicos que ya existen, como los flujos de trabajo de la universidad, además de una serie de procesos transversales que afecten al personal y a la formación (alfabetización digital). La Figura 3.1 resume esta arquitectura.

Figura 3.1. Arquitectura de la Universidad de Salamanca Digital. Fuente [402]

La *Capa de Infraestructuras* está formada por todo el *hardware* y *software* de soporte necesario para dar forma a esta abstracción de estructura organizativa y funcional. La Universidad de Salamanca ya contaba con una importante infraestructura, de la que cabe destacar su red de datos y la implantación del carné polivalente. Las inversiones más destacables en este nivel se deberían orientar a la unificación de la red de voz y

datos, para introducir la Telefonía IP, y la migración paulatina de la infraestructura de servidores a tecnología *blade* y potenciar la virtualización.

La *Capa de Contenidos* representa el acervo global con todos los contenidos digitales (objetos de aprendizaje, tesis, literatura gris, artículos, libros, documentos, etc.) y debía constituir el núcleo de conocimiento en forma de activo digital, que debería dar lugar a la creación de un CRAI (Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación). Esta capa en el momento de planificar la estrategia Universidad Digital de Salamanca estaba completamente por definir e implementar.

La *Capa de ERP* (*Enterprise Resource Planning*) representa el sistema integral de gestión para la universidad. En este nivel la Universidad de Salamanca contaba con un solo proveedor de sistemas *software*, la Oficina de Conocimiento Universitario (OCU), que ofrecía subsistemas de gestión académica, de gestión de la investigación, de gestión económica y de gestión de recursos humanos. El trabajo a realizar en este nivel se debía orientar en completar el ERP con nuevos subsistemas, la actualización de los ya existentes y, principalmente, la integración de todos los sistemas.

La *Capa de Servicios* es la base para crear la administración electrónica universitaria para cumplir con los requisitos impuestos por el marco legislativo. Es fundamental tener una *Capa de ERP* bien asentada para construir los principales servicios telemáticos que deben facilitar el día a día de la comunidad universitaria (y de otros actores involucrados), así como el asentamiento de la firma digital. La creación de los servicios de *eLearning* para el despliegue de la docencia en línea es otro de los aspectos capitales que recaen en este nivel, sustentado, obviamente, por las capas inferiores.

El nivel más alto está constituido por las *interfaces que permiten el consumo de los servicios digitales*. El portal web es la interfaz más inmediata y que integra la mayor parte de los accesos a los servicios, de forma personalizada para los miembros de la comunidad y de forma pública para los ciudadanos que buscan algún tipo de información en la web institucional. Dentro de este portal se dará acceso a otros portales específicos (*OpenCourseWare*, Editorial Universitaria, Servicio de Bibliotecas, etc.). Estas interfaces deben estar en la línea con el concepto de la Web Social o Web 2.0 [403], que cree vínculos en la comunidad universitaria, visibilidad fuera de ella y fidelización con los egresados de la Universidad. Pero, hay otras interfaces desde las que consumir servicios más allá de la web, como pueden ser canales de televisión digital o interfaces de servicios para aprovechar los beneficios de un carné polivalente

que se extiende más allá de la universidad para tener presencia en la ciudad. Esta capa había construirla completamente, lo que implicaba redefinir aquellas interfaces que ya existían.

Estas ideas se concretaron en un Plan Estratégico sobre Tecnologías en la Universidad de Salamanca, que se estructuró en seis ejes [404]:

- Eje 1.- Infraestructuras. Contemplaba tanto el equipamiento informático para docentes y estudiantes como las salas de máquinas, dotación de las bibliotecas, servicio de correo electrónico, estructuras de red de cable e inalámbrica, etc. Fueron muchos los proyectos abordados en el nivel de infraestructuras, pero cabe destacar la remodelación de la sala de servidores de la Universidad, que se rediseñó y se puso en funcionamiento sin afectar el funcionamiento de los servicios tecnológicos de la universidad.
- Eje 2.- Sistemas de información. Afectaba a las aplicaciones institucionales de gestión (gestión académica y de la investigación, recursos humanos, gestión económica, etc.). Los cambios y mejoras en el ERP fueron continuos, especialmente relevantes los relacionados con el cambio de infraestructura de soporte y de la arquitectura del motor de base de datos ORACLE.
- Eje 3.- Tecnología como soporte a la docencia. Estaba, aunque no exclusivamente, muy orientado al soporte a la docencia virtual. Cabe destacar el desarrollo e implantación del campus virtual institucional Studium (https://goo.gl/dWNBrC).
- Eje 4.- Conocimiento en abierto. Se correspondía con la apuesta institucional por el conocimiento abierto. No puede dejarse de mencionar aquí el mayor de los hitos relacionados con este eje, la puesta en funcionamiento del repositorio institucional GREDOS (https://goo.gl/bbdHMt).
- Eje 5.- Servicios. Era congruente con las capas de infraestructura lógica y de servicios anteriormente mencionadas. Por su relevancia se va a mencionar solo el desarrollo del servicio de *single sign-on* IdUSAL (https://goo.gl/g2Tdbt), que permite el acceso único a todos los servicios de la universidad.
- Eje 6.- Interfaces. Se dedicó a la definición de interfaces para la definición de una Universidad 2.0 [55], con el portal de blogs Diarium (https://goo.gl/KBgmiF), la puesta en marcha del canal de la Universidad de

Salamanca en YouTube (https://goo.gl/b2csm5) o la creación del MediaLab USAL (https://goo.gl/GfMTcR) entre otros muchos.

Para el desarrollo de la estrategia Universidad de Salamanca Digital fue necesario definir una estructura organizativa en el que se integrasen los servicios existentes y centros existentes (Centro Multimedia, Servicios Informáticos, Servicio de Archivos y Bibliotecas[16]) y se creasen los servicios necesarios (Universidad Virtual, Oficina de Conocimiento Abierto y Observatorio Scopeo).

Esta estructura organizativa dependía del Vicerrectorado de Innovación Tecnológica y recibió el nombre Universidad Virtual, que quedó estructuralmente organizada como se aprecia en la Figura 3.2. Se puede considerar que fue el germen del actual Servicio de Producción e Innovación Digital de la Universidad de Salamanca, que quedó establecido en el primer mandato (diciembre de 2009 a diciembre de 2013) del Excelentísimo Rector Dr. D. Daniel Hernández Ruipérez.

Figura 3.2. Estructura organizativa para implementar la estrategia Universidad Digital. Fuente: Adaptado de [405, 406]

Bajo el paraguas de este marco estratégico se definieron, desarrollaron e implantaron una variada cartera de proyectos tecnológicos, resultados de algunos de los cuales aún perduran actualmente (debidamente evolucionados por los equipos de gobierno posteriores). De todos ellos, muy brevemente, se van a seleccionar algunos de los más

[16] Actualmente dividido en dos servicios independientes, Servicio de Archivos (https://goo.gl/Ji6att) y Servicio de Bibliotecas (https://goo.gl/SzutdR).

destacados y relacionados con el presente Proyecto Docente e Investigador, para más detalle se recomienda la consulta de [407] (pp. 733-743).

3.2.1.1. El campus virtual. Studium

Las políticas del *eLearning* como, en general, la gestión de los propios procesos de innovación tecnológica, adolecen con excesiva frecuencia de una estrategia clara y decidida. Puesto que la tecnología no constituye por sí misma la *misión* de ninguna institución universitaria, sino que se concibe como algo transversal a todos y cada uno de los procesos que se desarrollan en el seno de la academia, esta debe ser funcional a la mejora de todos y cada uno de esos procesos, para justificar así su incorporación. Sin esta planificación estratégica, el efecto de la tecnología puede resultar distorsivo o inútil y, además, existe el riesgo de que toda la inversión realizada, tanto en términos económicos como humanos, resulte completamente infructuosa. Es decir, la apuesta institucional debe ir mucho más allá de la inversión en tecnología.

> *En la mayoría de las universidades españolas falta una auténtica política en relación con las TIC y, concretamente, en relación con el eLearning. Dotar a una universidad de un campus virtual supone un cambio mucho más radical en términos cualitativos de lo que haya supuesto la incorporación de cualquier otro medio o soporte tecnológico en época reciente y su uso supone un auténtico cambio de paradigma formativo. Por consiguiente, habrá que prepararse para ese cambio de paradigma y para ello es necesario desarrollar políticas específicas para el eLearning, con su modelo estratégico claramente definido. Una adecuada política en relación con el eLearning debe ir acompañada de una inversión en recursos humanos, tecnología y metodología. Sin esta triada de elementos, la herramienta por sí sola es inocua y, esto, en términos formativos, es lo peor que podría ocurrir* [408].

La estrategia del *eLearning* en la Universidad de Salamanca estableció como objetivo esencial la creación de una unidad, la Universidad Virtual, que sirviera como nodo entre los diferentes actores (servicios informáticos y otros servicios, vicerrectorados involucrados y comunidad universitaria, etc.) y proporcionara el impulso necesario para que la política de la formación virtual en la universidad fuera mucho más allá de la disponibilidad de una infraestructura y de un soporte técnico más o menos eficiente.

A pesar de que la institución ofrecía y ofrece esencialmente formación de carácter presencial, la intención era, por una parte, colaborar en la creación de un clima

favorable al desarrollo de titulaciones completamente *online* a medio y largo plazo; por otro lado, se pretendía dotar a la formación presencial de una instancia virtual que la comunidad universitaria salmantina utilizara de manera activa y con una visión compartida, distinguiéndose así del uso que en muchas instituciones se venía haciendo de los entornos virtuales como meros repositorios de contenidos docentes. Para ello, más que dotar a la universidad de una infraestructura tecnológica (responsabilidad de los Servicios Informáticos), el nuevo servicio estaba destinado a desplegar un gran potencial de formación, asesoramiento, información, gestión de proyectos, propuestas de innovación, etc.

Este nuevo servicio nacía, por consiguiente, para ser mucho más que un centro de atención al usuario y, antes que un espacio pasivo a disposición de la comunidad universitaria, se configuró como un centro abierto, que promovía la realización de actividades con la propia comunidad, y que estaba dispuesto a escuchar y aprender de ella mediante propuestas de mejora y proyectos, visitando centros y organizando grupos de trabajo, asesorando y abriendo nuevas vías de colaboración, participando en proyectos de innovación docente y de investigación que solicitaban el apoyo de la unidad (e incluso desarrollando sus propios proyectos), involucrándose en los procesos formativos mediante soporte a las prácticas de diferentes titulaciones de máster, etc.

Así, la Universidad Virtual estaría encargado de elaborar la estrategia en términos de formación, metodología, asesoramiento, innovación, proyectos, etc., mientras que los Servicios Informáticos, por cuanto constituían el área técnica, eran los responsables de la implementación y gestión de la infraestructura del campus virtual Studium, garantizando el correcto funcionamiento y produciendo las mejoras oportunas en un sistema necesariamente vivo y evolutivo, que debía responder a las demandas de los propios usuarios.

El campus virtual Studium nace en el verano de 2008 para sustituir al anterior campus virtual EudoRed. La política institucional descartó las soluciones de carácter propietario desde un principio, tanto por la dificultad de adaptación, como por tiempo y coste de las modificaciones. También se rechazó la posibilidad de realizar desarrollos propios, por los tiempos de ejecución y, de nuevo, los costes, además de suponían un esfuerzo innecesario. La decisión se decantó por las soluciones de código abierto y licencias gratuitas, en consonancia con la política *open*, porque aunaban las ventajas

de un producto hecho y de probada eficiencia con la posibilidad de realizar adaptaciones y desarrollar funcionalidades nuevas con un coste francamente razonable. Esto afectaba tanto al campus virtual como a las futuras herramientas con las que este se integraría, pues solo de esta manera se garantizaba la posibilidad de crear un sistema interoperable al que se irían uniendo de manera natural los diferentes componentes de dicha arquitectura. La decisión fue apostar por Moodle 1.9.

En cuanto a la arquitectura del campus virtual, el planteamiento evolucionó desde un despliegue pensado para una penetración mínima en la comunidad universitaria y una nula escalabilidad del anterior campus institucional EudoRed (véase la Figura 3.3) a una arquitectura escalable y basada en máquinas virtualizadas, lo que permitía un incremento y desarrollo constante, sin que este crecimiento potencial o las demandas de uso, así como el desarrollo de nuevas funcionalidades, afectaran en principio a sus prestaciones, como se puede ver en la Figura 3.4.

Figura 3.3. Arquitectura del anterior campus virtual, EudoRed. Fuente: [409]

Figura 3.4. Arquitectura desarrollada para el despliegue de Studium en 2008. Fuente: [409]

De hecho, el volumen de usuarios y el tráfico soportado por el campus virtual es actualmente más del triple del máximo alcanzado a finales de 2009, además se han añadido funcionalidades que consumen gran cantidad de recursos, como la posibilidad de realizar retransmisiones vía *streaming* o la creación de *webinars* dentro de las asignaturas, sin que fuera necesario modificar sustancialmente la arquitectura diseñada en su momento. Esto es así porque Studium se concibió desde su origen como un entorno sujeto a desarrollo y evolución constante. Durante los dos primeros años de vida del campus virtual se realizaron diversas integraciones de servicios (como la conexión con las bases de datos de Gestión Académica y de Formación Continua) y se implementaron diferentes mejoras significativas (*service packs*) basadas en la investigación y desarrollo de nuevas funcionalidades (algunas producidas por el propio servicio, otras procedentes de la comunidad de usuarios Moodle o de otras instituciones con las que se intercambiaba conocimiento), las demandas de los usuarios y los resultados de los planes de evaluación de calidad que la Universidad Virtual puso en marcha durante su existencia como servicio.

Para más detalles sobre el despliegue y puesta en marcha del campus virtual Studium de la Universidad de Salamanca, se recomienda la consulta de [407] (pp. 743-784).

Figura 3.5. Metodología Scopeo. Fuente: [410]

Para cerrar este apartado, se quiere mencionar que se potencia un área de prospección e innovación con la creación del Observatorio Scopeo (https://goo.gl/eXDbaJ), con el apoyo y la participación de la Junta de Castilla y León y la Fundación Germán Sánchez

Ruipérez. Scopeo tenía la misión de realizar una labor continua y muy rigurosa de investigación y reflexión sobre la implantación de la formación en red en España en cuatro sectores estratégicos de actividad (formación preuniversitaria, formación universitaria, administraciones públicas y sector privado) y el objetivo de impulsar y difundir la formación en red, en la sociedad española, a través de la evaluación y el seguimiento del uso educativo de las TIC. Para ello se aplicó la denominada metodología de las tres íes, Investigación, Interacción e Innovación, como se refleja en la Figura 3.5.

Los informes realizados por Scopeo son fuentes de referencia muy importantes en el área de las tecnologías educativas, entre ellos cabe destacar [411-415].

3.2.1.2. El repositorio institucional. GREDOS

Desde el Vicerrectorado de Innovación Tecnológica se lideró la apuesta institucional de la Universidad de Salamanca por la filosofía del conocimiento abierto en todas sus vertientes dentro de la universidad [86]. Esto quedó explícitamente ratificado con la adhesión de la Universidad de Salamanca a la Declaración de Berlín sobre Acceso Abierto al Conocimiento en las Ciencias y las Humanidades [91] en Consejo de Gobierno e 27 febrero de 2009.

La definición de conocimiento abierto aporta precisión al significado del término «abierto» (*open*) cuando se aplica al conocimiento y promueve un procomún robusto en el que cualquiera puede participar, maximizando su interoperabilidad. Su definición se puede resumir en [88]:

> *El conocimiento es abierto si cualquiera es libre para acceder a él, usarlo, modificarlo y compartirlo bajo condiciones que, como mucho, preserven su autoría y su apertura.*

O de forma más sucinta [88]:

> *Los datos y contenidos abiertos pueden ser libremente usados, modificados y compartidos por cualquiera y con cualquier propósito*

El conocimiento abierto es realmente un término paraguas que da cobertura a diferentes dimensiones y acepciones de la filosofía *open* [416], como son el acceso abierto [92, 93], la educación abierta [100, 101], los contenidos educativos abiertos [102, 103], el *software* libre [110], los datos abiertos [108, 109], la ciencia abierta [48], la innovación abierta [113] o el gobierno abierto [114], entre otras.

Estas diferentes dimensiones, en función de las prioridades del momento, se organizan en un modelo de referencia para la estrategia de conocimiento abierto institucional, que se resume en la Figura 3.6.

Figura 3.6. Modelo de referencia para la estrategia de conocimiento abierto de la Universidad de Salamanca. Fuente: [417] adaptado de [87] (p. 524)

Se crea la Oficina de Conocimiento Abierto (OCA) [418] para potenciar el uso del *software* libre en la Universidad de Salamanca y la promoción de crear contenidos educativos abiertos a través de su portal *OpenCourseWare* (OCW – https://goo.gl/6vqtNX)[17] principalmente, en esta época los MOOC no habían entrado todavía en escena [95].

Esta apuesta decidida por el *software* libre se reflejó en la mayoría de los nuevos servicios puestos en marcha durante este periodo, como el portal institucional de la Universidad de Salamanca (http://www.usal.es), para el que se recurrió al CMS (*Content Management System*) de *software* libre Drupal (https://goo.gl/5hN1iL) con el objeto de unificar la multiplicidad de *microsites* que habían proliferado en la institución sin que existiera una gestión coherente de las máquinas que los alojaban, de la información allí contenida (con frecuencia no actualizada) o de la propia imagen corporativa; el campus virtual Studium, basado en Moodle (https://goo.gl/Cb7Md6); o el gestor de blogs corporativo Diarium, basado en WordPress (https://goo.gl/wLZbeb), por citar solo algunos ejemplos.

[17] El portal OCW de la Universidad de Salamanca se crea en octubre de 2008 con 11 asignaturas, para crecer a 35 en marzo de 2009 y actualmente, a fecha de enero de 2018, cuenta con 98.

Figura 3.7. Repositorio GREDOS. Fuente: https://goo.gl/bbdHMt

En el campo de la Ciencia Abierta [106] se trabajó muy de cerca con el Servicio de Archivos y Biblioteca, contando también con la colaboración de Ediciones Universidad de Salamanca. De las diversas iniciativas relacionadas con Ciencia Abierta se comentan dos, el portal de revistas científicas y el repositorio institucional.

Se crea un portal único para todas las revistas científicas editadas por la Universidad de Salamanca basado en *Open Journal System* (OJS) (https://goo.gl/SfB4yN). Actualmente, este portal incluye 32 revistas que publican sus contenidos en abierto, de

las cuales nueve están indexadas en el *Emerging Sources Citation Index* (ESCI) de Web of Science (WoS) y ocho de ellas también lo están en Scopus.

Sin duda, el hito clave en relación con el conocimiento abierto lo constituye la definición, la implantación y la puesta en explotación del repositorio institucional de la Universidad de Salamanca, GREDOS (Gestión de REpositorio DOcumental de la universidad de Salamanca) [419, 420].

Las primeras fases de su definición y desarrollo, hasta llegar a su puesta en explotación, se financiaron, parcialmente, mediante dos fases (una en 2008 y otra en 2009) del proyecto *Estacionario. Repositorio institucional de la Universidad de Salamanca*, que tuvieron un importe de 79.078€ y 50.000€ respectivamente [421, 422], de los cuales fue el investigador principal quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador.

Este repositorio se basa en DSpace (https://goo.gl/d2G7KX) y fue concebido como una herramienta de procesamiento, almacenamiento y recuperación de colecciones en formato digital producidas o alojadas en la Universidad de Salamanca. La totalidad del contenido está disponible en acceso abierto, con licencia *Creative Commons* Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. que preserva los derechos de autoría de los materiales almacenados.

GREDOS se organiza en cuatro grandes áreas: la *Biblioteca Digital*, compuesta por versiones digitales de manuscritos, libros antiguos, prensa histórica, revistas españolas y otras publicaciones digitalizadas (con 63.424 registros a 19 de enero de 2018); el *Archivo Institucional*, formado por archivos históricos y personales, el archivo audiovisual, documentos administrativos y guías académicas (con 23.286 registros en esa misma fecha); el *Repositorio Científico*, que incluye tesis doctorales, artículos, monografías y congresos científicos, ediciones de la universidad y revistas especializadas (con 26.981 registros en esa misma fecha); por último, el *Repositorio Docente* ofrece materiales didácticos, tutoriales y asignaturas abiertas, materiales audiovisuales y otros recursos docentes (con un total de 3.622 registros en esa misma fecha). Es decir, las cifras actuales de GREDOS en la fecha de referencia se resumen en 3.373 colecciones y 118.129 registros (a fecha de 24-4-2018, ver Figura 3.7), lo cual representa un importante incremento desde sus 51.300 registros con los que contaba el día de su presentación el 6 marzo de 2009 [423].

Además, GREDOS se difunde en los principales repositorios académicos, entre los cuales destaca Recolecta (https://goo.gl/fNQKRV), Hispana (https://goo.gl/1YFokh), Europeana (https://goo.gl/xsibd3), OpenAIRE (https://goo.gl/tSDq83), TDR (https://goo.gl/uJzprq), DART Europe (https://goo.gl/jZVeiD), BASE (https://goo.gl/LZnzbW), EROMM (https://goo.gl/XE32bh), OAIster (https://goo.gl/kDafq7) y OATD (https://goo.gl/pWgKRM), además de ser indexado por Google Scholar (https://goo.gl/5hGZZJ).

La parte de innovación abierta se trabaja con las diferentes cátedras firmadas con empresas. De todas ellas, en relación con esta dimensión del conocimiento en abierto, cabe destacar la Cátedra Iberdrola-Universidad de Salamanca, ratificada en el Convenio Marco de colaboración empresarial entre Iberdrola S.A. y la Universidad de Salamanca [424], firmado en Salamanca en 27 de febrero de 2008. Esta cátedra contó, inicialmente, con un presupuesto de 1,5 millones de euros hasta 2010, que se repartieron en proyectos de investigación (77%), eventos y formación (16%) y funcionamiento (7%). En la Figura 3.8 se presenta la estructura de esta Cátedra.

Figura 3.8. Estructura de la Cátedra Iberdrola-Universidad de Salamanca. Fuente: [425]

3.2.2. Otras iniciativas

La Universidad Digital fue el eje vertebrador de esta época en el Vicerrectorado de Innovación Tecnológica. No obstante, la actividad fue intensa y, aunque de forma breve, se van a mencionar otras iniciativas definidas y puestas en marcha, que se

podrían considerar estrechamente relacionadas con la Universidad Digital, pero cuya ejecución recayó en el siguiente equipo rectoral.

3.2.2.1. La administración electrónica

El Plan Avanza 2 del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, en su Programa de Trabajo de 2009 buscaba impulsar el desarrollo e implantación de la sociedad de la información en los servicios públicos para su uso por los ciudadanos y las empresas favoreciendo así su participación e inclusión en la sociedad de la información.

Las universidades públicas de Castilla y León consorciadamente aplican a este Programa con el proyecto *Servicios a empresas y ciudadanos mediante administración electrónica ofrecidos por las universidades públicas de Castilla y León*, que será financiado con 764.282€ para el período 2009-2011 (Ref. TSI-050200-2009-252), que será liderado por el Excelentísimo Rector de la Universidad de Valladolid, el Dr. D. Evaristo Abril, mientras que el subproyecto de la Universidad de Salamanca recae en el Vicerrector de Innovación Tecnológica.

Este proyecto permite que las universidades públicas de Castilla y León desarrollen sus sedes electrónicas[18] y se avance en la creación y gestión de una plataforma global para la virtualización de los servicios de administración electrónica.

La Fundación Centro de Supercomputación de Castilla y León participa en esta estrategia de administración electrónica para facilitar la adaptación del proyecto a entornos *cloud* y mediante el diseño, implantación y soporte de las infraestructuras, generación de la granja de servidores virtuales y la prestación de servicios de soporte en sistemas y comunicaciones.

3.2.2.2. Campus de Excelencia Internacional

En 2009 los ministerios de Educación y de Ciencia e Innovación lanzan la convocatoria de ayudas al Programa Campus de Excelencia Internacional [426]. Esta convocatoria pretendía situar a las universidades españolas entre las mejores de Europa, además de apoyar la promoción y consolidación de las fortalezas del conjunto de las mismas.

El Programa Campus de Excelencia Internacional es uno de los principales ejes de la Estrategia Universidad 2015 [427], que estaba encaminada a la modernización de la

[18] La Sede Electrónica de la Universidades de Salamanca se encuentra accesible en https://goo.gl/sJ24Qi.

Universidad Española mediante la coordinación de los correspondientes sistemas universitarios autonómicos y el desarrollo de un Sistema Universitario Español de referencia internacional. Acometía los ejes estratégicos de mejora y modernización de la universidad europea, propuestos por la Comisión Europea con los siguientes objetivos:

a) La educación superior universitaria integrada en el EEES.
b) La participación como productores de conocimiento, mediante la participación en el Espacio Europeo de Investigación (EEI).
c) La transferencia de conocimiento y tecnología hacia los sectores productivos, promoción de procesos de valorización de los resultados de investigación y participación en actividades y procesos iniciales de innovación.

La Universidad de Salamanca, con un equipo liderado por el Vicerrector de Innovación Tecnológico, define la propuesta *Campus de Excelencia Internacional para la Innovación en el Español y su Tecnología – CENTINELA* [428], el cual se va a asentar en tres pilares:

1. El Centro de Referencia del Español.
2. El Intercambiador Virtual del Español.
3. El Centro de Innovación y Desarrollo "ATENA-E" (Aplicaciones Tecnológicas de Excelencia e INnovación en Abierto para el Español).

Esta propuesta fue financiada con 1 millón de euros [429] y sería el germen del futuro Campus de Excelencia Internacional de la Universidad de Salamanca *Campus Studii Salamantini. 800 años innovando* [430].

3.3. Experiencia de coordinación de un Programa de Doctorado

Tras la experiencia de gestión en la Facultad de Ciencias y en el Rectorado, se presenta la actividad como coordinador del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca [28-31] desde 2013 hasta la actualidad.

Con el Real Decreto 99/2011 [281] se deben redefinir todos los programas de doctorados de las universidades españolas. En el Instituto Universitario de Ciencias de la Educación de la Universidad de la Universidad de Salamanca se decide definir un Programa de Doctorado, *Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del*

Conocimiento [431], que refleje la propia estructura del instituto y de los grupos de investigación que a él se adscriben:

- Se toman los procesos de enseñanza + aprendizaje como los auténticos motores de la Sociedad del Conocimiento, para poder disertar y generar nuevo conocimiento en esta línea y bajo una simbiosis con los avances tecnológicos más punteros.
- Enfoque interdisciplinar, para lo que se partirá de las líneas de investigación de los grupos de investigación involucrados:
    - Evaluación Educativa y Orientación.
    - Interacción y *eLearning*.
    - Investigación-Innovación en Tecnología Educativa.
    - Medios de Comunicación y Educación.
    - Medicina y Educación.
    - Robótica educativa.
    - Ingeniería y Educación.
    - Educación y Sociedad de la Información.
    - Lectura, Edición Digital, Transferencia y Evaluación de la Información Científica.
- Adopción de la filosofía del conocimiento en abierto.

El Programa de Doctorado ha tenido un notable éxito de aceptación desde su primera edición en el curso académico 2013-2014 hasta la actual en el curso 2017-2018 [432]. En la Figura 3.9 se presenta la evolución de la preinscripción y la matrícula en las cinco ediciones que se han iniciado.

Los números actuales del programa de doctorado implican más de 100 doctorandos matriculados, 13 tesis leídas, 6 de las cuales cuentan con mención internacional y 6 han obtenido el premio extraordinario. Además, se han generado, a fecha de enero de 2018, 448 publicaciones en el programa de doctorado vinculadas a las tesis leídas y en curso.

Se ha desarrollado un portal para gestionar todo el conocimiento [433, 434] generado en el seno del programa, que sirve tanto como herramienta de porfolio para los doctorandos y de seguimiento para la Comisión Académica, así como de imagen pública del propio programa (https://goo.gl/14LP8X) [435].

Figura 3.9. Evolución de las preinscripciones y las matrículas en el Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento. Fuente: Basado en [432] con datos a 20 de enero de 2018

Figura 3.10. Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento en el buscador de títulos de ACSUcyL. Fuente: https://goo.gl/zEk5TD

En el curso 2017-2018 el Programa de Doctorado fue seleccionado por el equipo rectoral para participar en el Proceso Piloto de Seguimiento de Programas de Doctorado (curso 2017-2018) como representante de la rama de Ciencias Sociales. En el mes de abril de 2018 se ha recibido el informe final de evaluación favorable [436], que se encuentra disponible en el buscador de títulos de la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ver Figura 3.10, https://goo.gl/zEk5TD).

Siguiendo la misma filosofía que en el Programa de Doctorado, en 2013 se comenzó a organizar la Conferencia Internacional TEEM (*Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* – https://goo.gl/nT9vew), de la que ya se han celebrado cinco ediciones [32-37] y la sexta tendrá lugar del 24 al 26 de octubre de 2018 en Salamanca.

3.4. Reflexión final

La gestión universitaria es una actividad más de las que tiene que acometer el PDI. La *pequeña gestión* representa las tareas que no son del gusto general del profesorado universitario. La *gran gestión*, sin embargo, implica una responsabilidad y un esfuerzo que, aunque debe ser reconocido y valorado, debe hacerse más por una convicción personal que por dicho reconocimiento.

No obstante, ser partícipe de la gestión universitaria permite conocer mejor la institución y comprender (aunque no siempre se compartan) las decisiones que toman los órganos de gobierno. Además, a nivel personal, aporta unas competencias al individuo diferentes al resto de sus actividades propias.

En el caso de este Proyecto Docente e Investigador, la gestión universitaria ocupa un lugar destacado, más allá del reconocimiento y de la valoración que esta per se pudiera tener para conseguir la plaza de Catedrático de Universidad, porque tiene una influencia directa en el perfil docente e investigador de este Proyecto.

Cuando se define el título de Máster Universitario en Ingeniería Informática, como parte involucrada de la Comisión Académica del mismo, a la hora de implementar sus competencias de dirección y gestión, se propuso la asignatura *Gobierno de Tecnologías de la Información*, de 6 ECTS [437], que satisfacía las tres competencias de este módulo de dirección y gestión [438] (p. 66701):

CE-DG1.- Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería Informática, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares.

CE-DG2.- Capacidad para la planificación estratégica, elaboración, dirección, coordinación y gestión técnica y económica en los ámbitos de la Ingeniería Informática relacionados, entre otros con: sistemas, servicios, redes, infraestructuras o instalaciones informáticas y centros o factorías de desarrollo *software*, respetando el adecuado cumplimiento de los criterios de calidad y medioambientales y en entornos de trabajo multidisciplinares.

CE-DG3.- Capacidad para la dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.

La experiencia práctica en gestión universitaria, especialmente en el Vicerrectorado de Innovación Tecnológica, con la gestión de múltiples proyectos tecnológicos de gran envergadura que involucraron a un importante y heterogéneo grupo de recursos humanos, se convertía en el bagaje ideal para ser el responsable de la asignatura y trabajar estas competencias en la asignatura desde un enfoque muy práctico y diferente a la forma tradicional de impartir esta materia, lo que se ha hecho desde la primera impartición en el curso académico 2014-2015 [439].

El desarrollo de la estrategia Universidad Digital, con diferentes proyectos tecnológicos, fue el inicio de una línea de investigación consistente en evolucionar el concepto de sistema de información hacia la noción de ecosistema tecnológico [440-445].

Más allá de las modas en las tendencias tecnológicas, lo cierto es que en las instituciones coexisten largas colecciones de aplicaciones *software*, tanto comerciales como *open source*, que requieren de una integración e interoperabilidad para soportar su funcionamiento efectivo en el contexto corporativo [446]. Cuando el grado de integración de estos componentes es muy alto aparecen relaciones simbióticas entre ellos, lo que obliga a atender tanto las necesidades de evolución de cada uno de ellos como la influencia que dicha evolución tiene en el propio contexto corporativo, incluyendo a los propios usuarios como otros componentes más, surgiendo así un ecosistema tecnológico de alta complejidad [447, 448].

Esta metáfora tecnológica se deriva del concepto de ecosistema biológico, como comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales están interrelacionados y cuyo desarrollo se basa en los factores físicos del medio ambiente. Cuando se intenta trasladar esta acepción biológica al contexto tecnológico existen múltiples definiciones, con distintos puntos de vista, pero todos ellos confluyen en un punto fundamental, hay una clara relación entre las características de un ecosistema natural y un ecosistema tecnológico en cualquiera de sus variantes [449, 450].

Esta aproximación tiene una gran importancia para afrontar los retos y problemas que se derivan de la Sociedad Digital propia de la Sociedad del Conocimiento que se desea construir [27, 31] y en los que una gestión del conocimiento avanzada y soportada por complejos sistemas tecnológicos es una de las capas arquitectónicas de cualquier sistema de información [433].

Esta evolución de los sistemas de información a los ecosistemas tecnológicos comenzó con los proyectos institucionales comentados en este capítulo, se continuaron con la infraestructura tecnológica del propio grupo de investigación GRIAL [451], con el ecosistema tecnológico del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento [435], así como en varios contratos [452, 453] y proyectos de investigación, entre los que cabe destacar el último proyecto del Plan Nacional de I+D+i concedido al grupo, que lleva por título *A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society (DEFINES)* (Ref. TIN2016-80172-R) [454], liderado por el responsable de este Proyecto Docente e Investigador a desarrollarse entre 2017 y 2020. El proyecto DEFINES será objeto del segundo ejercicio de la presente oposición a Catedrático de Universidad.

Una vez presentado el planteamiento de gestión universitaria, en el siguiente bloque de la memoria se afrontará la parte docente del presente Proyecto Docente e Investigador.

PROYECTO DOCENTE

Capítulo 4. Aspectos metodológicos

Educar es la satisfacción de la equidad de los derechos

Ángel Gabilondo (2014)

La propuesta de un Proyecto Docente no se limita a la definición de unos contenidos temáticos y a su distribución temporal. Es necesario acompañar estos contenidos de una metodología que permita la consecución de los objetivos planteados. En la época del *know-how* importa saber cómo se hacen las cosas. Lo que es habitual en el contexto tecnológico o de investigación, no es tan frecuente en la docencia, hasta el punto de que incluso los expertos en ella reconocen su impotencia [455]:

> *I'm sorry, after many, many years of trying to teach and trying all different kinds of methods, I really don't know how to do it.*

Ello indica que no es fácil, ni existe una fórmula mágica que diga cómo enseñar.

En la declaración derivada de la *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción*, que se celebró en París del 5 al 9 de octubre de 1998, en el *Artículo 9.a*, sobre los métodos educativos innovadores: pensamiento crítico y creatividad, dice:

> *En un mundo en rápido cambio, se percibe la necesidad de una nueva visión y un nuevo modelo de enseñanza superior, que debería estar centrado en el estudiante, lo cual exige, en la mayor parte de los países, reformas en profundidad y una política de ampliación del acceso, para acoger a categorías de personas cada vez más diversas, así como una renovación de los contenidos, métodos, prácticas y medios de transmisión del saber, que han de basarse en nuevos tipos de vínculos y de colaboración con la comunidad y con los más amplios sectores de la sociedad* [456] (p. 25).

En realidad, el método docente no procura otra cosa que la transmisión intelectual del conocimiento que aquel proporciona con los elementos que utiliza. De este modo, la dimensión metodológica de la docencia no cabe desconectarla del método de investigación o conocimiento, pues no es posible en las materias de *Ingeniería del Software* y de *Gobierno de Tecnologías de la Información* una separación tajante en la que se considere la investigación como hecho aislado y al margen de la tarea docente.

Incluso la propia LOU, en su *Artículo 39*, en su punto primero, señala que [253]:

> *La investigación científica es fundamento esencial de la docencia y una herramienta primordial para el desarrollo social a través de la transferencia de sus resultados a la sociedad. Como tal, constituye una función esencial de la universidad, que deriva de su papel clave en la generación de conocimiento y de su capacidad de estimular y generar pensamiento crítico, clave de todo proceso científico.*

Han pasado 16 años desde que se elaboró el Proyecto Docente a Investigador para acceder a la plaza de Profesor Titular de Universidad [21] que en la actualidad se ocupa, los cambios en el ámbito docente, más que en el investigador (que también), han sido radicales.

4.1. El proceso de enseñanza + aprendizaje

El nuevo paradigma universitario, que se ha venido formando desde los inicios del siglo XXI, forzosamente está teniendo repercusiones en las tareas docentes e investigadoras.

Como ya se ha señalado con carácter general, la reforma de los planes de estudio que deriva del Proceso de Bolonia [223] tiene como objetivo primordial la adaptación de los estudios universitarios a las necesidades del tejido productivo. El capital cognitivo

requiere de trabajadores dotados para el manejo de la información, con capacidad de adaptación al cambio, flexible, temporal y espacialmente, versátil y con capacidad para autoformarse, esto es, para desprenderse de los conocimientos obsoletos y sustituirlos por otros nuevos, para reciclarse y reinventarse con las exigencias derivadas de los procesos de producción. Pues bien, la universidad, tal y como llegaba a finales del siglo XX, no cumplía con dichas funciones [457].

Los estudios universitarios de licenciatura ya no servían para los objetivos propios de la universidad de élites, en cuanto que la masificación de estas y los requerimientos de mano de obra cualificada echaron por tierra la capacidad para segmentar la fuerza de trabajo, derivada a otros mecanismos como los postgrados y másteres privados. Por otro lado, la fuerte carga teórica que la universidad tradicional imprimía a sus titulados, propia de la formación pensada para el ejercicio de las profesiones clásicas, ya no es útil para la amplia mayoría de estos, que no la van a utilizar en su desarrollo laboral, ni para una empresa que prefiere determinar ella misma los contenidos especializados que el trabajador debe desarrollar en cada momento.

Sin embargo, la cualificación en competencias era ajena a la formación universitaria, pero muy demandada por los empleadores, en cuanto que capacita a los futuros trabajadores para mudar rápidamente sus desempeños, y elimina la reticencia a ejercer trabajos para los que están sobre-cualificados desde el punto de vista de los contenidos.

La formación en competencias es una de las claves del sistema de reforma educativa.

El Proyecto Tuning [171], cuyos resultados son trasladados a los planes de estudio a través de los libros blancos de las titulaciones, refleja las necesidades de los empleadores en la determinación de las competencias que la universidad debe transmitir a sus graduados, olvidando otras funciones clásicas como la configuración del pensamiento o la formación de intelectuales. La empresa deviene de este modo en portavoz de la sociedad a la hora de determinar qué tipo de formación debe ser impartida: aquella que responda a la visión utilitarista que es exigida por el empleador. La profesionalización debe ser el objetivo fundamental; la redefinición de los programas en términos de competencias refleja también esa concepción utilitarista del conocimiento. Aunque formalmente se pretenda la formación de otro tipo de valores, será difícil hacerlo en un contexto de competitividad y utilitarismo. No es de extrañar, en consecuencia, que la cultura del emprendedor sea un referente en este sentido.

La primera consecuencia que puede vislumbrarse es una posible pérdida de la función homogeneizadora de la universidad. En un sistema donde el contenido de los títulos era fijado por las autoridades del Estado y las universidades donde se ofrecían eran esencialmente equivalentes entre sí en cuanto a la formación que proporcionaban, extendiendo cada una su radio de acción al distrito cerrado que le correspondía, desde una estructura de servicio público, la obtención de la correspondiente licenciatura/diplomatura, aseguraba un reconocimiento igual para todos los titulados.

El nuevo sistema introduce, por el contrario, una serie de vectores en sentido inverso al anterior, en forma de segmentación. Una segmentación entre aquellos que tienen un posgrado y aquellos que solo accedieron al grado, entre los que estudiaron en universidades de prestigio y los que no, entre los que tiene títulos acreditados y los que no, e incluso dentro del mismo título cursado en la misma universidad, por el ranquin que el nuevo sistema de calificaciones produce entre los mismos estudiantes, a través de los percentiles relativos.

La elección de universidad no es ya indiferente, dado que los títulos ya no son iguales y el mayor o menor éxito de los mismos vendrá determinado por su capacidad para responder a los requerimientos de empleabilidad. La oferta formativa queda, pues, a decisión del mercado. Curiosamente, cuando se habla de homologación a nivel europeo, los títulos no pueden ser más diversos en su contenido.

La relación entre universidades cambia también, dado que se destruye parcialmente (las profesiones reguladas siguen utilizando un marco regulador para su definición) un sistema basado en la complementariedad, en el que cada universidad incide en su territorio, para pasar a otro en el que la competitividad por estudiantes y recursos debe ser la guía de actuación en el espacio global —europeo—. La oferta educativa debe ser atractiva para el mercado, pero la lógica del producto obliga a las universidades a dar a sus clientes productos completos.

De todas formas, el cambio de paradigma no se ciñe al diseño de los planes de estudio, o de las funciones docentes de la Universidad, sino que se extiende a la gestión y la investigación. En cuanto a esta última, tampoco permanecerá ajena a las tendencias señaladas de configuración del modelo de Universidad-Empresa [458]. En este sentido, se pretende que progresivamente la institución entre en el ciclo productivo, estableciendo entre sus funciones la de colaborar al desarrollo económico. La Universidad es un lugar de creación de valor evidente. En una economía basada en el

conocimiento, tanto la educación especializada como la investigación avanzada son elementos que producen valor. La lógica de mercado exige que este valor no se pierda desvaneciéndose por el espacio social, sino que sea apropiado y rentabilizado económicamente.

Tampoco los estudios de doctorado escapan a esta tendencia general, como se desprende de la lectura de la Exposición de Motivos del Real Decreto 99/2011, en la que se afirma que [281]:

> *El proceso del cambio del modelo productivo hacia una economía sostenible necesita a los doctores como actores principales de la sociedad en la generación, transferencia y adecuación de la I+D+i. Los doctores han de jugar un papel esencial en todas las instituciones implicadas en la innovación y la investigación, de forma que lideren el trasvase desde el conocimiento hasta el bienestar de la sociedad. [...] Asimismo, en un proceso vivo que continúa precisando y profundizando los elementos conducentes a hacer de Europa un espacio basado en el conocimiento, atractivo, abierto y cooperativo con otras regiones del mundo, con una oferta formativa de alta calidad en docencia e investigación, es necesario seguir avanzando especialmente en el doctorado como elemento fundamental de encuentro entre el EEES y el EEI y el soporte para buscar nuevos motores de crecimiento sostenibles. El proceso europeo ha alcanzado bastante notoriedad internacional toda vez que una de las principales consecuencias del mismo es alcanzar una definición clara del estándar de competencias, exigencias y contribución a la sociedad de un doctor en el marco nacional y europeo. De esta forma, se define con claridad la misión de los doctores en la nueva sociedad del conocimiento, lo que redundará en el reconocimiento profesional y prestigio social, la idoneidad en las perspectivas laborales y en sus aportaciones al nuevo modelo de crecimiento. [...] La formación de investigadores es, en estos momentos, un elemento clave de una sociedad basada en el conocimiento. El reconocimiento social de las capacidades adquiridas en esta etapa formativa, la necesidad de incrementar sustancialmente el número de personas con competencia en investigación e innovación y el impulso a su influencia y empleo tanto dentro como fuera de los ámbitos académicos es uno de los principales desafíos españoles y europeos. Los documentos europeos también destacan la necesidad de impulsar la I+D+i en todos los sectores sociales particularmente mediante la*

colaboración en el doctorado de industrias y empresas, con el fin de que jueguen un papel sustancial en sus estrategias de innovación y futuro.

En el cumplimiento de estos objetivos se confía gran parte del diseño de estrategias de formación de doctores a la colaboración entre universidades e instituciones públicas o privadas, a través de las escuelas de doctorado.

Esta es la Universidad en la que se va a desarrollar la tarea docente. Prescindiendo de un análisis sobre la adaptación mayor o menor de la Universidad de Salamanca a estos requerimientos, su influencia es innegable. La labor docente e investigadora a desarrollar no podrá ser ajena a estos, ya estén formalizados en los planes de estudio, ya sean una exigencia para la progresión académica y el desempeño de una carrera fructífera. El desafío será, en este nuevo marco, seguir aportando lo que se consideren tareas irrenunciables de la función docente e investigadora, como la formación intelectual y en valores, la promoción de la capacidad de pensamiento autónomo y crítico y la vocación de servicio público que debe hacer de la Universidad una institución útil a todo el cuerpo social, más allá de tensiones utilitaristas o cortoplacistas.

El cambio de cultura docente y la renovación docente a la que se está haciendo referencia no puede enmarcarse en la perspectiva de dar respuesta solo a las exigencias normativas y formales del cambio que supone la puesta en marcha de los estudios adaptados al EEES. Debe afectar a los procesos de enseñanza + aprendizaje [459].

La enseñanza y el aprendizaje es un proceso bipolar, con un extremo (enseñanza) que tiene como protagonista principal al profesorado y otro extremo (aprendizaje) que cuenta como protagonista principal al alumnado. Obviamente, ambos términos no son lo mismo, pero son caras de la misma moneda y, por tanto, indisolubles desde la perspectiva de este Proyecto Docente e Investigador, que se está centrando en educación formal, más allá de las opciones de aprendizaje informal y autónomo que toda persona tiene [460, 461]. Es por ello que, cuando se utilice cualquiera de los dos vocablos, se estará haciendo referencia al binomio enseñanza/aprendizaje y, de hecho, en muchas ocasiones, explícitamente, se ha elegido la fórmula enseñanza + aprendizaje.

Por más reiterativo que pueda llegar a ser, no puede hacerse una reflexión sobre el proceso de enseñanza + aprendizaje sin referirse a los cuatro pilares de la educación, según el Informe Delors [141]:

- *Aprender a conocer*, actividad más tradicional de la enseñanza a través de la transmisión de conocimientos del profesor al estudiante, aunque complementada con nuevos aspectos.
- *Aprender a hacer*, visión práctica de la misma, mediante la capacitación del estudiante para enfrentarse a determinadas tareas.
- *Aprender a vivir juntos*, mediante el desarrollo de la comprensión del otro y los valores del pluralismo y la percepción de las formas de interdependencia, sin renunciar a las propias ideas.
- *Aprender a ser*, supone el desarrollo de la personalidad, de la autonomía personal, del juicio y de la responsabilidad.

Las reflexiones sobre el proceso de enseñanza + aprendizaje no son nuevas [462] (p. 25 y p. 29):

> *La primera finalidad de la enseñanza fue formulada por Montaigne: es mejor una mente bien ordenada que otra muy llena. [...] Una mente bien formada es una mente apta para organizar los conocimientos y de este modo evitar su acumulación estéril.*

La labor de un profesor ante sus estudiantes está limitada por el espacio y el tiempo. No debe pretenderse transferirles todo lo que se considera que deben saber simplemente por el mero hecho de contárselo. Se debe intentar traspasar las barreras del tiempo y enseñarles a que quieran y puedan continuar aprendiendo al abandonar las aulas que han compartido con el docente, debe aprender a aprender. Más si cabe en el campo de la Ingeniería en Informática, en el que los avances son vertiginosos. Cuando los estudiantes de hoy se conviertan en los profesionales del mañana, es probable que los instrumentos de que dispongan en el ejercicio de su actividad y las técnicas que empleen sean sensiblemente diferentes a las que se hayan podido describir. Lo que ahora importa, no es tanto poseer una información determinada, sino fundamentalmente haber adquirido la capacidad para descubrir y saber encontrar esa información. Concebido así el proceso educativo, la misión encomendada al educador cambia, pasando en gran medida a transformarse en un director y organizador de la situación de aprendizaje.

Se debe tener en cuenta que el concepto de aprender implica tanto el asimilar y reconstruir conocimientos, como adquirir y usar destrezas y desarrollar actitudes. Por ello, al enunciar los objetivos que se quieren alcanzar en la programación docente se debe tener en cuenta plantear objetivos de cada uno de los siguientes ámbitos:

- *Dominio cognoscitivo:* relacionado con las informaciones y comprensiones.
- *Dominio psicomotriz:* relacionado con los hábitos, habilidades y destrezas.
- *Dominio afectivo:* relacionado con las actitudes, intereses e ideales.

4.2. Método docente

Etimológicamente, la palabra *método* procede de las voces griegas *meta* (a través de) y *odos* (camino). Así, el método es el "procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla" [463]. En su acepción docente, implica que, a través de él, se debe procurar la correcta ordenación de todos los elementos que integran la acción educativa con el fin de mejorar el proceso e incrementar la seguridad y eficacia del mismo en la consecución de los objetivos/resultados de aprendizaje establecidos, que se orientan a al desarrollo de las competencias asignadas.

Así pues, la planificación de la docencia en la universidad de la segunda década del siglo XXI, es un proceso sistemático que implica la determinación, organización y concreción de un conjunto de acciones formativas orientadas al desarrollo de competencias [17].

En consecuencia, el diseño curricular es uno de los principales cometidos que como docentes se deben asumir, no de manera individual, sino de forma coordinada, tanto horizontal como verticalmente. La coordinación en el plan de estudios, orientada al desarrollo de competencias, es una estrategia básica para lograr coherencia y asegurar la calidad en un plan de estudios.

Javier Paricio Royo [464] presenta los sistemas de coordinación institucionales como medida principal de las titulaciones concebidas como proyectos colectivos en revisión y evolución permanente. Sin embargo, para que estos nuevos sistemas sean capaces de convertirse en motores de cambio de la cultura docente, de coordinación y de mejora efectiva de la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, es necesario que sean concebidos expresamente desde la perspectiva de la mejora interna, en lugar de como meros sistemas de aseguramiento o rendición de cuentas hacia el exterior.

Las consecuencias del proceso de convergencia en España han suscitado importantes cambios [465], tanto en el enfoque curricular orientado a la formación por competencias, como en la asunción de nuevos roles, tanto por parte de los profesores como por los estudiantes, y la determinación de nuevas formas de enseñar y aprender.

El Real Decreto 1393/2007 [51] promueve importantes cambios en la docencia universitaria orientados a la adquisición de competencias. En este sentido, los estudios de grado deben contribuir al desarrollo de las siguientes competencias básicas y/o genéricas:

> *[…] poseer y comprender conocimientos en un área de estudio […], aplicar sus conocimientos […] de una forma profesional […], tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes […] para emitir juicios […] de índole social, científica o ética, […] puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones […], hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía* [51] (p. 24).

Por este motivo, se entiende que las competencias genéricas deben colocarse en el núcleo de la formación universitaria [466]. Asimismo, los métodos docentes en la universidad deben promover una renovación [467, 468] centrada en el aprendizaje del estudiante. Así, los rasgos principales del modelo educativo en la universidad actual se centran en el aprendizaje; en el aprendizaje autónomo del estudiante; en los resultados de aprendizaje expresados en términos de competencias; y en enfocar el proceso de enseñanza + aprendizaje como trabajo cooperativo, tanto del equipo docente, como para los propios estudiantes [129, 469]. Esta nueva filosofía exige, a su vez, nuevos planteamientos de actividades, con un enfoque más activo [202, 470], utilizar estratégicamente la evaluación como un medio más de aprendizaje [471] y usar las tecnologías como apoyo global al proceso (nunca como un fin en sí mismo).

En definitiva, se considera que la formación universitaria en la sociedad actual debe, entre otros aspectos, potenciar la capacidad de aprendizaje autónomo, facilitar el trabajo en equipo, entender el rol de docente como guía, fomentar la capacidad de análisis y resolución de problemas con una actitud más activa y proactiva, así como la toma de decisiones, promover el uso de fuentes de información científica y de la tecnología, acercar al estudiante mediante las prácticas externas al logro de

experiencias en el mundo profesional y potenciar y desarrollar sistemas de tutoría y ayuda educativa al estudiante.

En esta misma línea, Zabalza y Zabalza sintetizan diez rasgos que debe cumplir la docencia universitaria para ser considerada de calidad [472] (p. 77):

1. Un buen diseño y planificación de la docencia dándole sentido formativo.
2. Una buena organización de las condiciones generales del ambiente de aprendizaje.
3. La selección de contenidos relevantes, pertinentes, interesantes, útiles y proporcionados.
4. Disponer de buenos materiales didácticos (guías, dossiers, información complementaria) que faciliten el aprendizaje autónomo de los estudiantes.
5. Aplicar una metodología didáctica, coherente, variada y efectiva.
6. Sacar buen partido a las TIC.
7. Mantener buenas tutorías y, en general, una atención personalizada a los estudiantes.
8. Desarrollar estrategias de colaboración con los colegas.
9. Sistemas de evaluación adecuados.
10. Previsión de mecanismos de revisión del proceso docente.

Profundizando en estos aspectos, Paul Ramsden [473, 474] presenta los resultados de una investigación sobre la calidad docente a partir de un cuestionario de estudiantes (*Course Experience Questionnaire*, CEQ – https://goo.gl/APWkrq) [475] utilizado con una muestra de 4.500 estudiantes australianos. Los resultados obtenidos en diferentes titulaciones y materias presentan cinco grandes categorías de la buena enseñanza universitaria, que están muy vinculadas al enfoque del EEES [476]:

1. *Buena enseñanza*: el profesorado ofrece ayuda y realimentación a las tareas y trabajos que los estudiantes están llevando a cabo.
2. *Objetivos claros*: los estudiantes tienen una idea clara de los que tienen que realizar y las expectativas que tienen en cada materia.
3. *Carga de trabajo adecuada*: la carga de trabajo completa es factible llevarla a cabo durante el curso.
4. *Evaluación apropiada*: el sistema de evaluación se centra en comprobar lo que los estudiantes han comprendido más que en la mera repetición o conocimiento memorístico.

5. *Énfasis en el trabajo independiente*: los estudiantes tienen libertad de elección en los trabajos que tienen que realizar.

La primera categoría (buena enseñanza) implica una disposición y preparación del profesorado para ejercitar la función de tutor, asesor y guía de las actividades, tareas y trabajos que deben llevar a cabo los estudiantes. Esta categoría recoge, en parte, la necesidad de adaptación del profesorado a un cambio en su papel docente en el que tiene que rebajar sus horas de enseñanza magistral por una dedicación más centrada en la organización y desarrollo del aprendizaje de los estudiantes [477].

La segunda categoría (objetivos claros) se centra en dar a conocer a los estudiantes a dónde se quiere llegar, cuál es el punto de destino final. Los estudiantes deben conocer de modo explícito y específico cuáles son las competencias que tendrán que demostrar al final del recorrido para poder alcanzar los objetivos previstos [478].

La tercera categoría (carga de trabajo) es clave en el sistema de créditos ECTS, ya que si el profesorado no se ajusta a las previsiones realizadas y el volumen de trabajo de los estudiantes no tienen nada que ver con la estimación realizada, el resultado repercutirá en una mayor dedicación por parte de los estudiantes en algunas asignaturas en detrimento de otras. Una vez asignados los créditos correspondientes a una materia, los estudiantes deben poder realizar sus tareas de acuerdo con los créditos establecidos. Ello requiere la adecuada planificación y coordinación entre materias y asignaturas [479].

La cuarta categoría (evaluación apropiada) se refiere al ajuste en el sistema de evaluación, que debe cambiar el enfoque centrado fundamentalmente en la comprobación del conocimiento y comprensión adquirido [471]. Es decir, se deben complementar los exámenes con los trabajos que se requieren para la adquisición y desarrollo de las competencias que no se reducen únicamente a poseer un conocimiento memorístico.

La quinta característica (énfasis en el trabajo independiente) se refiere a un comportamiento crucial de los estudiantes en el modelo europeo: su autonomía e independencia en la realización de su estudio y trabajo [480]. Potenciar este enfoque del aprendizaje autónomo supone organizar los estudios de forma que de un modo creciente los estudiantes tengan la posibilidad real de elección de contenidos y

métodos de trabajo en función de sus intereses y proyectos, lo que potenciará su autonomía e independencia.

Desde la consideración de la enseñanza centrada en los resultados de los estudiantes, Cabrera y La Nasa extraen una serie de lecciones aprendidas que constituyen un buen decálogo de este enfoque [481]:

1. La buena enseñanza puede promover el desarrollo del estudiante.
2. El aprendizaje es un fenómeno social.
3. Los estudiantes tienen diferentes formas de adquirir conocimientos.
4. La enseñanza universitaria es multidimensional.
5. La efectividad de cada dimensión de la enseñanza varía al igual que los niveles de aprendizaje del estudiante en consideración.
6. El clima del aula es importante.
7. Los estudiantes pueden evaluar la enseñanza eficaz.
8. Los estudiantes pueden evaluar si el crecimiento es cognitivo y afectivo.
9. Los profesores universitarios deben usar métodos de enseñanza innovadores.
10. La enseñanza eficaz implica entrenamiento y remuneración.

4.3. Elementos de un programa formativo

En primer lugar, se van a definir las competencias y los resultados de aprendizaje que se busca que los estudiantes adquieran una vez finalizada la acción formativa. Definidas las competencias y los resultados (evidencia empírica de adquisición de la competencia), se va a presentar la estructura que se considera actualmente más adecuada para la gestión curricular en base a competencias, incluyendo principios propios de la evaluación orientada al aprendizaje.

Además, se considera importante que el planteamiento formativo basado en competencias solo será posible si se organiza el trabajo en equipo de los docentes [459].

Son varios los informes los que en sus conclusiones y recomendaciones abordan el cambio metodológico que se debería esperar en la universidad española con el proceso de convergencia al EEES [65, 482].

> *El proceso de construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se percibe como la oportunidad perfecta para impulsar una reforma que no debe quedarse en una mera reconversión de la estructura*

> *y contenidos de los estudios, sino que debe alcanzar al meollo de la actividad universitaria, que radica en la interacción profesores-estudiantes para la generación de aprendizaje* [482] (p. 7).

Más de quince años después de la aprobación de una Ley Orgánica de Universidades [253] en 2001, la pregunta sería hasta qué punto la Universidad Española, más allá de adaptarse a nuevas normativas, ha conseguido renovar sus antiguas estructuras, sus formas o su gestión, para adaptarse a las nuevas y rápidas demandas sociales.

En el caso concreto de la docencia, tras más de diez años después de la aprobación del Real Decreto 1393/2007 [51], la pregunta anterior se ampliaría para saber también hasta qué punto la tan esperada renovación metodológica universitaria ha tenido lugar.

Francisco Michavila [483, 484] hace notar que, a pesar de que todos reconocen que la Universidad Española – en estos últimos treinta años – ha contribuido a progreso de la sociedad del país, existen algunos elementos que provocan una falta de eficiencia en las universidades actuales, como, por ejemplo, la adecuación de la oferta a la demanda, la falta de coordinación, las altas tasas de abandono o la gestión de las instituciones (gobernanza y autonomía).

En este apartado se van a revisar aquellos elementos que configuran un programa formativo de ámbito universitario. El diseño del programa formativo pretende definir, por un lado, el escenario donde se llevará a cabo el proceso de enseñanza + aprendizaje, es decir, la modalidad de enseñanza. Por otro, exige determinar cómo se llevará a cabo, con qué métodos de enseñanza + aprendizaje y, paralelamente, especificar las estrategias de evaluación. No sin olvidar los recursos y medios de los que se disponen para el desarrollo del programa [468].

El nuevo modelo curricular universitario, diseñado a partir de la ordenación de las enseñanzas universitarias del Real Decreto 1393/2007 [51], ha motivado la necesidad de, al menos, plantear alternativas metodológicas en los procesos de enseñanza.

4.3.1. Modalidades de enseñanza

Las modalidades de enseñanza son las distintas formas de estructurar y desarrollar los procesos de enseñanza + aprendizaje. Por este motivo, es ineludible adoptar como punto de partida, en primer lugar, las competencias – propósitos – que se pretenden desarrollar y, en segundo lugar, los recursos disponibles que determinarán cómo

organizar la docencia. En la Tabla 4.1 se muestra una propuesta de clasificación de las modalidades, donde también se advierte de la necesidad de la presencialidad [485], o no, de los estudiantes para su puesta en práctica.

Tabla 4.1. Modalidades de enseñanza. Fuente: [468] (p. 21)

P/A	Modalidad	Finalidad / Descripción
HORARIO PRESENCIAL	**Clases teóricas**	*Hablar a los estudiantes* Sesiones expositivas, explicativas y/o demostrativas de contenidos (las presentaciones pueden ser a cargo del profesorado o de los estudiantes)
	Seminarios-talleres	*Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad* Sesiones monográficas supervisadas con participación compartida (profesorado, estudiantes, expertos, etc.)
	Clases prácticas	*Mostrar cómo deben actuar* Cualquier tipo de prácticas de aula (estudio de casos, análisis diagnósticos, problemas, laboratorio, de campo, de aula de informática, visitas, búsquedas de datos, bibliotecas, en red, Internet, etc.)
	Prácticas externas	*Lograr aprendizajes profesionales en un contexto laboral* Formación realizada en empresas y entidades externas a la universidad (prácticas asistenciales, etc.)
	Tutorías	*Atención personalizada a los estudiantes* Relación personalizada de ayuda, donde un profesor-tutor atiende, facilita y orienta a uno o varios estudiantes en el proceso formativo
HORARIO SEMIPRESENCIAL TRABAJO AUTÓNOMO	**Estudio y trabajo en grupo**	*Hacer que aprendan entre ellos* Preparación de seminarios, lecturas, investigaciones, trabajos, memorias, obtención y análisis de datos, etc., para exponer o entregar en clase mediante el trabajo de los estudiantes en grupo
	Estudio y trabajo autónomo, individual	*Desarrollar la capacidad de auto-aprendizaje* Las mismas actividades que en la celda anterior, pero realizadas de forma individual, incluye, además el estudio personal (preparar exámenes, trabajo en biblioteca, lecturas complementarias, hacer problemas y ejercicios, etc.), que es fundamental para el aprendizaje autónomo

4.3.2. Métodos de enseñanza

Los métodos de enseñanza + aprendizaje son la forma en que los profesores desarrollan su actividad instructiva en las aulas. En consecuencia, una modalidad de enseñanza puede desarrollarse a través de distintos métodos de enseñanza.

Existen tres categorías de métodos de enseñanza, que se deben considerar a la hora de establecer los contenidos del programa para combinarlos de forma adecuada:

- **Didáctico**: El profesor explica a los estudiantes la realidad objetiva u objetivada que se supone posee y que es transmitida al discente en el acto docente. Este recibe de las clases más información que formación, privándole, por tanto, del necesario proceso de deducción. El método didáctico tiene el inconveniente de que el estudiante se ve abocado a una excesiva memorización

debido a que no deja mucho espacio para su participación, pero, de otro lado, tiene la ventaja de que permite al profesor programar la enseñanza adaptándola al tiempo disponible para su desarrollo.

- **Dialéctico**: Implica la búsqueda de la verdad mediante el contraste de opiniones y enfoques distintos. En esta dialéctica, el profesor es el que tiene mayor responsabilidad y debe dirigir la discusión hacia los puntos de interés, pero con habilidad suficiente para que las conclusiones aparezcan como fruto de la discusión y del razonamiento en común. El profesor requiere de una gran capacidad de improvisación y asimilación que le permita mantener el tema dentro de los límites sustanciales sin que derive hacia cuestiones secundarias que, espontáneamente, surgen en el debate. Por tanto, este método exige del profesor un mayor esfuerzo y una adecuada preparación, así como un buen dominio de las materias, de forma que pueda hacer frente a cuestiones inesperadas sugeridas por los estudiantes.

- **Heurístico**: Es el estudiante el que debe redescubrir (o descubrir, lo que también pudiera suceder) las soluciones por su cuenta, valiéndose de los conocimientos que ya tiene, realizando así un proceso de autoformación. Los temas que se tratarán son distribuidos entre los estudiantes, pudiendo estos agruparse o trabajar individualmente. La actividad del profesor es esencial para que el estudiante no desvíe su atención hacia temas de su interés dejando sin actualizar aspectos relevantes. Para ello el profesor debe de controlar a los estudiantes mediante una adecuada asignación de funciones a los mismos, así como la implantación de las directrices que deben seguir para el desarrollo de su trabajo.

A modo de resumen, la Tabla 4.2Tabla 4.2 presenta diferentes métodos de enseñanza, así como el propósito que determinará, en cualquier caso, su implementación.

Tabla 4.2. Métodos de enseñanza + aprendizaje: descripción y finalidad. Fuente: [468] (p. 23)

Método	Finalidad
Método expositivo/lección magistral	Transmisión de conocimientos y activación de procesos cognitivos en el estudiante
Estudio de casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
Resolución de ejercicios y problemas	Ejercicio, ensayo y puesta en práctica de los conocimientos previos
Aprendizaje basado en problemas	Desarrollo de aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
Aprendizaje orientado a proyectos	Comprensión de problemas y aplicación de conocimientos para su resolución
Aprendizaje cooperativo	Desarrollo de aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
Contrato de aprendizaje	Desarrollo del aprendizaje autónomo

4.3.3. Procedimientos de evaluación basados en competencias

La evaluación en un enfoque basado en competencias va más allá de la evaluación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes [459, 486]. Las competencias no se adquieren como se aprenden conocimientos, destrezas y habilidades o actitudes. Las competencias requieren de estos recursos, los integran y los actualizan eficazmente para dar solución ante una demanda profesional.

Es un tema que no es trivial, por cuanto las competencias se expresan mediante comportamientos complejos y se aprenden no solo a partir de una formación reglada, sino también en la práctica profesional cotidiana.

Se presenta un marco conceptual en materia de evaluación de competencias distinto al habitual, donde el énfasis se sitúa en los procesos, según la propuesta de [17]. Se parte de un concepto de evaluación orientada al aprendizaje, participativa, donde adquiere especial protagonismo la realimentación que contribuye a la mejora continua del aprendizaje [487-490].

Habida cuenta de la esencia de las competencias, en el contexto de la Ingeniería en Informática es interesante el concepto de evaluación en base a tareas auténticas, es decir, aquellas que están próximas al contexto profesional para el que capacita la titulación [491] y la evaluación orientada al aprendizaje [486, 487, 492-495].

Según el enfoque de la evaluación orientada al aprendizaje, el diseño de evaluación toma como punto de partida los *resultados de aprendizaje* [496], seguido del *objeto de evaluación*, que, en este caso, será el nivel de aprendizaje adquirido y, más concretamente, la evaluación del grado de adquisición y desarrollo de las

competencias. En tercer lugar, se tienen en cuenta los *productos* o *evidencias*, las *tareas de evaluación*, así como los *criterios*, *técnicas* e *instrumentos*.

La ANECA [497] ilustra cómo los resultados de aprendizaje condicionan y/o determinan las actividades y los métodos de evaluación (ver Figura 4.1).

Figura 4.1. Triangulación entre resultados de aprendizaje, actividades formativas y métodos de evaluación [497] (p. 35)

María Soledad Ibarra Sáiz y Gregorio Rodríguez-Gómez [487] describen el procedimiento de evaluación orientada al aprendizaje y los componentes que lo conforman, tal y como se muestra en la Figura 4.2.

Figura 4.2. Procedimiento de Evaluación. Fuente: Basado en [487] (p. 450)

En el diseño del procedimiento de evaluación, tal y como se observa en la Figura 4.2, se confiere atención a dos elementos, por un lado, la participación y, por otro, la proalimentación. La idea es implicar a los estudiantes en la evaluación propia y la de sus compañeros. El hecho de autoevaluarse o evaluar a un compañero permite autorregular y reflexionar sobre la propia acción y hacerlo sobre el trabajo de otros

compañeros, además de servir de revisión de la propia tarea. Ibarra Sáiz y Rodríguez-Gómez advierten que la participación en materia de evaluación por parte de los estudiantes se concreta en "participar en el establecimiento de los criterios de evaluación, en el diseño de los instrumentos, en establecer el sistema de calificaciones, o bien en la valoración de productos o actuaciones generados por los propios estudiantes" [487] (p. 453).

En relación a las técnicas e instrumentos de evaluación, habida cuenta de la complejidad de evaluar competencias y la diversidad de competencias a evaluar, en el primer caso, a la observación, la realización de encuestas y el análisis de producciones y documentos; y, en el segundo, a listas de control, escalas de valoración y rúbricas.

En la Tabla 4.3 se exponen la relación entre los distintos componentes que intervienen y conforman el diseño formativo, incluidas las técnicas de evaluación que se consideran más adecuadas en cada caso.

Tabla 4.3. Relación entre modalidades organizativas, estrategias (organizativas y metodológicas) y técnicas de evaluación. Fuente: Basado en [17]

Modalidades organizativas	Estrategias organizativas	Estrategias metodológicas	Técnicas de evaluación
Clases teóricas "modalidad organizativa de la enseñanza en la que se utilizan fundamentalmente como estrategia didáctica la exposición verbal" [175] (p. 27)	• Introducción • Desarrollo • Cierre	• Esquemas/guiones • Motivación • Activación de conocimientos previos • Estructurar el contenido • Resaltar lo importante • Formular preguntas • Estimular el razonamiento	• Pruebas objetivas • Pruebas de respuesta corta • Preguntas orales • Pruebas de ejecución
Seminarios talleres/*workshop* "espacio físico del conocimiento en el curso de su desarrollo y a través de intercambios personales entre los asistentes" [498] (p. 53)	• Presencial/*online* • Número de estudiantes por grupo (determinarlo)	• Plantear lecturas • Promover la participación de los alumnos (preguntar, escuchar, responder) • Dinamizar el grupo • Enlazar contenido teórico y práctico • Clarificar	• Observación (registro) • Portafolios • Memorias
Clases prácticas (de aula, de laboratorio, de campo) "mostrar a los estudiantes cómo deben actuar" – "aplicación de conocimientos a situaciones concretas" [499] (p. 83)	• Tamaño de los grupos • Espacio • Seleccionar prácticas • Diseñar explicaciones • Elaboración de protocolos • Valorar qué recursos se necesitan	• Demostraciones • Resolución de ejercicios • Proyectos • Actividades para resolver problemas • Supervisar • Dinamizar • Asesorar	• Ejercicios • Revisión y valoración de trabajos o informes • Pruebas de ejecución de tareas reales • Observación • Portafolio
Prácticas externas "Conjunto de actuaciones que un	• Situar al estudiante acerca del sentido de las	• Aprendizaje basado en problemas	• Memoria o informe

Modalidades organizativas	Estrategias organizativas	Estrategias metodológicas	Técnicas de evaluación
estudiante realiza en un contexto natural relacionado con el ejercicio de una profesión" [500] (p. 103)	prácticas • indicar las actividades a realizar • Facilitar información • Orientar • Mantener contacto con el tutor profesional		• Cuestionario de valoración
Tutorías "modalidad organizativa en la que se establece una relación personalizada de ayuda en el proceso formativo" [501] (p. 134)	• Resolver dudas • Asesorar • Orientar ayudar • Estimular al estudiante • Detectar problemas	• Aprendizaje orientado a proyectos • Contrato de aprendizaje	• Cuestionarios • Entrevistas • Observación • Portafolio • Conocer las características de los estudiantes y su desempeño
Estudio y trabajo en grupo enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los estudiantes son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales [502] (p. 169)	• Organizar tiempos y reglas básicas • Número de componentes de cada grupo • Negociación/Cooperación	• Aprendizaje cooperativo en grupo pequeño (estudio de casos y el aprendizaje basado en problemas) •	• Reflexiones • Cuestionarios • Resultados o tareas y funcionamiento del grupo
Estudio y trabajo autónomos del estudiante "el estudiante se responsabiliza de la organización de su trabajo y de la adquisición de competencias" [503] (p. 191)	• Establecer relaciones interdisciplinares • Enseñar a transferir el conocimiento • Enseñar estrategias y procedimientos • Enseñar a tomar conciencia • Planificar	• Contrato de aprendizaje • Aprendizaje orientado a proyectos • Estudio de casos • Aprendizaje basado en problemas	• Autoevaluación del estudiante (a través de Autoinforme, Observación, Diario reflexivo, Portafolios, Mapas conceptuales)

4.3.4. Recursos y medios

En materia de recursos y medios, se cuenta, en primer lugar, con el profesorado del departamento adscrito al centro y con sus infraestructuras y servicios.

Habida cuenta de la importancia de la búsqueda de información permanente, sobre todo teniendo en cuenta la necesidad de promover el aprendizaje a lo largo de la vida, se promueve el uso de distintas fuentes documentales. Para ello, la Universidad de Salamanca cuenta con su Servicio de Bibliotecas, con infraestructuras físicas y una biblioteca digital (https://goo.gl/NncNP5), con el repositorio institucional GREDOS (https://goo.gl/bbdHMt) y con el porta OCW (https://goo.gl/5cR8cL) en el que se encuentra una entrada sobre Ingeniería del *Software* antes de la adaptación al EEES (curso 2008-2009) [504].

Además, la Universidad de Salamanca promueve a sus docentes para que integren las asignaturas de las que son responsables en el campus virtual Studium (https://goo.gl/dWNBrC), algo que siempre se ha hecho en las asignaturas de este Proyecto Docente.

4.4. Desarrollo de un programa formativo

Ya se ha visto que los métodos de enseñanza son los instrumentos con los que el profesor traslada los contenidos de una materia hacia el alumnado, con el fin de conseguir los resultados de aprendizaje propuestos y las competencias a desarrollar en la asignatura.

La selección y aplicación de los métodos de enseñanza elegidos, que combinaran las dimensiones didáctica, dialéctica y heurística, a las materias del presente Proyecto Docente pueden desarrollarse, básicamente, a través de las modalidades de enseñanza consistentes en clases teóricas, clases prácticas, seminarios y tutorías.

Como indicaba la UNESCO "*la educación debe poder ser impartida y adquirida por una multitud de medios, ya que lo importante no es saber qué camino ha seguido el sujeto, sino lo que ha aprendido y adquirido*" [505].

Fernando Lara distingue en función de los métodos docentes dos tipos de enseñanza [506]:

> *Una enseñanza en la que el profesor, desde 'la tarima' transmite la Ciencia; y el alumno, desde 'el asiento' la recoge en sus apuntes para estudiarla y para soltarla en el examen, quizás también para entenderla. […]*
>
> *Una enseñanza en la que el profesor, además de transmitir la Ciencia, desea provocar el aprendizaje posterior del alumno, transmitiendo el interés personal por la asignatura, motivándole a seguir investigando sobre la materia, motivándole a formular preguntas que aclaren lo que no entiende, etc.*

En todo caso, se ha de tener en cuenta que la adecuada combinación de estos métodos ha de contribuir a la creación de actividades críticas, reflexivas y analíticas para los estudiantes; de tal forma que puedan llegar a obtener una visión equilibrada e integradora de los distintos aspectos que conforman la realidad estudiada. Se trata,

pues, de incorporar una *metodología activa*, *globalizadora* y *participativa* en la medida en que las condiciones en las que el desarrollo de la actividad docente, lo permita.

En general, dentro de las actividades que debe realizar el profesor se suelen considerar tres categorías básicas: *explicación, motivación* y *orientación.*

La *explicación* es la base de la transmisión de los conocimientos; aunque en ella es el profesor el que realiza la parte más activa, hay que intentar evitar que el estudiante se sienta como elemento meramente pasivo.

La *motivación* tiene una gran importancia puesto que influye fuertemente en la capacidad receptiva del estudiante. De poco sirve realizar un gran esfuerzo en que la transmisión sea correcta si falla la recepción. Favorecer este aspecto es, por tanto, esencial para el rendimiento de la actividad docente. Las formas de hacerlo pueden ser, entre otras:

- Dejar constancia de los objetivos que se buscan en cada momento.
- Utilizar un lenguaje claro, directo y conciso.
- Poner ejemplos reales y hacer comentarios que despierten su interés.
- Averiguar qué experiencias comunes pueden utilizarse como estímulos para el aprendizaje.
- Utilizar los medios y el material que sean estimulantes.

La *orientación* constituye también una labor fundamental. No hay que olvidar que, en último término, el factor decisivo en el aprendizaje es el trabajo personal de los estudiantes. El docente da las pautas y después debe mantener hacia los estudiantes una orientación que les permita trabajar solos de acuerdo con su propio ritmo y al plan de trabajo que tienen trazado.

Además de estas tres actividades básicas, el profesor debe realizar una importante labor personal, como es *la preparación y actualización del material*, *la revisión de bibliografía*, *la puesta al día de sus conocimientos*, *la revisión de su programa*, etc. Este continuo perfeccionamiento personal es fundamental en todas las áreas del saber, pero especialmente necesario en la Ingeniería en Informática, donde la evolución es vertiginosa. En este sentido se considera de gran importancia que el docente realice también tareas de *investigación*, puesto que ello tendrá influencia y una repercusión directa en su docencia.

En los siguientes subapartados van a exponerse algunas particularidades de los métodos de enseñanza más utilizados para dichas modalidades, con la idea de estar más próximos al segundo tipo de enseñanza propuesto por Lara [506], a la par que se hace especial hincapié sobre sus ventajas e inconvenientes, así como de la forma más eficaz de llevarlas a cabo.

4.4.1. Lección magistral

En la enseñanza universitaria, la lección magistral es la técnica de trabajo más antigua. De hecho, como método de enseñanza, nace con la misma Universidad, en la época medieval. Recoge la idea de *lectio* de las escuelas monacales, es decir, la lectura y comentario de un texto elegido como base de un curso. Actualmente, pese a la renovación metodológica propia del EEES, es el método de enseñanza más usado para la modalidad de clase teórica.

Su misión es la exposición completa, sistemática y ordenada del programa de la asignatura a lo largo del período lectivo de un curso académico.

Se trata de un tipo de enseñanza ocupada entera o principalmente por la exposición continua del docente. Aun cuando los estudiantes pueden preguntar o participar en una cierta discusión, su actividad fundamental es escuchar y tomar notas. La parte activa corresponde al profesor y presenta un carácter fundamentalmente instructivo. La ciencia se ofrece bajo la forma de una definición, solución o resultado, por tanto, se práctica una enseñanza primordialmente temática.

Seguramente sea este el método que más polémica despierta entre estudiantes y profesores, al existir tantos detractores como defensores del mismo. Sin embargo, cuando aparecen condicionantes como la masificación, resulta difícil pensar en métodos más personalizados o en los que se proponga un pleno contacto con el estudiante.

Hay una fuerte tendencia opuesta a esta idea de clase magistral completamente pasiva y se defiende la denominada *clase activa*. La clase magistral y la clase activa, bien entendidas, deben complementarse y procurar, dentro de lo posible, una participación activa del alumnado, pero con la constante intervención del profesor.

4.4.1.1. Inconvenientes de la lección magistral

A pesar de las críticas a las que se ha sometido, al descansar únicamente en la iniciativa del profesor, sigue siendo un método fundamental de la enseñanza, pues es

el único momento en donde se hace una exposición coherente y completa de la materia, donde el profesor tiene mayores posibilidades de influir sobre la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes. Es por ello que en [507] se define la lección magistral como "un tiempo de enseñanza ocupado entera o principalmente en la exposición continua por parte del profesor". Es en este punto, donde radican fundamentalmente los inconvenientes de la lección magistral; esto es, en la dificultad de conseguir una participación activa del estudiante.

Se trata, por tanto, de un método pasivo, debido a que el estudiante se limita a tomar apuntes o seguir las presentaciones del profesor, de forma que su mayor preocupación radica básicamente en que sus notas reflejen lo más fielmente posible la explicación del profesor; lo que supone un doble esfuerzo, pues posteriormente debe invertir gran cantidad de tiempo en asimilar los conceptos que se ha limitado a copiar en clase.

Esta pasividad, a la que se ve sometido normalmente el estudiante, baja efectividad en la transmisión de los conocimientos, favorece la repetición, la omisión del sentido crítico, la rutina en la docencia y la ausencia de estímulo para el estudiante, ya que generalmente son poco amenas. Al haber un único interlocutor, fluyen rápidas con pocas interrupciones, con lo que los estudiantes quedan abrumados por la cantidad de conocimientos que le son propuestos, especialmente desde que el dictado de los apuntes se ha visto sustituido por presentaciones realizadas por ordenador. Frente al potencial de este tipo de presentaciones, se debe cuidar en no caer en el conocido efecto de *muerte por powerpoint* [508].

Por otra parte, se acentúa la idea de que el profesor es la única fuente del saber, se expone solo la visión personal del profesor sobre el tema, lo que crea una dependencia didáctica total. Como consecuencia, el estudiante no adquiere el hábito de manejar bibliografía, ni desarrolla capacidad de síntesis ni de crítica.

Como inconveniente adicional, el profesor no tiene forma de conocer las características individuales de cada estudiante y su formación previa. De esta forma se imparten los mismos conocimientos, al mismo ritmo y tiempo a todos los estudiantes por igual, obviando cualquier tipo de tratamiento personalizado o adaptados a las circunstancias concretas de cada estudiante.

Adicionalmente, esta falta de tratamiento personalizado redunda en la dificultad de controlar el proceso de aprendizaje de cada estudiante. Esta ausencia de control, que

permitiría comprobar de una forma continuada como se asimila el conocimiento, se manifiesta en que la única comprobación posible viene asociada normalmente a un examen, que difiere dicho control a un instante en el que el profesor no puede reaccionar.

4.4.1.2. Ventajas de la lección magistral

Hay que destacar, como principales ventajas, que es un buen método para introducir al estudiante en los conocimientos fundamentales de una materia. Ofrece al estudiante la posibilidad de disponer, sin demasiado esfuerzo por su parte, de información básica y actualizada sobre el tema, puesto que la labor de recopilación y estructuración recae sobre el profesor.

Así, las lecciones pueden presentar materia que no está aún en la bibliografía genérica de la asignatura. Por ello, se hace necesaria su aplicación en aquellas disciplinas o partes de las mismas, en las que no existe apenas documentación al alcance del estudiante.

Cuando, por el contrario, la documentación sobre la materia es excesivamente abundante, el estudiante en general agradece que, en la lección magistral, el profesor seleccione aquellos textos más recomendables.

Es, además, un método humano que puede ser de gran dinamismo dependiendo de las características del profesor. En este sentido, puede llegar a tener una fuerte capacidad motivadora en cuanto relaciona a unos profesores con una sólida vocación intelectual y a unos estudiantes que se están iniciando en ella. Se convierte, por tanto, fuente de una relación personal básica para una acción tutorial posterior.

Por otra parte, para la organización universitaria, es el medio más barato, pues no se necesita una gran dotación de recursos humanos y económicos. Esto se debe a que:

- Normalmente, no es necesario de unos medios audiovisuales acompañados de una pizarra. Por tanto, no conlleva los costes de, por ejemplo, una práctica de laboratorio. Además, permite un cierto nivel de masificación que es impensable en otro tipo de métodos, el coste de los recursos humanos necesarios.
- Permite una exposición más rápida de la materia por número de estudiantes que cualquier otro método de enseñanza.

En la Tabla 4.4 se hace una comparativa de las ventajas y desventajas de la lección magistral.

Tabla 4.4. Ventajas e inconvenientes de la lección magistral. Fuente: Elaboración propia

Lección Magistral	
Ventajas	**Inconvenientes**
Exposición completa, sistemática y ordenada	Dificultad para conseguir la participación del estudiante
El estudiante dispone de información básica y actualizada	Acentúa la idea de que el profesor es la única fuente del saber
Puede llegar a tener una fuerte capacidad motivadora	No existe tratamiento personalizado del estudiante
No es necesario una gran dotación de personal ni de medios	Dificultad de controlar en proceso de aprendizaje

4.4.1.3. Aspectos que influyen en la calidad de la lección magistral

A pesar de que la lección magistral, como método de enseñanza, se ve hoy en día cuestionada, tanto por educadores como por estudiantes, desde una perspectiva realista la mayoría de las veces resulta difícil pensar en métodos de enseñanza alternativos allí donde los recursos humanos y materiales disponibles son escasos en relación con el número de estudiantes. Por ello, hay que asumir y aceptar que es y seguirá siendo un método muy empleado en la enseñanza universitaria, de lo que surge la necesidad de conocer aquellos aspectos que contribuyen a su excelencia o que, por el contrario, acentúan sus carencias.

Figura 4.3. Rendimiento de profesores y estudiantes a lo largo de una lección magistral. Fuente: Basado en [509]

Un aspecto importante de la lección magistral es su duración. Existen estudios que indican que la atención disminuye a partir de los 40 minutos, pero que se precipita de forma más intensa a partir de los 60 minutos, si bien, esto está sujeto a diferentes factores, como el horario, clases previas, etc. Por ello, la duración de la lección teórica no debería exceder los 45-50 minutos. Destacan en este sentido los estudios por observación realizados por D. H. Lloyd [509] sobre los altibajos en el rendimiento del estudiante y del profesor a lo largo de una lección magistral tal y como muestra la Figura 4.3. De hecho, son muchos los artículos y libros que indican que la atención de

los estudiantes decae tras los 10-15 primeros minutos de una clase magistral [510-512], aunque la bibliografía no soporta la perpetuación de la estimación de la duración de atención de 10-15 minutos [513].

El relajamiento de la pendiente de estas curvas puede verse parcialmente favorecido por la utilización de técnicas audiovisuales que rompan la uniformidad de la oratoria del profesor.

Generalmente, los medios de transmisión del mensaje didáctico se dividen en:

- *Medios escritos*: recogen el conocimiento de una disciplina y sirven para la formación del programa docente del profesor, así como de bibliografía de consulta del estudiante.
- Medios auditivos: son los basados en la comunicación oral (charlas, clases magistrales, seminarios, unidades docentes en soportes de audio, etc.).
- Medios audiovisuales: son los relacionados con pizarras y medios proyectados, principalmente, cañón de proyección y pizarra digital.

Según los expertos, el porcentaje de participación del sentido de la vista es del 83% en el proceso de aprendizaje, frente al 11% del oído. El número de datos retenidos en función del medio es mayor cuando se ve y se oye, que cuando se ve o se oye por separado, como se puede apreciar en los datos recogidos en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Duración del recuerdo de los contenidos de una exposición en función del tipo de medio utilizado. Fuente: Elaboración propia

	Tiempo transcurrido	
Medio	**3 horas**	**3 días**
Oral	70%	10%
Visual	72%	20%
Audiovisual	85%	65%

Parece conveniente, entonces, utilizar aquellos medios audiovisuales que permitan ilustrar la explicación y agilizar el desarrollo de la clase, sobre todo en temas con gran contenido de esquemas, diagramas y demás representaciones gráficas que, de otro modo, pueden ocasionar confusiones, pérdidas de tiempo y concentración por parte de los estudiantes y del profesor al ser dibujadas manualmente sobre la pizarra.

Para ello, es adecuado facilitar con suficiente anterioridad el material utilizado, para que el estudiante pueda disponer de él durante la clase. De esta forma, los estudiantes están en condiciones de seguir adecuadamente la explicación, sin que desvíen su atención en trasladar las indicaciones del profesor a sus apuntes, a la vez que pueden

completar la documentación aportada con breves anotaciones durante el desarrollo de las clases.

El poseer de antemano la documentación de la clase permite al estudiante leerla con anterioridad (utópicamente hablando) con lo que el seguimiento de la clase se hace más llevadero. Pese a esta ventaja, el profesor ha de vigilar los peligros de suministrar documentación a los estudiantes, que fundamentalmente son:

- Ausencia de interés por completar el material y, por tanto, de manejar bibliografía, así como de aprender a mantenerse al día por su cuenta en esa disciplina; pues el estudiante tiende a asumir que el profesor en ningún caso va a exigirle desarrollar contenidos más allá de la documentación que este le aporta. Este punto se hace más notorio cuando la documentación consiste en los llamados *apuntes del profesor*, que cuando, por el contrario, se trata de un conjunto de ilustraciones, esquemas, transparencias y referencias bibliográficas.
- Clases excesivamente veloces, pues el profesor al no verse frenado en sus explicaciones por la velocidad con la que los estudiantes toman apuntes y/o copian el contenido de la pizarra, tiende a comprimir gran cantidad de materia en una sola clase. De esta forma se deja poco tiempo para la reflexión y, sobretodo, se fatiga al estudiante, quien acaba por desconectar mucho antes del final de la clase. Por ello, una opción interesante en relación con la utilización de medios audiovisuales, consiste en basar el desarrollo de la clase utilizando la pizarra y usando transparencias como medio de apoyo, para presentar diagramas o esquemas.

Finalmente, la estructura de la lección magistral se constituye como un factor altamente influyente en su calidad. El seguimiento de una estructura correcta es un buen comienzo sobre el que construir la lección. Al inicio de la clase es conveniente dar una visión general del tema que permita seguir la exposición con facilidad. Al final de la clase es aconsejable dar una conclusión que resuma lo expuesto. Si todavía no se ha llegado a dicha conclusión, se debe de remarcar hacia dónde se pretende llegar y mostrar el camino recorrido. Entre el principio y el final debe discurrir una exposición teórica correcta, que suscite en el estudiante el interés por el tema, que le motive en el aprendizaje de la materia, de forma que se avance con razonamientos claros, se muestre la relación entre los conceptos precedentes y/o consecutivos y se enfoque

hacia los temas fundamentales, para conseguir que el estudiante no pierda en ningún momento una visión global de la materia expuesta.

En la Tabla 4.6 se presentan los aspectos que más influyen en la calidad de una lección magistral.

Tabla 4.6. Aspectos influyentes en la calidad de la lección magistral. Fuente: Elaboración propia

Aspectos que influyen en la calidad de la lección magistral
Duración de 45-50 minutos
Utilización de medios audiovisuales
Entregar al estudiante de forma anticipada el material que se va a utilizar
El material entregado debe ser ilustraciones y esquemas que el estudiante pueda completar durante la exposición
Estructura y exposición correcta que suscite el interés del estudiante

4.4.1.4. La correcta exposición

La exposición se erige en el eje fundamental de la lección magistral, por este motivo se ha dedicado un apartado concreto en el que tratar sus principales aspectos.

Para que los estudiantes acepten, por tanto, la lección magistral, se hace necesario el correcto desarrollo de la exposición de la misma, para lo que se deberían tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Salvo excepciones, la exposición debe seguir un *orden*, es decir, un esquema previamente establecido, aunque sin rigidez. En ningún caso se debe improvisar.
- Se debe intentar exponer los temas de forma *completa*, *sistemática* y *ordenada*. Cada tema forma una entidad completa, pero no autosuficiente, por tanto, no puede aislarse de los demás. Así, su exposición debe hacerse dentro del contexto global de la unidad docente y, por consiguiente, de la asignatura. En este sentido, es necesario que el estudiante disponga al principio del curso del temario completo que se va a desarrollar y así facilitarle el seguimiento de las clases, además de que le sirva de ayuda en su posterior estudio, de manera que pueda comprender de forma global la asignatura.
- Se trata de *motivar* al estudiante, de atraer su atención, para lo que se deben crear expectativas respecto a lo que se va a exponer (alusión a experiencias personales, suscitar problemas, cuestiones, aplicaciones, ejemplos oportunos, material audiovisual, etc.).
- El profesor ha de *apoyarse en aquellos medios que sean apropiados al contenido* y ajustarse al mismo (no divagar). No se debe descuidar aspectos tales como el rigor, la precisión, la claridad y la amenidad en las explicaciones. Se debe

intentar evitar la monotonía, no solo en el fondo, sino también en la forma, gracias a variaciones en la entonación y en el ritmo de la exposición (realizar movimientos, gestos, entonación y ritmo adecuado; establecer pausas para la reflexión y resolver dudas).

- Es interesante poner en conocimiento de los estudiantes los *objetivos y los resultados de aprendizaje* (a dónde se quiere llegar), su relación con otras materias, los límites del conocimiento sobre el tema, etc. Como ya se ha comentado, el inicio y final de la clase es un momento ideal para remarcar las ideas fuerza. No obstante, puede ser conveniente refrescar a lo largo de la exposición la perspectiva real del desarrollo de la lección.
- Es importante *resumir* de vez en cuando los aspectos importantes, recapitular a lo largo de la exposición y, sobre todo, realizar una síntesis que indique al estudiante qué es lo más importante del tema tratado. Los resúmenes no solo han de hacerse al final de cada lección/clase, ya que el resumen le sirve al profesor de recapitulación para recalcar lo que considere importante en cada momento, además de aclarar lo que haya detectado que no se ha entendido sobradamente.
- Es también importante, siempre que sea posible, *ejemplificar* la teoría y presentar situaciones prácticas. Evidentemente, se optimiza el método si se realizan prácticas fuera de clase sobre el tema abordado.
- Es importante mantener una actitud abierta y relajada para conseguir una *comunicación* con los estudiantes, de forma que les incite a plantear preguntas en clase. Se debe invitar al alumnado a exponer las dudas que les surjan durante la clase, a la vez que se debe estar vigilante para que no se perjudique el ritmo de la exposición.
- El profesor debe ser capaz de *observar y comprender el esfuerzo y la capacidad del alumnado.* Constantemente, debe sondear el seguimiento de sus explicaciones por parte de la mayoría de los estudiantes, para insistir sobre los conceptos fundamentales hasta que queden suficientemente claros. Es preferible incumplir la totalidad de los contenidos finales que se habían puesto como meta en el programa que, por cegarse en mantenerlos, forzar la marcha en un intento de huir hacia adelante, pensando que "*cuando los estudiantes se lo estudien, ya lo entenderán*". Por el contrario, el hecho de que unas explicaciones están construidas a partir de otras anteriores, provoca que la falta de

compresión de los conceptos ya explicados haga inútil el esfuerzo del profesor por introducir los nuevos.

Se debe de evitar por norma que la explicación de los conceptos importantes coincida con el final de la clase, ya que esto conlleva dos peligros:

- Dejar la explicación de dichos conceptos inacabada.
- Acabar la explicación, pero se hace coincidir con el momento en que los estudiantes están menos receptivos. Esta falta de receptividad se ve motivada fundamentalmente por el cansancio y, en el caso de que los conceptos a explicar estén basados en otros introducidos en la misma clase, en la falta de un período de reflexión y maduración que permita asimilar los nuevos conceptos a partir de los precedentes.

4.4.2. Métodos para las clases prácticas

La modalidad de enseñanza de clases prácticas constituye un complemento ideal a imprescindible a la modalidad de enseñanza de las clases teóricas, con especial mención a las disciplinas relacionadas con la Ingeniería en Informática.

La realización de las clases prácticas sirve al estudiante para adaptar los conceptos teóricos estudiados en clase. El profesor debe tomar parte activa en la clarificación de las posibles dudas o controversias que surjan, pues es en ese momento cuando el estudiante está más receptivo. Asimismo, debe participar como observador atento a las respuestas de los estudiantes, con objeto de conseguir evaluar sobre la marcha la adecuación del programa docente y de la técnica de enseñanza utilizada. Para mejorar el rendimiento es conveniente que el estudiante disponga previamente de los supuestos prácticos que debe analizar y desarrollar.

Respecto del desarrollo de las prácticas, se debe indicar primero que, dado el elevado número de estudiantes es inevitable dividir al alumnado en grupos de prácticas. En concreto, si se va a desarrollar esta docencia a través de prácticas con ordenador, se tiene que fijar un número máximo de estudiantes por ordenador, dato este que, junto con la capacidad del aula, permitan obtener el número de estudiantes por grupo.

Se debe tener en cuenta cuando el trabajo práctico debe ser realizado de forma individual y cuando de forma grupal. Además, cuando el trabajo se desarrolle de forma colaborativa en grupo resulta importante evaluar no solo el resultado del trabajo sino también el proceso, es decir, evaluar de forma individual la competencia de trabajo en

equipo, implementando por ejemplo alguna metodología concreta, como puede ser CTMTC (*Comprehensive Training Model of the Teamwork Competence*) [514-518], que se caracteriza por [519]:

- *Ser sencillo.* Aunque se basa en la acreditación en dirección de proyectos IPMA (*International Project Management Association* – https://goo.gl/cnTVTc), su aplicación no requiere ningún conocimiento especializado. Esto se traduce en que no requiere que se planifique ningún proceso de formación en la competencia.
- *Ser práctico.* La formación se va adquiriendo a medida que se aplica el método.
- *Usar TIC.* Requiere elementos tecnológicos muy extendidos (foros, almacenamiento en la nube y *wikis*), sencillos de manejar y disponibles *online*.
- *Dejar evidencias continuas.* Tanto del trabajo individual como del grupal de los miembros del equipo.
- *Permitir evaluación continua, formativa y sumativa.* Todo se basa en el análisis de las evidencias.
- *Ser un método de caja blanca.* En cualquier momento el profesorado puede ver el trabajo que está haciendo el equipo.
- *Basarse en hechos reales.* Es decir, proporciona métodos, herramientas y procesos que se utilizan en los trabajos en equipo profesionales.

4.4.2.1. Resolución de ejercicios y problemas

Un aspecto importante dentro del proceso de enseñanza + aprendizaje son las clases de resolución de ejercicios y problemas. En ellas, el estudiante debe aplicar los conocimientos teóricos adquiridos para resolver problemas o supuestos prácticos, lo que constituye un eficaz factor de realimentación de los mismos. Su adecuada inclusión dentro del desarrollo de la materia permite reforzar y aplicar los conceptos expuestos en teoría y fomentar en el estudiante la capacidad de análisis y síntesis.

Son clases que tienen una conexión importante con las clases de teoría y que, incluso, se pueden desarrollar en sesiones reservadas en horas te teoría. Es decir, puede ser interesante mezclar ambos tipos, de modo que las exposiciones teóricas se alternen con ejercicios ilustrativos o aclaratorios. Asimismo, el profesor puede obtener una información muy valiosa de estas clases, ya que le permiten detectar dificultades de comprensión y aplicación de los conceptos teóricos.

Parece interesante proponer, para afianzar los conocimientos teóricos, un conjunto de problemas, junto con alguna sugerencia de cara a su solución. Estos problemas deben ser resueltos por los estudiantes mediante su trabajo personal. De esta forma, el estudiante completará el proceso de aprendizaje, mediante razonamiento y enfrentándose a dudas y a conceptos poco claros, que de otro modo no se habrían presentado. Posteriormente, el profesor puede averiguar cuál es el grado de éxito en su solución y orientar y resolver los más complejos con los estudiantes. En caso de dificultades especiales es aconsejable organizar un seminario para tratar estos problemas.

Los enunciados de los problemas, así como las soluciones aportadas por los estudiantes y corregidas por el profesor, pueden dejarse disponibles en el espacio de la asignatura del campus virtual.

4.4.2.2. Prácticas guiadas

Son aquellas que se dirigen directamente y en todo momento por el profesor. Se corresponden a prácticas en las que se introducen entornos de trabajo o utilidades que son nuevas para el estudiante.

En este tipo de prácticas es conveniente hacer notar a los estudiantes la conveniencia de parar al profesor en todo momento en que sean incapaces de ejecutar una determinada acción con éxito, especialmente si se hacen en el ordenador; pues de lo contrario, se arriesgan a quedar desconectados del seguimiento de la clase.

Por este motivo, en este tipo de prácticas es contraproducente aumentar el número de estudiantes por grupo, ya que el profesor tiene que hacer un seguimiento estrecho del avance paso a paso de los discentes. Cada vez que un estudiante tiene un problema en este tipo de prácticas, requiere normalmente la atención exclusiva del profesor para resolverlo; lo que puede llegar a provocar que el resto se queden esperando a que el profesor pueda continuar guiando la práctica.

Para las prácticas guiadas se pueden aplicar métodos de aprendizaje basado en problemas [23, 520-522], de aprendizaje basado en proyectos [523-525] o de aprendizaje servicio [526-529].

4.4.2.3. Prácticas libres

Otro tipo de prácticas son aquellas en las que el profesor presenta brevemente la práctica, indicando sus objetivos y cómo debe progresarse en la misma, de modo que

el estudiante, con ayuda del guion que se le ha proporcionado con anterioridad, la lleve a cabo. El profesor debe actuar como director, moderador y observador, atento ante las dudas o problemas que surjan, de forma que esté al cuidado de que los estudiantes progresen de forma simultánea.

En cuanto a la organización temporal de las sesiones, debe ser tal que las prácticas siempre sean posteriores a la explicación teórica de los conceptos, de forma que se puedan realizar íntegramente con una continuidad temporal en temas afines que las haga más provechosas.

Esto tampoco quiere decir que sea conveniente introducir absolutamente todos los conceptos en las clases teóricas previas a las prácticas, pues de lo contrario las prácticas se convierten en una mera verificación por parte del estudiante de lo que se le ha enseñado en la teoría, lo que podría provocar una pérdida del dinamismo y de la participación que surge cuando, intencionadamente, el profesor no presenta todos los conocimientos necesarios para resolver dicha práctica.

El profesor de esta forma queda a la espera de que el estudiante descubra por sí solo la dificultad de un determinado problema, a sabiendas de que los estudiantes, normalmente, fracasarán en el intento de realizarlo por ellos mismos. De esta forma se tiene que, por un lado, el estudiante descubre cómo no ha de resolverse el problema y, por otro, se fuerza a que acabe solicitando la ayuda del profesor para poder seguir trabajando. Es en este momento cuando el profesor debe de aprovechar para explicar los conceptos que vengan al caso y que intencionadamente se dejaron sin matizar en la exposición teórica, pues el estudiante ha reflexionado sobre el problema y, además, suele estar más receptivo de lo habitual.

En algunos casos puede ser conveniente hacer presentar al estudiante un informe detallado con los resultados y las conclusiones obtenidas de cada una de las prácticas o realizar presentaciones orales para compartir los avances con el resto de los compañeros. Este informe puede ser presentado de forma individual, a pesar de que las prácticas se hayan realizado en grupo. De este modo, cada estudiante se ejercita en la ordenación sistemática de los conocimientos y aprende a estructurar un trabajo.

Los enunciados de las prácticas, así como los informes de las prácticas corregidas deben dejarse disponibles en el espacio del campus virtual de la asignatura.

Para las prácticas libres se pueden aplicar métodos de aprendizaje basado en proyectos [523-525], de aprendizaje basado en retos [530, 531] o de aprendizaje servicio [526-529].

4.4.3. Tutorías

El sistema de tutorías es un aspecto importante en el proceso de enseñanza, pues permite que el estudiante pueda contar con la posibilidad de realizar consultas, discutir y esclarecer dificultades surgidas en las clases u otras actividades docentes, fuera del horario normal de estas. El Real Decreto 898/1985 [378], sobre régimen de profesorado universitario, fija en seis a la semana el número de horas de tutoría.

El método de enseñanza más habitual, al menos en la universidad anglosajona, para desarrollar las tutorías consiste en una reunión periódica del estudiante (solo o en pequeños grupos) con el profesor tutor. En esta reunión, la discusión por medio del diálogo permite el intercambio de ideas, como base para la orientación y el desarrollo de la capacidad del estudiante. Se diferencia del seminario, aparte de por el número de participantes, en que no existe excesiva rigidez en el tema y se concede al estudiante más iniciativa y responsabilidad. En definitiva, el estudiante aprende por tres vías sucesivas: al hacer el trabajo, al observar los errores cometidos y defender los puntos que considera acertados y, finalmente, al repasar el trabajo completo, corregido y comprobándolo con su primera versión.

En la Universidad Española, dado el desequilibrio existente entre el número de estudiantes y profesores, es razonable considerar al sistema de tutorías anglosajonas como impracticable. Ahora bien, las posibilidades que presenta este método, como complemento de los utilizados para el desarrollo de las clases teóricas y prácticas, hace considerar como deseables la aplicación del mismo en formas menos estrictas, pero igualmente válidas y tendentes a la, hasta hoy utópica, *enseñanza individualizada*.

Las tutorías sirven para poner en contacto directo al profesor con los estudiantes, lo que fomenta la relación entre ambos. Este contacto mutuo debe ser utilizado por ambas partes. Los estudiantes para consultar al profesor todas las dudas surgidas, inquietudes, opiniones, perspectivas profesionales, buscar bibliografía específica, etc. El profesor debe buscar en dicho contacto los elementos de autoevaluación que le permitan detectar el grado de entendimiento y las dificultades que encuentran los estudiantes en la materia, lo que permite detectar los conceptos captados de forma deficiente y que, por tanto, necesiten una revisión del planteamiento expuesto en las

clases teóricas o prácticas. En definitiva, el profesor puede y debe observar en las tutorías la marcha general y particular de la asignatura.

La experiencia demuestra que, a pesar de que pueda ser beneficioso para la enseñanza de los estudiantes, estos son reacios a la hora de utilizar las tutorías, aunque las dudas existan. Desgraciadamente, las consultas se reducen a los días previos a la entrega de alguna práctica obligatoria o de algún examen, que es cuando el estudiante concentra mayores esfuerzos en la asignatura.

Es por ello que el profesor debe de fomentarlas, mediante la búsqueda de la actitud participativa de los estudiantes y concienciándoles de que el profesor está a su servicio. La preparación de trabajos y seminarios por parte de los estudiantes constituyen la forma más eficaz de forzarles a utilizar las tutorías. Si las fechas de entrega de estos trabajos se dosifican convenientemente a lo largo del curso, hasta el estudiante más reacio, acaba por pasarse varias veces por el despacho para solventar las dudas que surgen en la elaboración de dichos trabajos. De esta forma se fomenta el trabajo diario de aprendizaje, frente a la extendida actitud de estudiar las materias por bloques en vísperas de los exámenes, que al fin y al cabo constituye la causa última de que las tutorías no se utilicen o solo se utilicen en dichas fechas.

Conviene mentalizar a los estudiantes de que, para la utilización de este servicio, hay un horario establecido que deben conocer y respetar para que tanto profesores como estudiantes puedan programarse sus quehaceres.

No obstante, no ha de tomarse el horario de tutorías como limitación en la iniciativa de los estudiantes, por lo que, siempre que sea posible, el profesor debe estar dispuesto para atender cualquier consulta, que puede ser pactada previamente para que el estudiante no tenga que estar pendiente constantemente de la disponibilidad del profesor. Para ello, el correo electrónico y los foros de la asignatura en el campus virtual permiten tener una interacción asíncrona que potencian la acción tutorial, asimismo para casos concretos de incompatibilidad horaria o separación geográfica entre estudiante y profesor se pueden utilizar medio de videoconferencia.

4.4.4. Actividades docentes complementarias

Las actividades complementarias contribuyen a mantener el interés del estudiante y a favorecer un contacto más directo con el profesor y con el mundo profesional, propiciando un sistema de educación adicional muy útil para su formación.

4.4.4.1. Seminarios y conferencias

Existen temas que no pueden ser tratados en toda su extensión durante un curso académico, bien por la propia limitación del tiempo asignado a la asignatura, bien porque un adecuado tratamiento de los mismos requiere del concurso de expertos o bien por la inexistencia de instrumentos o medios especiales. En estos casos parece oportuno utilizar seminarios o cursos monográficos. Muy interesante es la proliferación de MOOC que pueden recomendarse como recursos complementarios a las asignaturas [532].

Los seminarios y conferencias son reuniones organizadas con el propósito de incrementar el conocimiento general, para completar la formación del estudiante en el campo de los conocimientos y de la práctica profesional. Estas actividades son útiles para el fomento de la participación del estudiante en la educación.

Asimismo, permiten la exposición de temas con un enfoque diferente al de la clase habitual. En ellos pueden presentarse aspectos muy específicos, avanzados o de interés general, y también una visión clara del mundo laboral.

Los seminarios, en concreto, se pueden plantear desde varios enfoques. En primer lugar, el profesor puede exponer un tema específico y, posteriormente, debatirlo con los estudiantes en un ambiente más distendido e informal que el de las clases, con el objetivo de que los estudiantes expongan sus dudas, comentarios o sugerencias. La discusión puede estar precedida de una conferencia o simplemente de algunas observaciones del individuo que representa el papel de director. Este con antelación habrá preparado un esquema general para dirigir la discusión hacia determinadas metas.

Otra opción consiste en que sean los propios estudiantes los que presenten un tema, previamente preparado, para proceder a continuación a su debate y discusión con el resto de sus compañeros y los profesores. Este tipo de actividades sirve para fomentar las facultades expositivas de los estudiantes y promover la crítica y la creatividad.

Al operar de esta forma, se logran los objetivos que se deben confiar al seminario, que principalmente son:

- *Crear el hábito de investigación científica*: inculcar el espíritu científico, desarrollar en los estudiantes la técnica del pensamiento crítico y del pensamiento original. No obstante, hay que ser cuidadosos en este punto y no

olvidar que, en el caso que se discute, el profesor debe de intentar guiar los trabajos hacia aspectos tan concretos como prácticos y evitar que el estudiante derive hacia temas demasiado teóricos y/o abstractos que desborden su capacidad actual de análisis. En este mismo sentido, se observa que las preguntas de los estudiantes durante el seminario disminuyen drásticamente cuanto menor sea el cariz práctico de los mismos.

- *Aprendizaje de los métodos científicos*: se trata de enseñar a manejar los instrumentos del trabajo intelectual; entre ellos destacan el manejo de bibliografía y la experimentación con los medios existentes.
- *Mejorar las capacidades de expresión escrita y oral*: el estudiante tiene que elaborar trabajos escritos y defender sus puntos de vista. El profesor debe velar para que:
    - Los trabajos no sean recortes de las fuentes bibliográficas consultadas y que detrás de ellos exista una auténtica labor de síntesis y de crítica. Los trabajos escritos que sirvan de base a los seminarios, pueden igualmente ser publicados en la página web de la asignatura para que el esfuerzo de los estudiantes sea accesible a las promociones venideras.
    - El estudiante realice exposiciones directas, es decir, que prescinda de los elementos que sean innecesarios para comprender la conclusión final de su trabajo.

El papel del profesor en los seminarios se identifica más con el de coordinador y moderador que con el de estrictamente docente. Así, el profesor con su presencia, favorecerá la creación de un clima de confianza y es el encargado de mantener la discusión dentro de sus límites, de minimizar el debate en asuntos que no tengan importancia, de relacionar una discusión con las anteriores y de animar a los estudiantes e invitados a participar, con el cometido de procurar que la discusión no sea monopolizada por unos pocos. El profesor debe resumir y cerrar cada tema discutido.

De cualquier modo, siempre que se realicen este tipo de trabajos, se debe contar, por supuesto, con los medios necesarios para llevarlo a cabo. Es necesario disponer de una buena colección de recursos, acceso a Internet y del equipo tecnológico y audiovisual adecuado.

Por otra parte, se pueden organizar conferencias con la colaboración de profesores de la propia titulación, de otras titulaciones, de otras Universidades y, lo que suele ser más interesante, del mundo profesional. Estos últimos suscitan un interés especial, ya que los conferenciantes conocen de cerca las exigencias y peculiaridades del mundo laboral, lo que les permite en sus enseñanzas un vigor y autenticidad que es muy apreciada por los estudiantes. Esto permite al estudiante conocer puntos de vista diferentes, problemas y últimos adelantos, que le aproximen al entorno en que realizará su ejercicio profesional.

En general, los estudiantes acogen estas actividades docentes con un marcado interés, si bien:

- Para lograr una planificación correcta de los seminarios y conferencias, hay que tener en cuenta la disponibilidad de tiempo de los estudiantes, de acuerdo con sus horarios de clase y otras actividades docentes. Hay que tener presente, por ejemplo, que, si bien pueden organizarse seminarios y conferencias al principio de curso, pues se dispone de más tiempo para ello, el nivel de conocimiento en esta época es escaso. No obstante, al principio pueden plantearse aspectos de interés general, para organizarse paulatinamente sesiones sobre aspectos más específicos.
- Inicialmente los estudiantes prefieren este tipo de método frente a los tradicionales. Sin embargo, a medida que se pone en práctica se quejan de la cantidad de tiempo que les puede llegar a absorber. Por tanto, se hace necesario que el profesor calibre en cada caso el nivel de profundidad esperado de los trabajos.

Así, se puede concluir que, aunque este tipo de prácticas docentes pueden desenvolverse durante el curso de los estudios, suelen alcanzar su punto álgido respecto de los titulados que aspiren a perfeccionar su formación mediante la especialización en un campo determinado, probablemente, a través de alguno de los másteres universitarios, títulos propios o programas de formación continua, o bien realizando los estudios de Tercer Ciclo encaminados al logro del Doctorado.

4.4.4.2. Visitas y prácticas en instalaciones y centros profesionales

En general sería conveniente llevar a los estudiantes a los centros donde desempeñarán sus labores profesionales. Es interesante que los estudiantes vean de

cerca los centros donde desarrollan su trabajo los especialistas en la materia, a fin de conocer de cerca la realidad de las enseñanzas explicadas en la universidad y para que adquieran una visión directa y global del funcionamiento de esos centros. Otro beneficio a obtener de este tipo de contactos es el que el empresario conozca la formación de los estudiantes con vistas a una posible contratación futura.

Sin embargo, la carga docente que tienen los estudiantes hace muy difícil coordinar diferentes visitas a centros profesionales. Además, algunos estudiantes ven estas salidas como jornadas festivas de las que obtienen muy poco provecho.

Adicionalmente, los planes de estudios de las titulaciones de Ingeniería en Informática de la Universidad de Salamanca, tanto a nivel de grado y de máster, incluyen créditos de Prácticas externas, opcionales en el caso del grado y obligatorios en el caso del máster.

A las opciones tradicionales para realizar prácticas externas en las empresas mediante estancias presenciales en ellas, se abre la alternativa de prácticas virtuales, como se exploró en el proyecto del *Lifelong Learning Programme. Sub-Programme Erasmus - Knowledge Alliances* VALS (*Virtual Alliances for Learning Society*) [160, 533].

4.5. Calidad de la docencia

En la vida cotidiana, la calidad representa las propiedades inherentes a un objeto, de forma que pueda ser comparado con otros objetos de su especie para determinar si es mejor, igual o peor. Calidad es sinónimo de bondad, excelencia o superioridad.

Sin embargo, el concepto de calidad es mucho más complejo y se percibe desde diferentes puntos de vista [534]:

- Vista trascendental o ideal.
- Vista del usuario.
- Vista de la construcción o de proceso.
- Vista del producto.
- Vista basada en el valor.

Para la comunidad universitaria, la calidad debe ser un objetivo tan importante como lo es para la Empresa.

Una vez la Universidad Española ha alcanzado un valor cuantitativo adecuado, es el momento de realizar un esfuerzo en los aspectos cualitativos. En la actualidad ninguna

universidad pone en duda la necesidad de evaluar la calidad de la institución. La cultura de la calidad ha arraigado. Pero no es fácil definir la calidad ni existe un único modelo de evaluación (norma ISO-9000 [535] y modelo EFQM – *European Foundation for Quality Management* – https://goo.gl/3hkrZ4). Aunque sí que parece que hay acuerdo en que el sistema de calidad debe extenderse a todos los niveles, desde la universidad como institución global, pasando por cada una de sus grandes parcelas (investigación, transferencia, docencia, extensión universitaria, etc.) y unidades (departamentos, centros, institutos, etc.) hasta el nivel de cada uno de sus miembros (PDI y PAS).

Las universidades deberían introducir en su Plan Estratégico programas de calidad. Si se consideran las amenazas como los factores del entorno sobre los cuales no se puede intervenir, pero que si ocurren pueden afectar el funcionamiento del sistema y dificultar o impedir el cumplimiento de la misión; las oportunidades como los factores que pueden manifestarse en el entorno, sin que sea posible influir sobre su ocurrencia o no, pero que posibilita aprovecharlas, si se actúa en esa dirección; las fortalezas como los principales factores propios de la organización que constituyen los elementos más poderosos, en los que deben apoyarse para cumplir la misión; y las debilidades como los principales factores negativos de la organización que de no superarse, impedirán cumplir la misión. Se puede concluir que la solución estratégica general será potenciar plenamente las fortalezas para aprovechar óptimamente las oportunidades que brinda el entorno, a la vez que se superan las debilidades de la organización para atenuar los efectos de las amenazas.

> *La calidad en educación se ha de valorar en función de lo que se ha de entender como educación y formación (Calidad de concepción) y el ajuste de ese concepto con el proceso de logro de lo que se ha concebido (Calidad de conformidad); esto es, la acomodación entre lo que se pretende (Objetivos) y el proceso para conseguirlo (Intervención educativa)* [536].

4.5.1. Nivel institucional

En la segunda mitad del siglo XX, el aumento de la demanda de educación superior llevó a un crecimiento considerable del número de centros y la asignación de mayores recursos económicos. Por otro lado, las universidades adquieren mayores niveles de autonomía y, por tanto, en contrapartida, deben rendir cuentas a la sociedad. Otro

aspecto destacado de los últimos tiempos es la internacionalización de los niveles educativos superiores. Todas estas circunstancias originan distintas iniciativas encaminadas a asegurar y contrastar la calidad de las mismas. Existen distintos modelos y sistemas de control de calidad, utilizados en distintos países, desde el sistema de acreditación de los Estados Unidos a los comités de evaluación con expertos externos. Aunque en lo que coinciden la mayoría de los países es en la creación de agencias nacionales. El sistema de calidad implantado en un sistema universitario nacional deberá facilitar la transparencia y la transportabilidad hacia otros sistemas universitarios. La acreditación es uno de los pilares sobre los que se apoya el EEES.

> *La acreditación de enseñanzas universitarias se entiende como el reconocimiento explícito, basado en una evaluación previa, sobre el cumplimiento de los objetivos que un determinado programa formativo se propone, alcanzando niveles mínimos de calidad previamente definidos y aceptados por expertos en la temática* [537].

En España, el Consejo de Ministros celebrado el 19 de julio de 2002 autoriza al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte a la creación de la Fundación estatal Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) [538]. Su principal objetivo es medir el rendimiento del servicio público universitario y reforzar su calidad, transparencia y competitividad.

> *La Agencia Nacional de Evaluación permitirá introducir elementos de innovación, competitividad y mejora de la calidad de las Universidades de manera transparente, lo que conferirá vigor y credibilidad al sistema universitario. De este modo, se pretende sentar las bases para la consecución de una Universidad moderna, fundada en la calidad e integrada a nivel europeo* [538].

En la Comunidad Autónoma de Castilla y León, se crea la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ACSUCYL) en 2001 [539]. La ACSUCYL nace como el órgano de evaluación externa del Sistema Universitario de Castilla y León. En 2010, mediante la Ley 12/2010 [299], se actualizó su régimen jurídico, para adaptar la regulación de su funcionamiento y estructura a los requerimientos establecidos a nivel europeo para las agencias de calidad en el ámbito universitario.

Algunos aspectos clave de los métodos de evaluación de la calidad que se han empleado son [9]:

- *La responsabilidad de la evaluación*, desde un extremo en el que la responsabilidad la recae en el gobierno, con un enfoque unidireccional de control de tipo burocrático, hasta el otro extremo donde la iniciativa surge de las conferencias de rectores, con un enfoque centrado en la mejora. Habría que buscar un equilibrio entre la necesidad de rendir cuentas ante la sociedad y las expectativas de la propia institución de alcanzar una mejora de la calidad.
- *El papel de las agencias de evaluación*, desde agencias que realizan funciones puramente administrativas hasta otras que desempeñan un papel fundamental en todo el proceso.
- *El ámbito de los procesos de evaluación*, que implica únicamente a las universidades o que también incluye a los niveles de educación superior no universitaria.
- *Enfoques de los procesos de evaluación*, que distingue cinco tipos de evaluaciones: temáticas, de programas, institucional, auditoría y acreditación.
- *Elementos metodológicos*, con una serie de elementos comunes, como son, la autonomía e independencia en términos de procedimientos y metodología, que consiste en la Autoevaluación (o evaluación interna), la Evaluación Externa y el Informe Público Final.
- *Proceso de seguimiento*, que, aunque en algunos países no forma parte del proceso de evaluación, sería conveniente que se integrara en los principios metodológicos.

Los precursores en España fueron el Programa Experimental de la Calidad del Sistema Universitario (1992-1994) cuyo objetivo fue poner a prueba una metodología de evaluación institucional inspirada en las experiencias internacionales y el Proyecto Piloto Europeo (1994-1995) que reunió en una misma orientación metodológica la evaluación de la enseñanza superior de 17 países participantes. En 1995 se establece el Plan Nacional de Evaluación de la Calidad de las Universidades (PNECU) [540] con una duración prevista de cinco años (1995-2000), con convocatorias anuales de proyectos de evaluación institucional.

Con la creación de la ANECA, se ponen en marcha distintos programas de evaluación, referidos a distintos componentes del sistema universitario, de carácter obligatorio para las enseñanzas y para la promoción del profesorado.

4.5.1.1. Evaluación de los Sistemas de Garantía de Calidad en las Universidades

Una de las exigencias derivadas a raíz del proceso de Bolonia [218] está relacionada con la integración obligatoria de los Sistemas de Garantía de Calidad (SGC) en materia de educación superior.

A nivel internacional y nacional surgen agencias de calidad, *European Network of Quality Assurance in Higher Education* (ENQA – https://goo.gl/85tggQ), *European Consortium for accreditation in Higher Education* (ECA – https://goo.gl/AuPra9), *European University Association* (EUA – https://http://www.eua.be/), entre otras.

A nivel estatal, la ANECA asume las funciones de evaluación, certificación y acreditación en colaboración con los organismos de las comunidades autónomas y, según establece la Ley Orgánica 4/2007 o LOMLOU [265], la ANECA debe facilitar "los mecanismos de cooperación y reconocimiento mutuo, de acuerdo a estándares internacionales de calidad".

Los Sistemas de Garantía de Calidad, según el Real Decreto 1393/2007 [51] advierte de la obligatoriedad de integrar los SGC en el diseño de los planes de estudio.

Por esto motivo, debido a la importancia conferida a los SGC, la ANECA los evalúa a través del Programa AUDIT (https://goo.gl/96wpRN), que "orienta a los centros universitarios en el diseño de sistemas de garantía interna de calidad", aunque la implantación de este programa tenga carácter voluntario para los centros.

4.5.1.2. Evaluación de las titulaciones universitarias

En relación con la evaluación de las titulaciones universitarias, la ANECA evalúa las propuestas de los planes de estudio a través del Programa VERIFICA (https://goo.gl/VfXvXw), mientras que a través del Programa ACREDITA (https://goo.gl/iin71g) realiza una valoración para la renovación de la acreditación inicial de los títulos. Entre ambos, el Programa MONITOR (https://goo.gl/S13ys1) efectúa un seguimiento de los títulos oficiales para garantizar así su adecuada implementación. También define un Programa SIC (Sellos Internacionales de Calidad – https://goo.gl/sUyJfr) que permite obtener un sello internacional de reconocido

prestigio a determinadas disciplinas junto con la renovación de la acreditación del título y que integra el programa previo ACREDITA PLUS (desde octubre de 2017).

4.5.1.3. Evaluación del profesorado universitario

La evaluación del profesorado es siempre un tema controvertido. No obstante, no se pone en duda su importancia en vistas a la mejora de la calidad de todo el sistema educativo.

En el ámbito universitario la evaluación del profesorado "cobra sentido solo cuando se implica como un elemento de acompañamiento de la profesionalización del mismo" [541] y se liga con procesos de formación e innovación docente. En dicho trabajo, sus autores plantean un modelo de evaluación del profesorado que comprende cinco elementos a considerar: la evaluación de la actividad instructiva (la docencia en el aula y en las sesiones de tutoría), su labor investigadora y cómo revierte en su docencia, su actividad en el departamento al que se adscribe, la actividad relacionada con la prestación de servicios y la evaluación de las condiciones de trabajo (señalan estos autores "status profesional, organización académica, disponibilidad de recursos para docencia e investigación, entre otros") [541].

Si se toma como punto de partida en la evaluación del profesorado universitario el momento actual, marcado por la creación de la ANECA en el año 2002 (se hace notar que es un proceso único en nuestro contexto europeo, donde las agencias externas de evaluación de universidades no participan de este proceso de evaluación de personal). En el año 2007 la ANECA pone en marcha el programa de evaluación docente del profesor universitario, concretamente, se define como *Programa de Apoyo a la Evaluación de la Actividad Docente del Profesorado Universitario*, conocido como DOCENTIA (https://goo.gl/L3jcco).

DOCENTIA es de carácter voluntario para las universidades, pero recomendable por distintas instancias a nivel europeo. Se basa en criterios distintos que requieren información de fuentes de información múltiples (el propio profesor, los decanos o directores de los centros, los directores de los departamentos y las evaluaciones de los propios estudiantes). Pretende no solo reconocer la actividad docente del profesorado, sino propiciar el uso de mecanismos que permitan la gestión de la calidad de la misma. Parte de las recomendaciones para la Garantía de la Calidad en las instituciones de Educación Superior [542], así como los estándares en materia de evaluación del

personal del *Joint Committee on Standards for Educational Evaluation* (JCSEE – https://goo.gl/sKUtA9).

Otros programas de evaluación del profesorado universitario están orientados a la evaluación de la formación, de la actividad docente y de la investigación del profesorado universitario para acceder a las distintas figuras – categorías – establecidas. De tal forma que para acceder a las figuras de profesor ayudante doctor, contratado doctor o profesor de universidad privada, el currículo de los docentes e evalúa mediante el *Programa de Evaluación del Profesorado Universitario para la contratación* (PEP) (https://goo.gl/rd5DWB); mientras que si la evaluación está orientada a la acreditación a cuerpos de funcionarios (profesor titular de universidad o catedrático de universidad), el programa específico es ACADEMIA (https://goo.gl/FMUtDb).

4.5.2. Nivel individual

El profesor universitario debe ver en la calidad un camino hacia la excelencia, tanto en su actividad investigadora como en su actividad docente. El antiguo papel del profesor como mero conferenciante y proveedor de conocimiento debe ser reemplazado por un nuevo rol: *el profesor como comunicador, consejero y gestor de la clase* [543].

Si se centra la atención en la actividad docente del profesor, la calidad puede verse como una actividad contractual donde la *universidad* es la *empresa* y los *clientes* son varios. El cliente más directo es el estudiante, el producto que se le ofrece debe ser un currículo que cumpla unos requisitos acordes a los objetivos marcados por la titulación elegida. La sociedad es el cliente indirecto de la universidad, donde el producto que se le ofrece está compuesto por titulados formados y preparados para introducirse en el mundo real y rendir de acuerdo con las necesidades de esa sociedad. Por último, el propio docente es a la vez mecanismo y cliente de la universidad, al buscar, por un lado, la excelencia de conocimiento en una determinada materia y, por otro lado, la satisfacción personal conseguida cuando sus estudiantes egresan cumpliendo los requisitos de conocimientos que la universidad marca y la adecuación que la sociedad demanda.

Para seguir las directrices de la mejora continua hacen falta dos elementos imprescindibles: en primer lugar, se requiere de *una apuesta firme por una cultura institucional de la calidad que rige directa o indirectamente la actividad docente del*

profesor y, por otra parte, de *una actitud personal favorable del propio docente en relación con la calidad en la docencia.*

En la Universidad de Salamanca la primera premisa se cumple a través de la Unidad de Evaluación de la Calidad (UEC – https://goo.gl/UiuF9M), que es la responsable de proporcionar soporte técnico y apoyo metodológico a la definición y desarrollo de los Programas de Mejora de la Calidad [544], que afectan a las diversas actividades institucionales. Además, la UEC presta su colaboración en las actuaciones que desarrollen la ANECA y la ACSUCYL, para lo que desempeña tareas de consultoría, asesoría, información y coordinación en los procesos de evaluación, acreditación y certificación de las diferentes unidades de la Universidad de Salamanca: titulaciones, departamentos, institutos, centros propios y servicios.

La actitud personal hacia una política de calidad en docencia puede verse reflejada de muy diversas formas, con diferentes actividades realizadas de forma individual o colectiva. Es importante que esta actitud hacia la calidad sea algo voluntario, no impuesto, para que realmente se obtengan los beneficios buscados.

En los siguientes apartados se van a presentar algunas iniciativas a título personal, llevadas a cabo antes de la aplicación del programa DOCENTIA en la Universidad de Salamanca y un resumen de las diferentes aplicaciones al propio programa DOCENTIA.

4.5.2.1. Primeras iniciativas de índole personal

Desde un momento temprano en la carrera docente de quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador, se ha intentado mantener un compromiso con la calidad y la evaluación del desempeño docente más allá de los planes de evaluación institucional que pudieran existir en aquellos momentos.

La opinión de los estudiantes se puede conocer mediante su respuesta a las encuestas de evaluación docente. Evidentemente, estos resultados han de ser analizados con precaución; su validez científica depende de la configuración de tales cuestionarios y del tratamiento de la información. No hay que olvidar, además, que la actitud del estudiante, directamente implicado en la enseñanza y sometido a la evaluación del profesor, aunque siempre importante, puede tener connotaciones subjetivas que podrían afectar a los resultados.

La evaluación es un punto imprescindible en un proceso de mejora continua porque permite conocer el grado en que una actividad o un programa de calidad se ajusta a los objetivos preestablecidos [545], pero, sin embargo, se suele convertir en la causa más común de reticencia a la implantación de la calidad dentro de un colectivo, porque se tiende a entender el proceso de evaluación como "una caza de brujas" o a encontrar en él un carácter sancionador, cuando en realidad, como indica el profesor J. M. Manso [546], lo que se está buscando es la evaluación de las actividades, no de las personas.

Los métodos de evaluación de un proceso de calidad en general y, particularmente, en el apartado de la docencia universitaria, se pueden dividir en *métodos de autoevaluación* o *evaluación interna* y en *métodos de evaluación externa* [547].

Los métodos de autoevaluación o evaluación interna son aquellos que son responsabilidad del individuo o del grupo en que este está inmerso. Estos métodos de evaluación son importantes para el seguimiento continuado del proceso de mejora continua que se esté realizando, dado que la cercanía de los recursos necesarios para llevar a cabo la evaluación no requiere de una gran inversión económica ni de tiempo. No obstante, el proceso de mejora continua en el apartado de la calidad se presta a ser refrendado por una evaluación externa al entorno en donde tiene lugar. Los métodos de evaluación externa tienen el inconveniente de que la disponibilidad de los recursos necesarios (principalmente recursos humanos en su papel de evaluadores) para su puesta en marcha requieren de un desembolso económico más grande, así como una mayor planificación entre evaluador(es) y evaluado(s).

En este contexto durante la última etapa como docente en la Universidad de Burgos y en los primeros años en la Universidad de Salamanca, se optó por la utilización de un protocolo de evaluación, denominado evaluación por pares, que se describe en [548-550], para la evaluación externa de la actividad docente en asignaturas del perfil de la plaza a concurso, con unos resultados altamente positivos.

A continuación, y a forma de esquema, se enumeran las fases de que consta el protocolo de evaluación por pares [550]:

1. Inicio y planificación del proceso de evaluación por pares.
2. Redacción de una memoria sobre la asignatura por parte de su responsable.
3. Estudio de la memoria por parte del evaluador.

4. Entrevista del evaluador con estudiantes que hayan cursado la asignatura.
5. Informe provisional del evaluador.
6. Entrevista entre evaluador y evaluado.
7. Informe final del proceso de evaluación.
8. Reunión para la autoevaluación del proceso de evaluación.
9. Aplicación de los resultados del proceso de evaluación en la nueva revisión del plan de calidad para la asignatura evaluada.

Además, en esta misma época se elaboraron diferentes planes de calidad para las asignaturas impartidas. La motivación principal para elaborar un plan de calidad de una asignatura es la percepción personal, por parte del profesor responsable (o profesores), de que se desea comenzar un proceso de mejora continua en la docencia de una o varias materias. Este proceso de mejora continua debe comenzar con un plan de actuación que establezca como primer objetivo el conocimiento profundo del desarrollo docente de la asignatura o asignaturas elegidas.

Una forma adecuada de establecer un mayor grado de control sobre la asignatura es ampliar el documento de planificación docente de la asignatura a un plan de calidad, en el que principalmente se introduzcan dos nuevos aspectos [551]:

- *Una lista de objetivos.* Lista que debe verse completada con una serie de líneas de acción para conseguirlos. Cada una de estas líneas de acción debe quedar completamente definida mediante un marco formado por cuatro entradas:
    - *Momento.* Atributo temporal que indique el momento aproximado en el que ha de llevarse a cabo la línea de acción.
    - *Agentes.* Faceta que indique los involucrados en la realización y éxito de la línea de acción.
    - *Medios.* Característica que represente los elementos, normalmente materiales, con los que se ha de contar para la culminación de la línea de acción.
    - *Evaluación.* Es imprescindible establecer un medio para evaluar cada una de las líneas de acción establecidas.

Los objetivos pueden clasificarse en dos categorías ortogonales: por un lado, *los objetivos que se pretenden lograr con la asignatura en sí*; y, por otro, *los objetivos personales del propio profesor como docente.*

- *Una realimentación del proceso de evaluación.* Del análisis de los resultados de la evaluación de cada una de las líneas de acción, se debe obtener una valoración crítica de la asignatura que permita un nuevo planteamiento para el siguiente curso. Esta valoración crítica se puede centrar en la consecución de los tres apartados siguientes:
    - *Puntos fuertes.* Se deben detectar las parcelas de la asignatura donde se haya conseguido un mayor impacto sobre los objetivos, con el fin de potenciarlos y mantener su nivel de influencia.
    - *Áreas de mejora*: La detección de aquellas partes de la asignatura que más se hayan alejado de los objetivos. Es un punto esencial en el proceso de mejora continua porque marca las áreas de actuación de cara al nuevo curso, donde la experiencia obtenida y contrastada por los medios de evaluación establecidos es fundamental y, por sí sola, justifica la realización del plan de calidad.
    - *Redefinición del plan de calidad para el curso siguiente.* Actividad que coincide con la realización del plan de calidad para el curso siguiente.

Los diferentes planes de calidad elaborados fueron [552-556] y el proceso de su elaboración se explica en [20] (pp. 139-140).

4.5.2.2. Participación en el programa DOCENTIA de la Universidad de Salamanca

La ANECA viene apoyando la mejora de los recursos personales docentes de las universidades a través del programa DOCENTIA.

La Universidad de Salamanca concurrió en el año 2007 a la primera convocatoria del Programa DOCENTIA promovido por la ANECA en colaboración con la ACSUCyL [557], aunque previamente participó como pionera en el Proyecto Piloto de Evaluación de la Actividad Docente del Profesorado durante los cursos 2005-2006 y 2006-2007, con una participación acumulada de 96 profesores (80 positivos y 16 excelentes), como se muestra en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7. Resultados del Proyecto Piloto de Evaluación de la Actividad Docente del Profesorado. Fuente: Basado en [558] (p. 3)

Proyecto Piloto		Profesorado participante por categorías de valoración			TOTAL
		No positivos	Positivos	Excelente	
Convocatorias voluntarias	I: 2005-2006	0 (0%)	50 (92,6%)	4 (7,4%)	**54**
	II: 2006-2007	0 (0%)	30 (71,4%)	12 (28,6%)	**42**
TOTAL		**0 (0 %)**	**80 (83,3%)**	**16 (16,7%)**	**96**

A partir de la experiencia de implantación del programa DOCENTIA a lo largo de tres convocatorias (cursos académicos 2008-2009, 2009-2010 y 2010-2011), se planteó una mejora del modelo, debido a la baja participación del profesorado en el programa (<10%). El nuevo modelo resultante ha venido aplicándose desde el curso académico 2011-2012 hasta el actual. En el curso 2011-2012 mantuvo el carácter voluntario, pero posteriormente pasó a tener un carácter obligatorio para el profesorado que cumple un determinado número de años vinculado a la universidad (en funcionarios, al solicitar el complemento del denominado *quinquenio* docente) y, por tanto, el porcentaje de participación se ha incrementado considerablemente. El manual de procedimiento [559] es aprobado en Consejo de Gobierno (cada convocatoria es revisado y mejorado teniendo en cuenta las recomendaciones de los informes de evaluación externa) y es accesible en la página web de la UEC (https://goo.gl/UiuF9M), responsable técnico del proceso.

En total se han celebrado 9 convocatorias del programa DOCENTIA en la Universidad de Salamanca (la décima se corresponde al curso 2017-2018 y en el momento de escribir esta memoria se encuentra en desarrollo), con una participación acumulada de 1.645 profesores, con unos resultados (acumulados) de 494 excelentes, 667 muy favorables, 420 favorables, 21 desfavorables y 43 sin evidencias suficientes, como se recoge en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8. Resultados del Programa DOCENTIA en sus 9 convocatorias, de 2008-2009 a 2016-2017. Fuente: Basado en [558] (p. 3 y p. 13)

Programa DOCENTIA		Profesorado participante por categorías de valoración					TOTAL
		Sin evidencias†	Desfavorable (no positivo)	Favorable	Muy favorable (positivo)	Excelente	
Convocatorias voluntarias	1ª: 2008-2009	-	13 (12,7%)	-	31 (30,4%)	58 (56,9%)	**102**
	2ª: 2009-2010	-	1 (2,1%)	-	18 (38,3%)	28 (59,6%)	**47**
	3ª: 2010-2011	-	2 (2,4%)	-	37 (45,1%)	43 (52,5%)	**82**
	4ª: 2011-2012	-	0 (0%)	7 (7,2%)	55 (56,7%)	35 (36,1%)	**97**
Convocatorias Obligatorias	5ª: 2012-2013	-	1 (0,4%)	121 (46,4%)	97 (37,2%)	42 (16%)	**261**
	6ª: 2013-2014	-	1 (0,4%)	100 (38%)	109 (41,4%)	53 (20,2%)	**263**
	7ª: 2014-2015	-	1 (0,4%)	84 (33,3%)	105 (41,7%)	62 (24,6%)	**252**
	8ª: 2015-2016	25 (9,6%)	1 (0,4%)	52 (20,1%)	96 (37,1%)	85 (32,8%)	**259**
	9ª: 2016-2017	18 (6,4%)	1 (0,3%)	56 (19,9%)	119 (42,2%)	88 (31,2%)	**282**
TOTAL		**43 (2,6%)**	**21 (1,3%)**	**420 (25,5%)**	**667 (40,6%)**	**494 (30%)**	**1.645**

† A partir de la 8ª convocatoria, curso 2015-2016, cuando las evidencias básicas disponibles no cumplen determinados requisitos imprescindibles para aplicar el protocolo de evaluación (reflexión del profesor, discriminación de los responsables académicos, porcentaje representativo de encuestas de los estudiantes), se califica la evaluación como "sin evidencias suficientes".

El compromiso personal con el programa DOCENTIA ha sido total, desde el Proyecto Piloto en el curso 2006-2007, y la experiencia de participar en él se puede calificar como muy satisfactoria y la reflexión que se debió llevar a cabo para aplicar a las diferentes convocatorias muy positiva.

En el Proyecto Piloto de Evaluación de la Actividad Docente del Profesorado, se participó de forma voluntaria en el curso 2006-2007, con una evaluación de los cursos 2000-2001 a 2005-2006, y se recibió la evaluación de *Excelente*, calificación que, como se puede apreciar en la Tabla 4.7, solo obtuvo el 28,6% de los participantes en esta convocatoria y el 16,7% de los participantes del piloto.

Con el Programa DOCENTIA ya implantado en la Universidad de Salamanca se ha participado en otras dos convocatorias, en la convocatoria 2010-2011 de forma voluntaria y en la convocatoria 2016-2017 de forma obligatoria al coincidir con la solicitud del cuarto tramo docente o *quinquenio*.

En la convocatoria 2010-2011, se evaluaron los cursos 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010, recibiéndose la evaluación de *Excelente*, con una puntuación de 96,14 puntos sobre 100. Como se puede apreciar en la Tabla 4.8, el 52,5% obtuvieron dicha calificación.

En la convocatoria 2016-2017, se evaluaron los cursos 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016, debido a que en el transcurso del tiempo desde la convocatoria 2010-2011 se produjo un cambio en los periodos obligatorios a evaluar, para que coincidiera con la evaluación del tramo docente. Se recibió la evaluación de *Excelente*, que, como se puede apreciar en la Tabla 4.8, solo la obtuvieron el 31,2% de las personas que participaron en esta convocatoria.

Con la participación en estas tres convocatorias, al incluirse el piloto, se tiene evaluado con calificación *Excelente* el período correspondiente desde el curso académico 2000-2001 al curso académico 2015-2016 (16 cursos académicos consecutivos), lo que supone la mayoría de la labor docente realizada en la Universidad de Salamanca, habida cuenta que la incorporación en la esta institución se produce en el curso 1998-1999.

Como se ha comentado antes, la percepción personal es muy positiva, tanto por el resultado explícito obtenido en la evaluación como por el efecto de reflexión y mejora continua de la docencia que el propio proceso de participar en la convocatoria

conlleva. Sin embargo, el reconocimiento y valoración que recibe el interesado por obtener la calificación de excelente es escaso, un reconocimiento de un 10% en su actividad docente lo que permite contribuir a la mejora del rendimiento de su área de conocimiento y es uno de los cinco méritos explícitos tenidos en cuenta para optar a la promoción a Catedrático de Universidad en las dos últimas convocatorias. Esto, para muchos docentes universitarios no compensa la cantidad de trabajo que supone preparar una aplicación al programa DOCENTIA para optar a la calificación de Excelencia, por lo que muchos optan por la modalidad Básica obligatoria, la cual se incorpora a partir de la 4ª convocatoria en el curso 2011-2012.

4.6. Reflexión final

La profesión de profesor-investigador en la universidad tiene, fundamentalmente, un carácter vocacional, al que contribuyen, no siempre por igual, la componente docente y la componente investigadora. Hay defensores de perfiles solo docentes o solo investigadores, con el objeto de especializarse de alguna de dichas vertientes. Esto no es algo nuevo, la universidad es una de las instituciones más longevas que existen, si se toma como su fecha de inicio el siglo XII, esta surge con un fin meramente docente, no siendo hasta los siglos XVII y XVIII cuando las universidades amplían su misión a la investigación, por influencia de las instituciones alemanas. En la mayoría de los países desarrollados la revolución académica asociada a la incorporación de la investigación sucede entre los siglos XIX y XX, lo cual no estuvo exento de críticas por parte de quienes argumentaban que la actividad investigadora alejaría al profesorado de su cometido docente. Esto se repite hoy en día, con la investigación en menor medida, pero sí frecuentemente con aspectos relacionados con la transferencia [214].

No obstante, la realidad es que en el contexto universitario español tanto docencia como investigación han de combinarse e interesa tanto la calidad de la docencia como la productividad en la investigación. Las eternas preguntas suelen ser ¿son mejores profesores los que tienen desarrollan una actividad investigadora?, ¿es la investigación un potenciador de la enseñanza?, ¿existen interferencias entre la docencia y la investigación?, etc. El tiempo es un recurso crítico, por lo que, obviamente, el rendimiento docente dependerá parcialmente de la actividad investigadora y, al contrario, el rendimiento investigador dependerá parcialmente de ciertos aspectos de la actividad docente [560].

En general, puede suceder que en unos casos la investigación contribuya a que un profesor sea mejor docente, mientras que en otros puede suceder todo lo contrario. En este apartado tan sensible, existen opiniones opuestas, que llevan a defender y aceptar aquella postura que se sostiene más los intereses personales [561] que en evidencias empíricas. Investigaciones realizadas sobre este tema vienen a concluir que los profesores que prefieren la investigación (por gusto, intereses personales, etc.) tienden a pensar que la investigación influye positivamente en la docencia en una proporción mucho mayor que los profesores más centrados en la docencia; entre estos son más los que piensan que la investigación no tiene ningún efecto en la calidad de la docencia [562]. De hecho, se han propuesto distintos modelos teóricos, que no dejan de ser hipótesis, que ponen en relación (positiva, negativa o sin relación) la investigación y la docencia, de los que la opinión más común, por lo general sin confirmación empírica, es que la investigación contribuye eficazmente a la calidad de la docencia, opinión a la que se suma quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador, relación que es muy obvia en Tercer Ciclo y deseable en grado y máster. Sin embargo, esta percepción de relación positiva no deja de ser un mito [563], que persiste por el fuerte deseo de que existiera la relación entre productividad en investigación y calidad docente [561] (p. 265), pero los estudios realizados muestran que, realmente, la relación entre estas dos variables es prácticamente nula [564].

En este capítulo se ha reflexionado sobre el proceso de enseñanza + aprendizaje y profundizado en los métodos para desarrollarlo.

Ciertamente, no hay fórmulas mágicas para enseñar, hay modalidad, métodos y herramientas al alcance del profesor para que este desarrolle su actividad en base a su experiencia, conocimientos, creatividad e innovación. Es, por tanto, un reto para cualquier docente y, especialmente para un ingeniero, el tener una vía para poder aplicar mejoras continuadas en el proceso de enseñanza + aprendizaje, ya sea en asignaturas o materias que se llevan impartiendo años, como es el caso de *Ingeniería del Software*, con más de 20 años de experiencia, o asignaturas o materias que se abordan o se definen de nuevo.

Este compromiso por mejorar en la forma de desempeñar la labor docente se ha visto reflejado desde los inicios de la carrera como profesor universitario, quizás influido por las circunstancias que permitieron la toma de decisiones y el asumir responsabilidades de coordinación desde los primeros momentos. Así pues, la apuesta

por la calidad y la evaluación de la docencia han sido una constante, que ha llevado primero a explorar, cuando la Universidad Española estaba todavía en sus momentos más incipientes por establecer y, especialmente, consolidar sus planes de garantía de calidad; para posteriormente apoyar y adoptar el Programa DOCENTIA, con el que se ha reflexionado profundamente sobre la evolución de la actividad como docente, lo que se ha visto reflejado con la evaluación de *excelencia* en las tres ocasiones en que se ha participado y que representan una evaluación continua de 16 cursos académicos desde el 2000-2001 al 2015-2016.

La aplicación de métodos de enseñanza, usualmente sustentados con diferentes tecnologías, ha sido otra constante en todos estos años, buscando definir y aplicar una metodología activa, globalizadora, inclusiva y participativa.

Todo este proceso de definición y construcción del contexto docente se ha visto soportado por cuatro grandes pilares:

1. La formación recibida para mejorar como docente, especialmente, aunque no de forma exclusiva, en los diversos Planes de Formación Docente del PDI de la Universidad de Salamanca.
2. La participación como docente en los Planes de Formación Docente del PDI de la Universidad de Salamanca, así como de otras muchas universidades, lo que permitía compartir las experiencias propias y, a la vez, enriquecerlas con otros puntos de vista de diferentes colegas.
3. La constante participación en proyectos de innovación docente y educativa.
4. El tener las tecnologías para el aprendizaje como una de las principales líneas de investigación.

Las tecnologías para el aprendizaje tendrán un destacado apartado en este Proyecto Docente e Investigador, al constituirse en el perfil investigador del mismo. Sin embargo, antes de comenzar a profundizar en la parte nuclear de los contenidos curriculares del perfil docente, se va a dedicar el próximo capítulo a la innovación docente y educativa, por ser, como se ha dicho, uno de los pilares de la construcción del marco de referencia como docente.

Capítulo 5. Innovación educativa

Innovation distinguishes between a leader and a follower

Steve Jobs

24/2/1955 – 5/10/2011

La innovación se convierte en el camino que se sigue cuando se asume una evaluación orientada a la mejora de calidad universitaria, ya sea a nivel de sistema, a nivel de institución, a nivel de unidad funcional o a nivel del docente.

La innovación se concibe como la generación de un producto, un servicio o una solución novedosa a un problema determinado [565]. El término de innovación tiene diferentes acepciones, muchas de ellas hacen referencia a la dualidad viejo y nuevo, pero no significa que todo lo nuevo o todo cambio sea bueno o útil; así como tampoco algo que lleva años en vigor tiene que ser necesariamente considerado como obsoleto.

La innovación se refiere a una idea, a una práctica o a un recurso que se perciba como nuevo por la persona o grupo que lo adopta, es decir, la innovación va más allá del cambio por el cambio; debería significar la aportación de una novedad, que pudiera incidir en los procesos y, sobre todo, que represente una mejora en el resultado [566].

La innovación en educación busca una transformación constante e intencionada, lo que no deja de ser el fin mismo de la educación. La educación tiene que transformarse para ajustarse a un contexto que es cambiante por naturaleza con el objeto de conseguir mejores resultados.

> *Es una verdad de Perogrullo, pero una verdad a fin de cuentas, de que si seguimos haciendo lo mismo, las cosas seguirán igual. No podremos mejorar nuestra educación si no innovamos* [567].

María Luisa Sein-Echaluce et al. definen la innovación educativa de la siguiente forma:

> *Realizar cambios en el aprendizaje/formación que produzcan mejoras en los resultados de aprendizaje. Sin embargo, para que se considere innovación educativa el proceso debe responder a unas necesidades, debe ser eficaz y eficiente, además de sostenible en el tiempo y con resultados transferibles más allá del contexto particular donde surgieron* [568].

Ha habido diferentes iniciativas para clasificar qué se entiende por una innovación educativa [569, 570]. De hecho, antes de nada, es conveniente aclarar la dualidad a la hora de referirse al término, innovación educativa o innovación docente, ya que en las propias universidades existen unidades gestoras que utilizan una u otra acepción realizando las mismas o equivalentes funciones. Según Ángel Fidalgo-Blanco [42], la innovación educativa es un término más general que englobaría cualquier innovación que afecta al contexto académico o al contexto docente a la que se aplica en el aula (presencial o virtual), mientras que la innovación docente solo haría referencia a estas últimas innovaciones, es decir, aquellas que realiza el profesor con su alumnado en su asignatura. Por tanto, toda innovación docente es innovación educativa, pero toda innovación educativa no tiene por qué ser innovación docente.

Los repositorios institucionales contienen la radiografía de los tópicos que se están considerando actualmente en los proyectos de innovación educativa [571-573]. Sin embargo, en estos repositorios los datos sobre innovación educativa no suelen ser fáciles de localizar por compartir espacio con otra mucha información institucional. Por ello, a la hora de conocer qué se está considerando como innovación educativa, se considera más adecuado partir de repositorios temáticos, concretamente del repositorio de buenas prácticas de innovación docente financiado por el Ministerio de Educación del Gobierno de España [574] y más concretamente de la implantación de

dicho repositorio en la Universidad de Salamanca [575, 576] y en la Universidad de Zaragoza [577], ambos basados en el buscador BRACO [578].

Además, se tienen en cuenta los trabajos para definir indicadores que faciliten la clasificación y búsqueda de experiencias de innovación educativa [433, 434, 517, 579-583].

Como resultado se tiene una ontología de indicadores para la innovación docente [576]. De sus diferentes dimensiones interesa centrarse en el contexto del Aprendizaje que se organiza en cuatro características:

1. Actividad.
2. Tecnología.
3. Métodos y técnicas.
4. Resultados.

Con todo ello, en [43] se ha realizado una abstracción de las tendencias en innovación educativa en forma de mapa que se organiza en cuatro regiones no disjuntas (ver Figura 5.1).

Figura 5.1. Mapa de tendencias en innovación educativa. Fuente: [43] (p. 10)

La dimensión de innovación docente estaría representada por las regiones de *perspectiva del profesorado* y de *desarrollo de competencias transversales*, mientras que la dimensión de innovación educativa con un enfoque más institucional vendría representada por las regiones de *perspectiva institucional* y de *perspectiva de extensión*

institucional.

La región de la Figura 5.1 que representa la perspectiva institucional es la zona del mapa que va a recoger las tendencias más relacionadas con la toma de decisiones, planificación estratégica, gestión de la tecnología y gestión de la propia innovación. En un contexto organizacional como la es la universidad, donde la colegialidad es una característica fundamental de la institución, la innovación y la mejora no dependen solo de los niveles más altos, aunque en estos recaiga una mayor responsabilidad en cuanto a su impulso y dirección. Ello implica que para que una universidad se vea inmersa en un proceso de innovación, la institución debe ser capaz de gestionar la innovación, implicando a los distintos miembros de la comunidad universitaria.

> *Es necesario impulsar aún más en la universidad la cultura del cambio, pues los académicos somos aún reacios y refractarios al mismo, y traducir los resultados de los procesos de evaluación en medidas concretas que sirvan para mejorar la calidad de la enseñanza, de la investigación y de otros servicios que presta la universidad* [584].

Por otra parte, la región que representa la perspectiva de extensión universitaria va a ser la zona del mapa en la que se desarrollan los aspectos más novedosos que tienen que ver con la labor de extensión hacia la sociedad y la formación permanente, esto es, el sustento de la Tercera Misión [39].

La innovación docente se va a representar en el mapa por la región que representa la perspectiva del profesorado, que va a ser la más cercana al contexto académico del profesor y su docencia, es decir, en la que se van a volcar todas aquellas innovaciones que tienen un carácter más ligado a la impartición de los contenidos curriculares. Esta se complementa con la cuarta región centrada en el desarrollo de competencias transversales, muy ligadas a las denominadas habilidades blandas (*soft skills*) que tanta importancia tienen en el mercado laboral [585, 586] y en el desarrollo más humanista de los estudiantes [587].

En la Figura 5.1 no se ha pretendido ser exhaustivo a la hora de incluir tendencias en cada una de las regiones, solo se han enumerado algunas a modo de ejemplo. En [588] se puede encontrar una revisión más completa de tópicos relacionados con la innovación educativa.

5.1. La innovación educativa en la universidad

La innovación docente ha formado parte de la actividad como profesor desde el comienzo de la carrera. Posteriormente, con las responsabilidades de gestión universitaria, las tareas de innovación sobrepasaron los límites del aula y de las asignaturas para tener un enfoque institucional y de desarrollo a la tercera misión. El binomio investigación e innovación educativa también ha estado muy presente [589], así como la colaboración con otros grupos nacionales e internacionales gracias a la participación en proyectos de innovación y de investigación, además de en diversas redes.

Figura 5.2. Marco de desarrollo profesional del profesorado universitario. Fuente: [590] (p. 10)

Los cambios que se han ido implementando en relación a las asignaturas impartidas, tanto las relacionadas con este Proyecto Docente como otras, no han estado motivados, o al menos no completamente, por la reforma de planes de estudio ligados al EEES, sino que se han debido a la propia adecuación a las necesidades de formación de los estudiantes, así como a las más propiamente ligadas a su desarrollo profesional. De este modo, la necesidad de implementar innovaciones en el aula se ha producido entre otros motivos por: la evolución de los estudiantes, la integración de la tecnología en el aula, el acercamiento de los estudiantes al mundo profesional, la necesidad de

mejora de la actividad profesional como docentes y también, como no podría ser de otra forma, la implantación del EEES.

Hay voces en la Universidad Española [591] que defienden una propuesta para un marco de cualificaciones para el docente universitario en el que, de forma paralela a como se realiza el reconocimiento del investigador, el docente pueda plantearse diversos niveles de progresión en su desarrollo profesional, concretamente 4, desde un nivel básico de *aseguramiento* a un cuarto nivel de *excelencia*, basado en los conceptos de *Scholarship of Teaching and Learning* (SoTL) [211, 563, 592-595], estos niveles se presentan en la Figura 5.2.

Ernest L. Boyer [596] distingue cuatro dimensiones, funciones académicas o tipos de trabajo académico (*scholarship*):

1. *Scholarship of discovery* o *profesionalidad investigadora*, que consiste básicamente en lo que siempre se ha considerado como investigación; cada PDI investiga en su propio ámbito de conocimiento.
2. *Scholarship* of *integration,* que no se diferencia mucho del concepto y uso habitual del término investigación, pero aquí el énfasis está puesto en un contexto interdisciplinar.
3. *Scholarship of application,* se refiere al uso creativo y responsable del conocimiento para resolver problemas concretos de la sociedad.
4. *Scholarship of teaching* (actualmente se tiende a denominar como *scholarship of teaching and learning*) es la dimensión académica que estimula la investigación sobre lo que sucede en las aulas universitarias. Cualquier profesor, con independencia de su disciplina, puede realizar investigación educativa sobre su docencia.

Es precisamente este concepto de SoTL el que acerca la innovación y la investigación educativa, lo que le va a aportar un valor mayor a la propia innovación, ya no solo es introducir una mejora, es poder medir el impacto de dicha mejora.

En la investigación de la innovación educativa, el objeto por investigar es la innovación misma, además, por su parte, la innovación educativa como tal tiene también un objeto innovador, como se refleja en la Figura 5.3.

Según Rodríguez-Conde et al. [597] se debería establecer una relación circular entre *Evaluación, Formación, Innovación e Investigación* sobre docencia, como los ejes sobre

los que gira la calidad en la docencia universitaria y ligado a ello, también, el desarrollo profesional del docente, como se aprecia en la Figura 5.4.

Figura 5.3. La investigación de la innovación. Fuente: [565] (p. 30)

Figura 5.4. Calidad educativa y desarrollo profesional: procesos interrelacionados. Fuente: Basado en [597]

El Programa de mejora de la calidad, incluido en el Plan Estratégico General 2013-2018 [120] de la Universidad de Salamanca, contempla el desarrollo de planes de formación e innovación, orientados a mejorar la capacidad y el compromiso de trabajo, mediante el apoyo de proyectos que contribuyan a la *captación de estudiantes*, a la *implantación de metodologías docentes y de evaluación* y a la *incorporación de recursos para actividades prácticas.*

El programa de apoyo institucional a Proyectos de Innovación y Formación Docente, surge como resultado de varias circunstancias en la universidad actual:

- *Espacio Europeo de Educación Superior.* La entrada en vigor del EEES y, en concreto, en España con el Real Decreto 1393/2007 [51], ha dado lugar a pasar de un modelo basado en la acumulación de conocimientos a otro basado en una actitud permanente y activa para el aprendizaje, donde el estudiante es el agente activo del proceso de su propio aprendizaje [598, 599]. La universidad deberá plantearse su misión para diseñar y desarrollar su propio proyecto educativo, que tendrá en cuenta que: el estudiante es el centro de todo el proceso formativo; una metodología docente activa favorece la formación de personas y profesionales más versátiles; se aprende de manera permanente (*lifelong learning*) y es necesario hacer un seguimiento de este proceso, también de manera permanente.
- *Calidad.* Los procesos de evaluación del profesorado, tanto de promoción individual (acreditación) o como recurso personal dentro de los Sistemas de Garantía de Calidad Interna de Titulaciones (Programa DOCENTIA).
- *Tecnología.* Avances muy representativos en las tecnologías para el aprendizaje que suponen nuevos retos y posibilidades tanto para su aplicación en el proceso de enseñanza + aprendizaje como en la creación y uso de recursos didácticos.
- *Diversidad.* Necesidad de atención a la diversidad, con el objetivo de dar una respuesta educativa a la distinta tipología de estudiantes en las aulas: multiculturalidad, necesidades educativas especiales – sensoriales y motoras –, diferentes perfiles de ingreso, distintos de conocimientos previos, por ejemplo, en los másteres, etc.
- *Autonomía universitaria.* La innovación educativa no se propicia desde estructuras formales, verticales y jerárquicas, sino que necesita más de redes informales, horizontales y colaborativas. En la Universidad ya se trabaja en red, en colaboración, en equipo en el contexto de la investigación, ¿por qué no también en docencia?

En la Figura 5.5 se presenta la evolución en la participación en proyectos de innovación en la Universidad de Salamanca, entre 1999 y 2013. Puede observarse el

incremento exponencial acontecido desde la implantación del Real Decreto 1393/2007 [51] y el apoyo interno de la propia Universidad a estos procesos.

Figura 5.5. Proyectos de innovación docente en la Universidad de Salamanca (1999 hasta 2013). Fuente: [597]

Figura 5.6. Resultados de análisis del contenido de Proyectos de Innovación Docente en Universidad de Salamanca (2008-2011). Fuente: [597]

En la Figura 5.6 se analiza el contenido de esos proyectos. Como puede observarse el mayor porcentaje anual tiene relación con proyectos del ámbito de las TIC, es decir, la integración de las tecnologías en la actuación docente; seguido de la renovación metodológica. También se detecta un número menor de actuaciones en relación a los

procesos de orientación y tutoría con los estudiantes, cuando este es un tema introducido en la configuración de los planes de estudio, con especial atención por parte de los órganos de gobierno universitario.

Más detalle sobre el número de proyectos de innovación docente en cada área de conocimiento de la Universidad de Salamanca se puede encontrar en [600].

5.2. Catálogo de proyectos de innovación educativa coordinados y participados

Desde 1998 a 2018 el candidato ha participado en 62 proyectos de innovación educativa. En la Tabla 5.1 se recogen los principales datos de los mismos. Estos proyectos se distribuyen temporalmente como se muestra en la Figura 5.7.

Tabla 5.1. Proyectos de innovación educativa. Fuente: Elaboración propia

Nº	Título	Año Comienzo	Año Finalización	Ref.	Entidad Financiadora	IP	Cuantía
1	Guía multimedia del lenguaje Java	1998	1999	BU02/98	JCyL	Dr. D. Miguel Ángel Manzanedo del Campo	3.606,07€
2	Componentes pedagógicos de educación superior en un espacio virtual	1999	1999		JCyL	Dr. D. Joaquín García Carrasco	10.825,09€
3	Docencia práctica en los laboratorios de las ingenierías en informática apoyada en herramientas CASE	2001	2001		JCyL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	5.710€
4	Desarrollo de una plataforma CASE basada en componentes para la docencia de Ingeniería del Software	2002	2003	US23/02	JCyL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	3.308€
5	Proyecto EICE (Los Estudios de Informática y Convergencia Europea)	2003	2004		ANECA	Dr. D. Josep Casanovas García	-
6	Plan de estudios de Ingeniería Informática en el contexto de las universidades públicas de Castilla y León: una experiencia piloto bajo las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior	2004	2005	US14/04	JCyL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	5.160€
7	Realización de proyectos docentes para asignaturas de Ingeniería Informática bajo las Directrices del Espacio Europeo de Educación Superior	2005	2006	US14/04	JCyL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	8.292,51€
8	Plataformas *e-learning* como soporte a la actividad docente de Grado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca	2005	2006	US07/05	JCyL	Dr. D. Francisco Fernández González	4.500€
9	Estudio y difusión de las mejores prácticas de adaptación a créditos ECTS en enseñanzas técnicas como mejora a la movilidad de alumnos	2006	2006	EA2006-0070	Ministerio de Educación	Dr. D. Edmundo Tovar Caro	22.350€
10	Diseño de contenidos, actividades y métodos de evaluación que faciliten la acción formativa no presencial en el grado en Ingeniería Informática	2006	2007	US17/06	JCyL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	6.300€
11	Diseño de contenidos y actividades en abierto en la disciplina de Ingeniería del Software	2008	2009	ID/0048	USAL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo y Dra. Dña. María N. Moreno García	2.400€
12	Elaboración de un manual de tutoría online para la adaptación de la labor docente al EEES mediante el uso de Studium	2008	2009	ID/0077	USAL	Dra. Dña. Carmen Tejedor Gil	3.000€
13	Estudio de casos de éxito en *e-Learning* para la determinación de indicadores de calidad aplicada a la docencia en el Campus Virtual "Studium", de la Universidad de Salamanca	2009	2009	MD/006	USAL	Dra. Dña. Carmen Tejedor Gil y Dr. D. Francisco José García Peñalvo	1.600€
14	Diseño en términos de competencias de los grados de Ingeniería Industrial Mecánica e Ingeniería Informática, impartidos en la EPS de Zamora, con la colaboración del Instituto Politécnico de Braganza (Portugal)	2009	2009	MD/036	USAL	D. José Luis Pérez Iglesias	990€

Nº	Título	Año Comienzo	Año Finalización	Ref.	Entidad Financiadora	IP	Cuantía
15	Aprendizaje basado en problemas para la parte práctica de la materia Ingeniería del Software	2009	2010	ID9/156	USAL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo y Dra. Dña. María N. Moreno García	2.000€
16	Evaluación de la interacción y de los contenidos en el campus virtual Studium de la materia Ingeniería del Software	2010	2011	ID10/017	USAL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	1.500€
17	e-Evaluación de competencias adquiridas con nuevas metodologías docentes: aplicación experimental	2010	2011	ID10/070	USAL	Dra. Dña. Mª José Rodríguez Conde	1.500€
18	Mapa de evaluación de competencias y repositorio de mejores prácticas aplicadas	2010	2011	EA2009-0062	Ministerio de Educación	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco	24.408€
19	Herramienta de analítica visual para el seguimiento de la actividad de los estudiantes de asignaturas de Ingeniería del Software en el Campus Virtual Studium	2011	2012	ID11/013	USAL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	1.000€
20	Implementación de un entorno personalizado de aprendizaje para estudiantes de la materia Ingeniería del Software	2011	2012	ID11/014	USAL	D. Miguel Ángel Conde González	850€
21	Avances en e-evaluación de competencias en la USAL: Catálogo de procedimientos de evaluación a través de Moodle	2011	2012	ID11/039	USAL	Dra. Dña. Mª José Rodríguez Conde	-
22	Formación de estudiantes universitarios mediante *blended learning* a través de un portal educativo	2011	2012	ID11/010	USAL	Dra. Dña. Mª Cruz Sánchez Gómez	75€
23	*Entrepreneurship Education for European Students* (E3S)	2011	2012	2011-1-PT1-ERA10-08645	Unión Europea	Dr. D. Jose Adriano Gomes Pires (Instituto Politécnico de Bragança, Portugal)	27.814€
24	Desarrollo de un sistema de gestión de conocimiento para facilitar la aplicación en contextos formativos de las mejores prácticas de innovación docente	2011	2012	EA2011-0035	Ministerio de Educación	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco	48.805€
25	*Entrepreneurship Education for European Students* (E3S)	2012	2013	2012-1-PT1-ERA10-12523	Unión Europea	Dr. D. Jose Adriano Gomes Pires (Instituto Politécnico de Bragança, Portugal)	21.509€
26	Prácticas de éxito en el desarrollo de metodologías activas orientadas a competencias	2012	2013	ID2012/086	USAL	D. Iván Álvarez Navia / Dr. D. Francisco José García Peñalvo	150€
27	Captación de estudiantes y promoción de la titulación del Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información	2012	2013	ID2012/039	USAL	Dr. D. José Luis Pérez Iglesias	-
28	Progresos en e-evaluación de competencias orientadas al e-aprendizaje: De retroalimentación a proalimentación (ProalEVal)	2012	2013	ID2012/290	USAL	Dra. Dña. Mª José Rodríguez Conde	-
29	Implementación y aplicación de un entorno personalizado de aprendizaje móvil en el contexto de las asignaturas de Ingeniería del Software	2012	2013	ID2012/170	USAL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	200€
30	Estudio de la repercusión de la adaptación a los estudios de Grado de los contenidos y metodología docente de las asignaturas de Ingeniería del Software de los planes anteriores	2012	2013	ID2012/191	USAL	Dra. Dña. María N. Moreno García	-
31	Aprendizaje electrónico móvil: Dispositivos y aplicaciones para la práctica de destrezas orales en inglés	2012	2013	ID2012/291	USAL	Dra. Dña. Blanca García Riaza	-
32	*Entrepreneurship Education for European Students* (E3S)	2013	2014	2013-1-PT1-ERA10-16668	Unión Europea	Dr. D. Jose Adriano Gomes Pires (Instituto Politécnico de Bragança, Portugal)	19.278,50€
33	Aprendizaje electrónico móvil: Dispositivos y aplicaciones para la práctica de destrezas orales en inglés (Fase 2)	2013	2014	ID2013/231	USAL	Dra. Dña. Blanca García Riaza	-
34	Gestión de la identidad digital del investigador como medio de coordinación y seguimiento en el Programa de Doctorado de Formación en la Sociedad del Conocimiento	2013	2014	ID2013/129	USAL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	350€
35	Captación de estudiantes y promoción de la titulación del Grado de Ingeniería Informática en Sistemas de información	2013	2014	ID2013/253	USAL	Dr. D. José Luis Pérez Iglesias	200€
36	Seguimiento de actividades de estudiantes en el laboratorio virtual USALPHARMA Lab	2013	2014	ID2013/201	USAL	Dra. Dña. Cristina Maderuelo Martín	250€

Nº	Título	Año Comienzo	Año Finalización	Ref.	Entidad Financiadora	IP	Cuantía
37	Aplicación de técnicas de minería de datos en el seguimiento y análisis de resultados de evaluación en las asignaturas de Ingeniería de Software del Grado en Ingeniaría Informática	2013	2014	ID2013/228	USAL	Dra. Dña. María N. Moreno García	200€
38	Aproximación multidisciplinar a la supervisión del prácticum en las carreras de educación, medicina, odontología, informática, comunicación y documentación	2013	2014	ID2013/035	USAL	Dr. D. Juan José Mena Marcos	250€
39	Participación de los estudiantes y *feedback* en la evaluación de competencias en la Universidad	2013	2014	ID2013/264	USAL	Dra. Dña. Susana Olmos Migueláñez	250€
40	Aprendizaje electrónico móvil: Dispositivos y aplicaciones para la práctica de destrezas orales en inglés (Fase 3)	2013	2014	ID2014/0161	USAL	Dra. Dña. Blanca García Riaza	-
41	Recogida y análisis de evidencias de aprendizaje en el contexto de Studium	2013	2014	ID2014/0281	USAL	Dr. D. Roberto Therón Sánchez	75€
42	Diseño y desarrollo de MOOC universitarios	2014	2015	PT1415-05000	UPM	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco	27.780€
43	*Flip teaching*	2014	2015	IE1415-06002	UPM	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco	2.840€
44	Implantación de un sistema integral de gestión del conocimiento para los procesos de innovación docente de la Universidad de Salamanca	2014	2015	ID2014/0312	USAL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	750€
45	Diseño, creación y difusión de Objetos de Aprendizaje para el desarrollo de la competencia informacional	2014	2015	ID2014/0277	USAL	Dra. Dña. Erla M. Morales Morgado	125€
46	Planificación y diseño de recursos para poner en marcha la versión on-line del máster oficial las TIC en Educación	2014	2015	ID2014/0180	USAL	Dra. Dña. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso	315€
47	Captación de estudiantes y promoción de la titulación del Grado de Ingeniería Informática en Sistemas de información	2014	2015	ID2014/0046	USAL	Dr. D. José Luis Pérez Iglesias	125€
48	Creación de herramientas informáticas para el autoaprendizaje en el laboratorio virtual USALPHARMA LAB	2014	2015	ID2014/0164	USAL	Dr. Dña. Cristina Maderuelo Martín	300€
49	Análisis del prácticum y las sesiones de tutoría en las carreras de Odontología, Informática y Educación de la Universidad de Salamanca	2014	2015	ID2014/0158	USAL	Dr. D. Juan José Mena Marcos	500€
50	Curso masivo abierto en línea sobre *software* libre	2014	2015	PRAUZ_14_213	UNIZAR	D. Javier Esteban Escaño	2.000€
51	Grupo de Innovación en Adaptatividad y Enseñanza Personalizada	2014	2015	PIIDUZ_14_063	UNIZAR	Dr. D. Fernandco Vea	1.500€
52	Definición de un proceso de gestión de la innovación docente en la Universidad de Salamanca sobre la base de un sistema integral de gestión del conocimiento	2015	2016	ID2015/0045	USAL	Dr. D. Francisco José García Peñalvo	1.000€
53	Grupo de Innovación sobre Aprendizaje Personalizado y Sistemas Adaptativos	2015	2016	PIIDUZ_15_468	UNIZAR	Dra. Dña. María Luisa Sein-Echaluce Lacleta	1.500€
54	Inclusión de la perspectiva de género en la asignatura de Ingeniería de Software I	2016	2017	ID2016/084	USAL	Dña. Alicia García Holgado	210€
55	Inclusión de prácticas de observación de usuarios reales en la asignatura Interacción Persona-Ordenador del Grado en Ingeniería Informática	2016	2017	ID2016/048	USAL	D. Juan Cruz Benito	120€
56	Grupo de Innovación sobre Aprendizaje Personalizado y Sistemas Adaptativos	2016	2017	PIIDUZ_16_232	UNIZAR	Dra. Dña. Dolores Lerís López	1.150€
57	*Flip teaching* para trabajo en equipo	2016	2017	IE1617.0601	UPM	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco	3.100€
58	Aprendizaje adaptativo a través de la evaluación diagnóstica y formativa	2016	2017	IE1617.0602	UPM	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco	3.100€
59	Los MOOCs en la UPM. *Flip Teaching*	2016	2017	Convocatoria 2017	UPM	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco	5.000€
60	Implementación de una metodología activa en Ingeniería del Software I	2017	2018	ID2017/009	USAL	Dña. Alicia García Holgado	-
61	Evolucionando la interacción persona-ordenador mediante el cine y la ciencia ficción	2017	2018	ID2017/116	USAL	D. Juan Cruz Benito	248,4€
62	ICA. Inteligencia Colectiva Activa a través de la metodología *Flip Teaching*	2018	2018	IE1718.0603	UPM	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco	3.500€

Figura 5.7. Inicio de los proyectos de innovación en los diferentes años entre 1998-2018

De los 62 proyectos de innovación educativa, se ha sido el investigador principal en 15 de ellos, como se refleja en la Figura 5.8.

Figura 5.8. Participación como IP y como colaborador en los proyectos de innovación educativa

En estos proyectos de innovación educativa se ha gestionado un presupuesto global aproximado de 283.869,57€, que se reparten entre los proyectos en que se ha sido investigador principal y en los que se ha sido colaborador como se muestra en la Figura 5.9.

Figura 5.9. Reparto del presupuesto recibido en los diferentes proyectos de innovación educativa en los que se ha participado como investigador principal y como colaborador

Estos proyectos de innovación educativa han sido financiados por entidades internacionales, nacionales, regionales y locales, tal y como se recoge en la Figura 5.10.

Figura 5.10. Entidades financiadoras de los proyectos de innovación educativa participados

Como se refleja en la Figura 5.10 y en la Tabla 5.1, la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León es la principal entidad financiadora de este tipo de proyectos entre 1998 y 2006, lo que es congruente con la evolución general de los proyectos de

innovación educativa en la Universidad de Salamanca, como se refleja en la Figura 5.5. Posteriormente, son las universidades las que empiezan a tomar esta competencia, así sucedió en las universidades de Castilla y León, por tanto, entre 2008 y 2017 la Universidad de Salamanca pasa a ser la principal entidad financiadora, aunque con unas cuantías cuasi simbólicas y en ocasiones a coste cero. Esto sucede también en otras universidades, aunque con diferentes políticas y presupuestos asignados; en este sentido, gracias a la colaboración con el Grupo de Investigación e Innovación en Docencia con Tecnologías de la Información y la Comunicación (GIDTIC – http://138.4.83.162/gidtic/sic/) de la Universidad de Zaragoza y el Laboratorio de Innovación en Tecnologías de la Información (LITI – http://138.4.83.162/liti/sic/) de la Universidad Politécnica de Madrid, se ha participado en diferentes proyectos en ambas universidades. Además, se ha participado en tres proyectos financiados por el Programa de Estudios y Análisis del Ministerio de Educación, en el proyecto EICE para la confección del Libro Blanco del título de Grado de la Ingeniería Informática, financiado por la ANECA, y en tres proyectos financiados por la Unión Europea en su *Lifelong Learning Programme* de Erasmus en sus *Intensive Programmes*.

Las temáticas de los proyectos de innovación educativa han sido variadas y se reparten en las cuatro regiones del mapa presentado en la Figura 5.1. No obstante, especialmente en el apartado de proyectos más relacionados con la innovación docente, la materia de *Ingeniería del Software* ha sido la que más presente ha estado en los proyectos realizados, como se refleja en la nube de palabras realizada con los títulos de los proyectos recogidos en la Tabla 5.1 y que se presenta en la Figura 5.11.

INGENIERIA
SOFTWARE
EDUCATION
EEES
SISTEMA
GRADO
INFORMATICA
ESTUDIANTES
EVALUACION
DOCENTE
ASIGNATURA
ESTUDIO
MOVIL
VIRTUAL
STUDIUM
UNIVERSIDAD
CAMPUS
MOOC
EUROPEAN
PRACTICA
DISEÑO
APRENDIZAJE
ABIERTO
ACTIVA
COMPETENCIA
CONOCIMIENTO
INNOVACION
CONTENIDOS
DESARROLLO
EXITO
SEGUIMIENTO
FLIP-TEACHING
INGLES
APLICACION
ELECTRONICO
ADAPTATIVO
HERRAMIENTA
LABORATORIO
PROYECTO
ORALES
DOCENCIA
MATERIA
GESTION
IMPLEMENTACION
CONTEXTO
PROMOCION
COORDINACION
FORMATIVA
TIC
LEARNING
GRUPO
SALAMANCA
CASE
METODOLOGIA
INTERACCION
CAPTACION
ODONTOLOGIA
APLICACIONES
MULTIMEDIA
PEDAGOGICOS
TITULACION
DIFUSION
MOODLE
EUROPEA
TECNICAS
COMPONENTES
MEJORA
CALIDAD
FORMACION
MAPA
LIBRE
SOPORTE
USO
ONLINE
ECTS
ESTUDIO
CIENCIA
ENTORNO
INCLUSION
VISUAL
PLAN
MASTER
JAVA
EQUIPO
CATALOGO
MANUAL
PROCESO
PROCEDIMIENTOS
GUIA
FACULTAD
RECOGIDA
PROGRAMA
INTEGRAL
DIGITAL
PORTAL
LENGUAJE
CALIDAD
ACTIVIDAD
DISPOSITIVOS
DISTRIBUCIÓN
PLANES
PERSONALIZADO
ADAPTACIÓN
IMPLEMENTACIÓN
INFORMACIÓN
PRACTICAS
TUTORIA
BASE
ENTREPRENEURSHIP
DOCTORADO
MAESTRIA
LAB
ICA
ICE
EICE
PLATAFORMA
CURSOS
DISCIPLINA
FLOTO
CAMPUS
PRODUCTO
PRESENTACIÓN
PRODUCTIVIDAD
CALIDAD
ESTRUCTURA
PROGRAMAS
PRESENTACIÓN
LABOR
USO
APLICACIÓN
ELECTRÓNICO
PORTAL
DIGITAL

5.3. Gestión estratégica de la innovación educativa

Desde la perspectiva de los órganos de gobierno de cualquier universidad, la innovación educativa debe considerarse como un elemento imprescindible para afrontar la evolución necesaria que requiere la Sociedad del Conocimiento.

Por tanto, se requiere de una acción estratégica institucional que canalice los esfuerzos de innovación docente del profesorado, porque de otra forma los resultados serán muy locales y no repercutirán en la institución en la medida que deberían hacerlo.

La gestión del conocimiento debe fluir en la dirección de la institución a la comunidad universitaria y también en la dirección de los individuos a la institución para cerrar un ciclo de conocimiento. Sin la acción institucional no habrá estrategia, una estrategia que no se haga permeable a las personas, a la vez que tiene en cuenta sus aportaciones, está abocada al fracaso.

Esta doble dirección ascendente (*bottom-up*) personal y descendente (*top-down*) organizacional, queda perfectamente recogida en la propuesta Suricata [601]. El modelo Suricata describe el desarrollo de dos estrategias convergentes de transmisión del conocimiento, de forma no excluyente, como se refleja en la Figura 5.12.

Figura 5.12. Modelo Suricata. Fuente: [602]

En la Figura 5.13 se presenta cómo se está afrontando la innovación educativa en las universidades, con una mayor presencia en el contexto del profesor, su asignatura, y de las titulaciones, con una especial atención a las técnicas y a las personas involucradas respectivamente. Mientras que la cantidad de iniciativas disminuye según se escala en la unidad de aplicación (centro, universidad, interuniversidad), pero con unos resultados más estratégicos al centrarse en los procesos y el conocimiento.

Figura 5.13. Cómo se está afrontando la innovación educativa en la Universidad. Fuente: [603]

Jonathan E. Martin [604] propone una serie de principios para liderar la innovación en una institución educativa, adaptados para el caso de la educación superior en [605]:

1. Debe haber un responsable que asuma el rol de responsable de la innovación educativa. No se puede delegar la innovación.
2. Debe hacerse visible la estrategia, la labor y los resultados de la política de innovación educativa.
3. Deben crearse estructuras de apoyo a la gestión de la innovación.
4. Debe observarse (y colaborar) lo que están haciendo otras instituciones en el campo de la innovación educativa.
5. Es interesante facilitar el intercambio de personal (tanto docente como de servicios) con otras instituciones.
6. Deben medirse los resultados de los programas de innovación, analizar los puntos fuertes y débiles, y obtener conclusiones para la toma de futuras decisiones.
7. Se debe involucrar y tener en cuenta a todo aquel que esté alineado con la innovación educativa y no solo al personal docente.

8. Se debe facilitar la creación de grupos de innovación, con carácter multidisciplinar, para facilitar la adopción de los planes y de las estrategias de innovación por parte del personal universitario.
9. Debe promoverse el auto-análisis de las innovaciones por parte de quienes las llevan a cabo.
10. Debe introducirse la innovación educativa en los planes de formación del profesorado, así como en los currículos de los futuros docentes e investigadores.
11. Deben facilitarse medios formales e informales para compartir el conocimiento dentro de la institución, que deben sustentarse en un repositorio específico de innovación educativa, conectado con el repositorio institucional principal.
12. Deben difundirse las prácticas y los resultados de la innovación educativa, con especial atención a la idea de Conocimiento en Abierto [416].
13. Se debe incentivar la diseminación mediante la publicación de artículos de investigación educativa basados en los resultados de innovación, con independencia del área de conocimiento, con el objetivo de potenciar el carácter multidisciplinar de los autores involucrados.
14. Los planes y estrategias de innovación educativa tienen que dar resultados tangibles, no pueden quedarse solo en el plano de las ideas.
15. Comunicar y reforzar la idea de que la innovación educativa es trabajo de todos los miembros de la institución y que no es coto privado de ningún área de conocimiento o servicio corporativo.
16. Debe hacerse explicito el valor que tiene la innovación educativa para la institución.
17. Debe reconocerse el tiempo y el esfuerzo que se invierte en innovación educativa (con recursos materiales, económicos, de tiempo, etc.).
18. Debe crearse un entorno que invite a participar de la estrategia de innovación educativa (especialmente para aquellas personas que se han incorporado más recientemente a la institución).
19. Se debe aprender también de los errores y de las iniciativas fallidas.

Con la experiencia previa en gestión universitaria, los proyectos de innovación educativa dirigidos y participados y los antecedentes presentados en esta sección, se propone un marco para gestión estratégica de la innovación educativa para una institución universitaria. En este marco la innovación educación debe ser parte de

algún eje estratégico a los que transversalmente le afectan políticas de gestión del conocimiento [388] y gobierno de tecnologías de la información [606], la política de innovación educativa debe recaer bajo el liderazgo de un responsable designado por el equipo de gobierno, que tendrá el apoyo de un equipo asesor y los servicios afectados. Además, se necesitará contar con un ecosistema tecnológico de aprendizaje [441], soportado en infraestructuras físicas y en el repositorio institucional. Este marco se representa en la Figura 5.14.

Figura 5.14. Marco para la gestión estratégica de la innovación educativa. Fuente: [605]

5.4. Reflexión final

El concepto de innovación tiene muchas diversas acepciones en el mundo académico. En primer lugar porque constituye un proceso de continuidad con la investigación, lo que es especialmente relevante en el contexto de la Ingeniería y más específicamente en la Ingeniería en Informática [607, 608]. Innovación y transferencia forman un tándem muy potente y necesario, donde la idea de innovación abierta [113] va teniendo una creciente presencia.

Sin embargo, en este capítulo se ha explorado la innovación aplicada al contexto educativo como uno los principales pilares para construir un plan de garantía de calidad de la docencia dentro de los planes estratégicos de las universidades, además de ser una pieza fundamental en la estrategia personal y grupal de los profesores de universidad para trabajar en la mejora continua de su actividad docente.

También se ha visto como es necesario cerrar el círculo entre la estrategia institucional y la acción de los grupos de innovación y los profesores individuales, en una doble estrategia descendente y ascendente, como se promueve en el modelo Suricata [601, 602]. Para ello, desde una perspectiva de gestión institucional de la innovación, se debe ser consciente que se viene de una promoción de los sistemas tecnológicos cerrados que promueven una automatización, perfectamente representados por los campus virtuales; se tiende actualmente hacia una integración representada por los ecosistemas tecnológicos [440, 441, 609]; y se tiene como reto futuro llegar a gestionar adecuadamente una personalización de la educación, sin renunciar a la colaboración, basada en gestores de metodologías [610].

Desde la perspectiva personal, la innovación educativa se ha tomado desde el momento inicial de la carrera como PDI como un elemento fundamental en la mejora continua de la actividad docente y ha sido uno de los puntos fuerza sobre el que se han basado las tres evaluaciones del programa DOCENTIA (piloto, evaluación voluntaria y evaluación obligatoria) con resultado de excelente en todas ellas.

También se ha hecho mucho hincapié en vincular la innovación docente (y también las experiencias de innovación educativa) con la investigación, a través de la aplicación del concepto de SoTL.

Esta vinculación con la investigación no se ha limitado solo al hecho de realizar publicaciones, también se ha participado como ponente en seminarios, conferencias y másteres y se tiene una labor muy activa en la organización de congresos científicos y números monográficos en revistas [188, 189, 568, 611-613] que han presentado el concepto de la innovación educativa como uno de sus tópicos principales. En el caso de los congresos, merece una especial mención el Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC – https:// http://www.cinaic.com/) [614-616].

Capítulo 6. Los estudios de Ingeniería en Informática

When someone builds a bridge, he uses engineers who have been certified as knowing what they are doing. Yet when someone builds you a software program, he has no similar certification, even though your safety may be just as dependent upon that software working as it is upon the bridge supporting your weight

David Parnas

Es un hecho ampliamente asumido que la Informática es hoy en día un factor social de gran relevancia. Se vive en una sociedad donde la información es un activo crítico para la economía, la logística, la política, la educación o la cultura. El núcleo de infraestructura que lo hace posible se basa en las tecnologías informáticas, extendidamente más conocidas como TIC, que han hecho posible el crecimiento exponencial en la cantidad de datos y servicios disponibles y que tienen como efecto una alteración de alguna manera todos los sectores productivos, con una influencia directa en la creación, transformación y destrucción de puestos de trabajo; automatización de actividades por máquinas que en un pasado muy reciente se

focalizaba en los segmentos relacionados con trabajos para los que se requería poca formación, pero que en la actualidad empieza a afectar al realizado por personas con una mayor cualificación, incluso con formación universitaria.

> *Cuando la mecanización, la informática o la robótica permiten que las máquinas hagan nuestro trabajo de un modo más preciso, rápido, barato o seguro, las personas acabamos siendo sustituidas por ellas. Solo es cuestión de tiempo. De hecho, estamos asistiendo, como nunca antes, a la continua creación, transformación y destrucción de empleo* [617].

La incorporación de maquinaria y dispositivos tecnológicos en el entorno del trabajo se ha ido produciendo de una forma escalonada, lo que ha dependido principalmente de las características de la actividad a la que se ha dedicado. En la Figura 6.1 se presenta un modelo sobre la evolución de la utilización de máquinas y la automatización de sistemas en el trabajo [618] en el que se tienen cuatro categorías, representadas por cuatro cuadrantes. Estos cuadrantes son el resultado de considerar dos variables representadas en el eje de abscisas y el de ordenadas: el nivel de cognitividad y el de procedimentalización. En un principio, durante la primera y segunda revolución industrial, las tecnologías y maquinarias vinieron a realizar actividades que tenían un elevado nivel de procedimentalización y que, además, eran más manuales, esto es, tenían menos nivel de cognitividad. En una segunda etapa, una nueva revolución, en este caso la digital, ha permitido realizar actividades con un mayor carácter cognitivo, siempre que dichas actividades pudieran implementarse de forma muy procedimentalizada, esto es, que se pudieran realizar siguiendo una serie de normas perfectamente establecidas. Ejemplos de este caso han sido la atención básica al cliente, la dispensación automática de efectivo en los cajeros por parte de los bancos o los canales *online* de venta. Este es un fenómeno en el que Internet [619] y demás sistemas de automatización han tenido una importancia fundamental y cuyo impacto en el empleo ha sido muy relevante; así, en las décadas de los ochenta, de los noventa y en la primera década del siglo XXI, el número de empleados que realizaban actividades procedimentalizadas, incluidas aquellas que tenían carácter cognitivo como empleados de banca, descendió un 5,6%, un 6,6% y un 11%, respectivamente [620], lo que marca una aceleración clara en el tiempo. A pesar de esta reducción en el número de puestos de trabajo para realizar estas actividades, el impacto final de la incorporación de las tecnologías digitales ha sido positivo tanto en el empleo, dado el elevado número de puestos de trabajo que generan en otras actividades como el diseño

de los nuevos productos, como en el producto interior bruto de los países, tal como muestran varios estudios a este respecto. Por ejemplo, según un trabajo del *McKinsey Global Institute* [621], Internet es responsable del 21% del crecimiento del producto interior bruto de los países desarrollados y permite crear 2,6 puestos de trabajo por cada trabajo que destruye. De hecho, se estima que solo en España va a haber un déficit de 3 millones de profesionales con conocimientos STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) [622] en 2020 o que nueve de las diez habilidades profesionales más demandadas en el futuro estarán relacionadas con las TIC y el análisis de datos [623], lo que supone un importante reto educativo, que "exige un profundo cambio en nuestro modelo educativo, que hoy por hoy es más un modelo de memorización-reproducción que de ideación y acción" [617].

Figura 6.1. La investigación de la innovación. Fuente: [618] (p. 6)

Ahora se está ante la denominada cuarta revolución industrial, también conocida como Industria 4.0 o industria inteligente [624], que pretende la puesta en marcha de fábricas inteligentes capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficiente de los recursos, al incorporar nuevos dispositivos y sistemas inteligentes que puedan empezar a realizar actividades con un nivel de procedimentalización bajo, por lo que afecta a los cuadrantes tres y cuatro de la Figura 6.1. De esta forma, además de los trabajadores con un alto componente manual, se ve afectado el personal que realiza actividades que requieren un alto nivel cognitivo.

Las tecnologías que están detrás de todos estos cambios son muy diversas, pero todas comparten algo en común, la digitalización y el soporte informático. Esto significa hablar de servicios soportados por infraestructuras de banda ancha. En este sentido, España es uno de los países más avanzados en cuanto a despliegue de redes de banda

ancha, con la tercera red de acceso mediante fibra más extensa entre los países de la OCDE y una cobertura de banda ancha de acceso móvil 3,5G que alcanza prácticamente a la totalidad de los hogares españoles, mientras que la cobertura 4G (LTE) llega al 97% [623], lo que de alguna manera reafirma la tendencia de que los teléfonos móviles son los dispositivos más utilizados por cualquier rango de edad y tipo de usuario para acceder a la información y a los servicios de esta sociedad digital [625].

Algunos indicadores del crecimiento e impacto de las TIC a nivel internacional se recogen en el informe anual de la *International Telecommunication Union* y reflejan el gran alcance de este sector [626]: por ejemplo, el número de hogares con conexión a Internet en el mundo ha pasado de un 18,4% en 2005 a un 53,6% en 2017 (ver Figura 6.2), mientras que el número de personas que usan Internet ha pasado de unos 1.024 millones en 2005 a más 3.500 millones en 2017 (ver Figura 6.3). Este mismo informe recoge el indicador *ICT Development Index* (IDI) – o índice de desarrollo en TIC –, que se usa para comparar el desarrollo en TIC entre países a lo largo del tiempo, lo que permite hacer una clasificación (ver Figura 6.4) en la que España aparece en el puesto 27 mundial en 2017 (en 2010 estaba en el puesto 30), ligeramente por encima de la media de la Europa más desarrollada (España con un índice de 7,79 y la media de Europa con un índice de 7,5).

Figura 6.2. Proporción global del número de hogares con conexión a Internet. Fuente: [626] (p. 16)

Figura 6.3. Usuarios de Internet. Fuente: [626] (p. 17)

Figura 6.4. Mapa del *ICT Development Index*. Fuente: https://goo.gl/zQtfu3

La Ingeniería Informática es la disciplina que sostiene la existencia de las TIC, que a su vez son el soporte de la sociedad actual y el contexto profesional en el que se tienen que desenvolver los profesionales del sector [15].

6.1. Informática como disciplina

La informática es una disciplina que tiene sus fundamentos matemáticos en 1931 con los teoremas de incompletitud de Kurt Gödel [627], con los que se demuestra que había límites a lo que puede ser probado y refutado dentro de un sistema formal. Posteriormente, en 1936-1937 Alan M. Turing [628] y Alonzo Church [629] presentaron la formalización de un algoritmo, con límites en lo que puede ser calculado, así como un modelo hipotético de que sería un computador.

La informática es difícil de definir, debido a su relativa juventud, a su ritmo de cambio y a su origen multidisciplinar [630] (distintas áreas de las matemáticas, física e ingeniería eléctrica) que proponen formas alternativas de considerar los mismos temas.

Para algunos Informática es el estudio de la estructura, comportamiento e interacciones de los sistemas computacionales naturales o artificiales [631], para otros la Informática estudia el tratamiento sistemático y automático de la información [632]. Hay quienes afirman que es una ciencia artificial [631], una disciplina ingieneril [633], una tecnología conceptual [634] o una disciplina que trata sobre los sistemas de información [635].

Denning et al. [636] recogen un conjunto de definiciones de Informática dadas por diversos autores y proponen una definición muy genérica:

> *The discipline of computing is the systematic study of algorithmic processes that describe and transform information: their theory, analysis, design, efficiency, implementation, and application. The fundamental question underlying all of computing is, "What can be (efficiently) automated?"* [636] (p. 12).

En un cuestionario sobre los estudios de Doctorado en Informática en Europa, algunas preguntas se orientan sobre qué caracteriza a la Informática, algunas de las respuestas dan idea de la amplitud de la disciplina y de las distintas perspectivas que siguen existiendo pese al paso del tiempo y la madurez disciplinar [637]:

- La informática es analítica, busca comprender y analizar los sistemas de comunicación y procesamiento, naturales e imaginados, también incluye el estudio de los artefactos y tiene una vibrante industria alrededor.
- La informática es constructiva, en su mayor parte consiste en construir algo, un sistema, un diseño no trivial, una prueba. Debería ser formal, pero las soluciones prácticas, la experiencia y la intuición desempeñan un papel. Los resultados teóricos deberían discutir la aplicabilidad y los resultados prácticos ser formales donde sea posible. No es construir una solución detrás de otra, es una discusión intelectual sobre ideas, variedad de soluciones, aprendizaje y mejora.
- La informática tiene un ciclo de investigación específico. Contiene aspectos matemáticos, de ingeniería, de ciencias naturales y, actualmente, también

sociales. El núcleo es el pensamiento algorítmico y la solución de problemas constructiva.

- La informática tiene impacto, puede afectar profundamente la forma en que la gente vive, trabaja y se entretiene. Este recorrido tan corto entre la informática como disciplina científica y la gran escala de sus efectos hace que la informática sea atractiva para los estudiantes más brillantes. Se debería resaltar el potencial único de innovación que tiene la informática para preservar su atractivo.
- La informática es interdisciplinar. Es un 55% ingeniería, un 25% matemáticas y ciencias naturales, un 10% administración de empresas y un 10% artes y similares.

Sin perder de vista ese carácter interdisciplinar de la Informática, que está en sus raíces y en su razón de ser, la Informática es una Ingeniería:

> *Certainly the software development task is appropriately an engineering problem: it involves "creating cost-effective solutions to practical problems"* [633].

El origen de la palabra ingeniero viene del latín *ingenium*, que significa talento, habilidad o disposición naturales y, en este contexto, el ingenio para crear máquinas o dispositivos. La esencia de la ingeniería es el diseño; sin diseño, no habría Ingeniería y el resto de las actividades de la Ingeniería están al servicio del diseño [638, 639]. El diseño es un proceso de síntesis y de creatividad, que es lo opuesto al análisis, que significa comprensión.

Herbert A. Simon [640] describe la Ingeniería como la "ciencia de lo artificial". Gordon Frederick Crichton Rogers la define como "la práctica de organizar el diseño y construcción de cualquier artificio que transforma el mundo físico alrededor de nosotros para alcanzar alguna necesidad reconocida" [641] (p. 51) y señala que un ingeniero usa distintas tecnologías para lograrlo. Jesse Hughes [642] indica que "el método de la ingeniería – es decir, el proceso de diseño – tiene un fin práctico explícito [...] Para ponerlo crudamente, el proceso de diseño es análogo al método científico y una necesidad en ingeniería – el problema a resolver – es análoga a una hipótesis científica". Esta analogía aparece también en [641] (p. 55) cuando señala la precisión que es a menudo un requisito en la ciencia, no es típicamente alcanzable en la tecnología, porque el científico suele trabajar con un sistema bien definido y con un

número limitado de variables, mientras que el tecnólogo debe trabajar con modelos "a escala" aproximados del dispositivo que está construyendo y las teorías que desarrolle serán solo aplicables en estos modelos, puesto que no tendría forma de saber si esos resultados pueden extrapolarse al dispositivo final, ni conocería con ninguna precisión las condiciones en las que ese dispositivo final operaría en la práctica.

Billy Vaughn Koen define el método de la ingeniería como "el uso de heurísticas para causar el mejor cambio en una situación pobremente comprendida dentro de los recursos disponibles" [639] (p. 28). Esta amplia definición, centrada en el proceso y no en el resultado, es ciertamente aplicable a muchos tipos de actividades y ayuda a situar el trabajo de los ingenieros: cuando una situación requiere un cambio, no todos los resultados son igualmente deseables, se desea el mejor cambio posible, se tienen recursos limitados y el conocimiento sobre el sistema antes, durante y después del cambio es incompleto, inconsistente o inabarcable durante el tiempo disponible para el problema, entonces hace falta un ingeniero [15]. Koen va incluso algo más allá y propone que la principal regla del método de la ingeniería es "en cada ocasión, elegir la mejor heurística entre lo que el ingeniero tenga como la vanguardia de la mejor práctica de la ingeniería" [639] (p. 57).

> *La sabiduría convencional sostiene que la ingeniería no es sino ciencia aplicada [...] Esto está, de hecho, lejos de la verdad, y el diseño de una estructura, máquina o sistema de ingeniería comienza típicamente no con fórmulas matemáticas o principios científicos, sino con la concepción y el bosquejo de una idea. Solo cuando la idea está articulada en dibujos o palabras, las herramientas de las matemáticas y los principios de la ciencia se pueden usar para responder a preguntas específicas que convierten el diseño conceptual en uno detallado.*
> *Más a menudo que no, el diseño resultante tiene tal complejidad de detalle que no se puede traducir directamente en ecuaciones o fórmulas, ni sus partes se pueden compartimentalizar en principios científicos simples. Juicios y conjeturas son necesarias para manipular y reorganizar los componentes del diseño, modelos o prototipos que pueden entonces ser analizados y probados para ver si son conformes a los requisitos del problema inicial. Si no lo son, y teniendo en cuenta lo lejos que están, el diseño puede ser modificado por nuevos juicios y conjeturas y una nueva ronda de análisis y prueba puede llevarse a cabo. Este es el método iterativo de prueba y error [...] En el diseño moderno, este*

> *método puede automatizarse con un computador, pero no ser totalmente reemplazado por este* [638] (pp. 317-318).

En España, actualmente, los estudios universitarios de Informática se consideran como estudios de Ingeniería, lo que es una política acorde con los que defienden que la Informática es una Ingeniería [633, 643-645]. Así, el cuerpo de conocimientos de un ingeniero informático debe estar formado por una sólida base en *Lógica*, *Matemáticas* y *Ciencia de la Computación*, aspectos propios de *Ingeniería del Software* y un conjunto de temas de carácter universal que completarán su currículo (economía, idiomas, etc.).

6.2. Ingeniería Informática como profesión

Ya se comentó en el Capítulo 2 que la equiparación profesional de la Ingeniería en Informática y de la Ingeniería Técnica en Informática respecto al resto de ingenierías es una demanda de su colectivo profesional, por verse continuamente excluido del ordenamiento jurídico español en relación al reconocimiento de cualificaciones profesionales.

El Real Decreto 1837/2008 [257] dejó fuera de a la Ingeniería en Informática de la relación de profesiones y actividades profesionales reguladas en España a efectos de la aplicación de este real decreto.

La proposición no de ley 161/002878 [646], aprobada el 11 de febrero de 2015 [647] con el apoyo de todos los grupos parlamentarios, insta al Gobierno a adoptar las medidas necesarias para que la Ingeniería Informática tenga el mismo nivel de definición académico que el resto de ingenierías, pero el Real Decreto 581/2017 [258] vuelve a dejar fuera a la Ingeniería en Informática, aunque se ha recibido confirmación de la Secretaría de Estado para la Sociedad de la Información y la Agenda Digital de la voluntad del Ministerio de informar positivamente en relación con la inclusión de los Ingenieros en Informática e Ingenieros Técnicos en Informática en el ámbito del Real Decreto 1837/2008 [259].

A día de hoy, en España, las competencias establecidas en la resolución 12977/2009 [438], de 8 de junio, definen indirectamente lo que debe saber y saber hacer, un ingeniero informático.

El acceso de los ingenieros a la profesión se hace de distintas maneras en los diferentes países [648]. En general hay tres modelos: los ingenieros profesionales con

licencia, los ingenieros certificados o acreditados profesionalmente y el modelo basado exclusivamente en el título universitario.

El modelo basado en la licencia, con Estados Unidos como principal referente (aunque también se da en Canadá, India o Japón entre otros países), asume que además de unos estudios superiores acreditados, es necesario un aprendizaje tutorizado, práctica documentada y compulsada, así como exámenes en su caso, para poder hacer un pleno ejercicio de la profesión con garantías para la sociedad. Es el modelo más cercano al de los antiguos gremios profesionales. Sus características habituales son que el título de ingeniero profesional está protegido por la ley, el título académico típicamente no, la profesión está regulada y hay atribuciones reservadas exclusivamente a los ingenieros profesionales, la colegiación es obligatoria, la especialización se adquiere por la práctica tutorada y certificada más que por los estudios, además existe un código ético estricto al que se comprometen los ingenieros profesionales.

En el modelo basado en la certificación y el registro, con el Reino Unido como principal ejemplo (aunque también se usa en Australia, Hong Kong, Malasia, Nueva Zelanda y Singapur), la profesión no está regulada y, por tanto, no existen atribuciones profesionales ni colegios propiamente dichos (aunque sí que hay asociaciones profesionales reconocidas por el estado). La competencia profesional se certifica y registra en distintos niveles y de manera voluntaria, por una entidad acreditada para ello e independiente de las universidades. La certificación supone el reconocimiento de unas competencias y/o una especialización por encima de la del ingeniero no certificado. No se puede acceder a la certificación si no se tiene un título profesional reconocido y que otorgue este acceso.

En el modelo basado únicamente en el título universitario, la profesión está regulada, existen colegios profesionales y los ingenieros deben colegiarse para realizar determinados trabajos en los que asumen atribuciones. El único requisito para la colegiación es un título universitario reconocido, no se necesita ninguna prueba adicional. Este modelo se da en España, en la mayoría de los países de América Latina y en algunos de África.

En Europa la situación es muy variada. En general la profesión no está demasiado regulada (Alemania, Francia), o no lo está en absoluto (Reino Unido, Holanda, Bélgica, Suecia, Finlandia), aunque por ejemplo en Italia o en Portugal sí que se encuentra regulada. En cualquier caso, lo habitual en los países europeos es que la Ingeniería

informática no se trate como una excepción y tenga la misma regulación que el resto de ingenierías, que es lo que se defiende que ocurra en España.

En este apartado resulta relevante introducir el Marco de Cualificaciones Europeo (EQF - *European Qualifications Framework* – https://goo.gl/sJHBrP) [649]. El EQF es el marco común de referencia europeo diseñado para traducir los títulos nacionales a un conjunto europeo de descriptores comunes, para facilitar así su lectura y su comparación [650]. El núcleo del EQF es la descripción de 8 niveles de referencia [651], que describen los que la persona sabe, entiende y es capaz de hacer (resultados de aprendizaje). Estos niveles se resumen a continuación y se pueden ver representados en la Figura 6.5:

- *Nivel 1.* Conocimiento básico, general, habilidad para llevar a cabo tareas simples y capacidad para trabajar o estudiar bajo supervisión directa en un contexto estructurado.
- *Nivel 2.* Conocimiento básico de un campo de estudio, habilidad para usar información relevante para llevar a cabo tareas y problemas rutinarios usando herramientas y reglas simples, así como la capacidad para trabajar o estudiar bajo supervisión con cierta autonomía.
- *Nivel 3.* Conocimiento de hechos, principios, procesos y conceptos generales de un campo de estudio, un conjunto de habilidades cognitivas y prácticas para la resolución de problemas y tareas mediante la selección y aplicación de métodos, herramientas, materiales e información básicos, así como la capacidad de tomar responsabilidades para completar tareas en un campo de trabajo adaptando el comportamiento a distintas circunstancias.
- *Nivel 4.* Conocimiento de un contexto amplio de un campo de trabajo, habilidades prácticas y cognitivas para generar soluciones a problemas específicos en un campo de trabajo, la competencia para auto-gestionarse en contextos de trabajo que son normalmente predecibles pero sujetos al cambio, así como la capacidad para supervisar trabajo rutinario de otros.
- *Nivel 5.* Conocimiento comprensivo y especializado en un campo de estudio, sabiendo los límites de ese conocimiento, la habilidad de desarrollar soluciones creativas a problemas abstractos y la competencia para gestionar y supervisar en contextos donde hay cambios impredecibles, así como a revisar y mejorar las prestaciones de uno mismo y otros.

- *Nivel 6.* Conocimiento avanzado de un campo, incluyendo la comprensión crítica de principios y teorías, habilidades avanzadas demostrando la maestría e innovación necesarias para resolver problemas complejos e impredecibles en un campo de trabajo y la competencia para gestionar actividades y proyectos complejos, tomar decisiones en entornos impredecibles y gestionar individuos y grupos.
- *Nivel 7.* Conocimiento altamente especializado, parte del cual está en la frontera del conocimiento en un campo, comprensión crítica de los problemas en el conocimiento de ese campo y de las interfaces con otros campos, la habilidad para resolver problemas especializados necesarios en la investigación y/o en la innovación y la habilidad para gestionar y transformar contextos complejos, impredecible y que necesitan nuevas aproximaciones estratégicas, así como la capacidad para contribuir al conocimiento y la práctica de la profesión.
- *Nivel 8.* Conocimiento en la frontera más avanzada de un campo de trabajo y de la interfaz con otros campos, las habilidades más avanzadas y especializadas, incluyendo la síntesis y la evaluación, necesarias para resolver problemas críticos en investigación y/o innovación y extender el conocimiento y la práctica profesional actuales, así como la habilidad para demostrar autoridad, innovación, autonomía, integridad profesional y académica, además del compromiso sostenido para el desarrollo de nuevas ideas o procesos en la frontera de un contexto de trabajo, incluyendo la investigación.

Figura 6.5. Niveles EQF. Fuente: https://goo.gl/J5UsmT

Con el desarrollo del EEES, se define el *Qualifications Framework for the European Higher Education Area* (QF-EHEA) [652], con cuatro niveles, como se puede apreciar en la Figura 6.6:

- *Ciclo corto.* En el que entran los ciclos formativos.
- *Primer ciclo.* En el que entran los grados.
- *Segundo ciclo.* En el que entran los másteres.
- *Tercer ciclo.* En el que entran los doctorados.

Figura 6.6. Niveles QF-EHEA. Fuente: https://goo.gl/J5UsmT

En España se ha definido el Marco Español de Cualificación para la Educación Superior (MECES) [496], que es el marco español para promover la movilidad de la educación superior en Europa, en el que tiene su reflejo el QF-EHEA para la educación universitaria (además de la formación profesional superior y las enseñanzas de música y artes). Por el Real Decreto 22/2015 [653], el MECES se equipara con el EQF europeo e indirectamente con QF-EHEA, como se refleja en la Figura 6.7:

- Ciclo corto – MECES 1 – EQF 5:
    - Técnico Superior de Formación Profesional.
    - Técnico Superior de Artes Plásticas y Diseño.
    - Técnico Deportivo Superior.
- Primer ciclo – MECES 2 – EQF 6:
    - Título de Grado universitario con menos de 300 créditos ECTS.
    - Graduado en enseñanzas artísticas superiores.
- Segundo ciclo – MECES 3 – EQF 7:

- Título de Grado universitario con 300 créditos ECTS o más.
- Máster universitario.
- Máster en Enseñanzas Artísticas.

- Tercer ciclo – MECES 4 – EQF 8:
  - Doctor.

Figura 6.7. MECES y equivalencia con el EQF. Fuente: https://goo.gl/euj9iJ

En el caso de España, se ha definido un procedimiento de correspondencia entre títulos universitarios oficiales pre-Bolonia y los niveles MECES [654]. Es un procedimiento cuya finalización es otorgar el nivel de correspondencia a cada uno de los títulos del antiguo catálogo de títulos universitarios oficiales pre-Bolonia (arquitecto, ingeniero, licenciado, arquitecto técnico, ingeniero técnico, maestro y diplomado) dentro del MECES). Para los casos de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión, Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas e Ingeniero en Informática, la legislación que determina el nivel de correspondencia al nivel MECES es [655-657].

6.3. Recomendaciones curriculares internacionales para los estudios de Ingeniería Informática

Se puede definir currículo como "un plan para educar estudiantes, ofreciéndoles las características y el conocimiento necesarios para vivir y practicar competentemente una profesión. El currículo debe anticiparse al mundo cambiante en que los estudiantes graduados vivirán y trabajarán" [658].

La educación en *Ciencia de la Computación e Ingeniería* ha sido un área activa durante toda la historia de la disciplina. En particular, desde el establecimiento de los primeros Departamentos de Ciencia de la Computación, a mediados de la década de los sesenta [659], se puso una especial atención al reto de educar a los estudiantes en un campo tan sumamente cambiante y que evoluciona con tanta rapidez como es la Informática [660].

Figura 6.8. Principales recomendaciones curriculares relacionadas con la Ingeniería Informática. Fuente: Elaboración propia

Las propuestas curriculares más relevantes relacionadas con las Ingeniería en Informática (y sus antecedentes) tienen como protagonistas a las dos asociaciones más prestigiosas en el mundo de la Informática, la *Association for Computing Machinery* (ACM – https://goo.gl/VTok2c) e *IEEE Computer Society* (IEEE-CS – https://goo.gl/aq1Kon). Estas organizaciones publican por separado diferentes propuestas curriculares entre los años 1968 y 1983 [661-664], pero terminan aunando esfuerzos en la definición de una propuesta curricular única en el campo de la Ciencia de la Computación e Ingeniería, la propuesta de ACM/IEEE-CS de 1991 (también

conocida como *Computing Curricula 1991* o CC1991) [665, 666]. Esta propuesta se revisa en 2001, *Computing Curricula 2001* o CC2001 [667], y se comienza a replicar el modelo de *Ciencia de la Computación* para la *Ingeniería del Software*, los *Sistemas de Información*, las *Tecnologías de la Información* y la *Ingeniería de Computadores*, de forma que a partir de la publicación del informe CC2005 [668], el término *Computing Curricula* se utiliza para denominar a un informe que da una visión global de las guías curriculares para las cinco sub-disciplinas de la Informática: *Ciencia de la Computación* [669, 670], *Ingeniería del Software* [671-673], *Sistemas de Información* [674-677], *Tecnologías de la Información* [678, 679] e *Ingeniería de Computadores* [680, 681], cada una de las cuales vendrá definida en un volumen curricular que tendrá su propia evolución. Además, existen otras propuestas curriculares, como por ejemplo las propuestas para la enseñanza de la Informática a niños menores de 12 años [682-684]. Estas propuestas curriculares se han resumido de forma gráfica en la Figura 6.8.

A la hora de plantear propuestas concretas de planes de estudios ha cambiado desde los años anteriores a la década de los 90, done la elección entre *hardware* y *software* era mucho más clara, con la opción de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería de Computadores para decantarse por el *hardware* y la opción de Ciencia de la Computación para hacerlo por el *software*. Sin embargo, con el comienzo del siglo XXI, la presencia e influencia del *software* es mucho mayor y existen diferentes opciones para construir planes de estudios, tal y como se refleja en la Figura 6.9.

Figura 6.9. Posibles combinaciones entre las disciplinas. Fuente: [668] (p. 12)

En [668] se utiliza una caracterización gráfica para comparar las diferentes disciplinas de la Informática, de forma que cada una de ellas ocupa un espacio del problema que refleja lo que sus egresados pueden hacer después de graduarse, mientras que la dimensión horizontal se gradúa desde *Teoría*, *Principios* e *Innovación* a la izquierda hasta *Aplicación*, *Desarrollo* y *Configuración* a la derecha.

En la Figura 6.10 se representa la disciplina de la *Ingeniería de Computadores*, que cubre todo el espectro horizontal, pero se estrecha en el centro según se sube en el eje vertical por su focalización en el *hardware* y su interés en el desarrollo de *software* se encuentra en el centro horizontal porque este se orienta al desarrollo de dispositivos integrados.

Figura 6.10. Representación de la Ingeniería de Computadores. Fuente: [668] (p. 17)

La *Ciencia de la Computación* cubre un buen espectro vertical, dejando fuera el *hardware* y los aspectos organizacionales. En el eje horizontal no llegan al extremo derecho porque no se ocupa de ayudar a la selección, a la personalización o al aprendizaje de los productos tecnológicos, tal y como se representa en la Figura 6.11.

Figura 6.11. Representación de la Ciencia de la Computación. Fuente: [668] (p. 18)

Por su parte, en la Figura 6.12, se representa la disciplina de los *Sistemas de Información*. En ella se cubre el eje horizontal, pero en la parte superior del eje vertical. Se desciende en el eje vertical en la mitad derecha por su relación con el desarrollo de *software* y de infraestructuras de sistema.

Figura 6.12. Representación de los Sistemas de Información. Fuente: [668] (p. 19)

La *Tecnología de la Información* cubre todo el eje vertical, excepto el *hardware*, y en la parte horizontal se orienta hacia el extremo derecho al centrarse en las necesidades de aplicación, despliegue y configuración de las organizaciones y de las personas, como se aprecia en la Figura 6.13. Tiene un importante solapamiento con los *Sistemas de*

Información, pero los profesionales de la *Tecnología de la Información* tienen un mayor sesgo a satisfacer las necesidades de las personas que aparecen con la tecnología.

Figura 6.13. Representación de la Tecnología de la Información. Fuente: [668] (p. 20)

Por último, la *Ingeniería del Software* se representa en la Figura 6.14. Su área de influencia se expande por todo el eje horizontal, tiene su límite vertical inferior en la capa de *hardware* y su límite superior penetra ligeramente en el área de aspectos de organización y sistemas de información. Los profesionales de esta disciplina cubren un amplio rango de necesidades en los proyectos *software* de gran escala. Esta disciplina tiene como objetivo el desarrollo de modelos sistemáticos y técnicas confiables para producir productos *software* de alta calidad dentro del calendario y presupuesto estimados, por lo que entran en juego tanto los fundamentos teóricos como la aplicación práctica de los mismos en la práctica cotidiana del ingeniero de *software*. El dominio de la *Ingeniería del Software* se extiende hacia abajo en el eje vertical hasta la infraestructura de los sistemas porque estos profesionales desarrollan infraestructura *software* robustas que sirvan de base a la capa de servicios finales. Además, en este mismo eje vertical, su límite superior llega a tocar los aspectos organizacionales porque también se diseñan y desarrollan sistemas de información que son apropiados para la organización cliente.

Figura 6.14. Representación de la Ingeniería del *Software*. Fuente: [668] (p. 21)

6.4. Los estudios de Ingeniería Informática en España

En el curso académico 2017-2018 se conmemora en España el 40 aniversario del inicio de los estudios universitarios oficiales en España, lo que suponen cuatro décadas de auge y consolidación de la profesión de Ingeniero en Informática, cuyos egresados están llamados a protagonizar el cambio a una sociedad digital.

6.4.1. Orígenes y evolución

La inclusión de materias específicas de informática en titulaciones universitarias como Físicas, Matemáticas, Empresariales y algunas ingenierías se remonta al año 1965 y siguientes, e incluso se introducen especialidades como cálculo automático en algunas de esas titulaciones.

Sin embargo, es a principios del año 1969 cuando se produce un verdadero hito en informática con la creación, con sede en Madrid, del Instituto de Informática, dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia, para impartir docencia oficial en el campo de la Informática (Decreto 554/69 [685]). Posteriormente, en 1971 y 1972 se crean en San Sebastián y Barcelona, respectivamente, sendos centros delegados del Instituto de Informática, el último con sede en la Universidad Autónoma de Barcelona.

Los orígenes de los estudios universitarios oficiales de Informática se remontan en España al año 1976, cuando por Decreto 593/76 [686], de 4 de marzo, se crean en el estado español las primeras facultades de informática en las Universidades Politécnicas de Madrid (UPM) y Barcelona (UPC) y en la Universidad de Valladolid, esta última con sede en San Sebastián (actualmente Universidad del País Vasco, UPV/EHU). Se daba así cumplimiento a lo establecido en el Decreto 327/76 [687], de 26 de febrero, sobre estudios de Informática, por el que se procedía a la estructuración de las enseñanzas de Informática dentro del sistema educativo español, y se creaba a nivel de educación universitaria las licenciaturas en informática, para ser impartidas en las facultades correspondientes. Es a partir del curso académico 1977-1978 que se aprueban los respectivos planes de estudios y se ponen en marcha estas licenciaturas, primero en esos tres centros decanos que ahora conmemoran su 40 aniversario y, paulatinamente, en el resto del país. En ese mismo año 1976, la Escuela de Informática de Deusto fue erigida canónicamente Facultad de Informática y obtuvo el reconocimiento oficial como tal en 1979.

Posteriormente, los estudios de Licenciatura en Informática se sustituyeron por los de Ingeniería en Informática (Decreto 1459/1990 [688]), con los que quedaron de hecho homologados en 1994 (Decreto 1954/1994 [689]). Finalmente, las ingenierías dieron paso a las actuales titulaciones de Grado y de Máster (RD 1393/2007 [51]) con el propósito de armonizar los sistemas universitarios europeos, en el marco del proceso de construcción del EEES.

6.4.2. Estudios de Ingeniería Informática en las universidades públicas de Castilla y León

En la Comunidad Autónoma de Castilla y León hay cuatro universidades públicas, la Universidad de Burgos, la Universidad de León, la Universidad de Salamanca y la Universidad de Valladolid, en todas ellas existen titulaciones de Ingeniería Informática, cada una de ellas con su propia génesis y evolución [690].

En la Universidad de Burgos, los estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (ITIG) se iniciaron en el curso 1995-1996[19], dentro de la Escuela Universitaria Politécnica, con un límite de acceso de 70 estudiantes. Este límite se fue ampliando paulatinamente desde el curso 1999-2000 hasta llegar a los 165 en el curso 2003-2004,

[19] Se tuvo la oportunidad de participar en esa etapa de la puesta en marcha de la titulación de ITIG en la Universidad de Burgos al ser profesor de esta universidad desde el 1/12/1995 al 30/9/1998.

para suprimirse totalmente en el 2004-2005. En el curso 2001-2002 se iniciaron los estudios de Segundo Ciclo de Ingeniería Informática, de 150 créditos, con un límite inicial de admisión de 50 estudiantes que se suprimió en el curso 2003-2004. En el curso 1998-1999 la Escuela Universitaria Politécnica pasa a ser Escuela Politécnica Superior. En el curso 2010-2011 se inicia el Grado en Ingeniería Informática [691], que se imparte tanto en modalidad presencial como en modalidad *online* (a partir del curso 2014-2015). Este grado renovó su acreditación en 2016. El Máster Universitario en Ingeniería en Informática comienza a impartirse en el curso 2012-2013 con una carga de 90 ECTS y renovó su acreditación en 2016.

En la Universidad de León los estudios de Ingeniería Informática se iniciaron en el curso 1997-1998 con un plan de estudios de 300 créditos distribuidos en cuatro cursos y un límite inicial de 100 estudiantes que posteriormente se elevó a 125. El centro encargado de dichos estudios es la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática (actualmente en proceso de cambio de nombre a Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial). En el curso 2010-2011 comienza el Grado en Ingeniería Informática [692]. Este grado renovó su acreditación en 2016 y obtuvo el sello Euro-Inf el 15 de diciembre de 2016. El Máster Universitario en Ingeniería en Informática comienza a impartirse en el curso 2014-2015 con una carga de 90 ECTS.

En la Universidad de Salamanca los estudios de Ingeniería Técnica de Informática de Sistemas (ITIS) se inician el curso 1992-1993, derivados directamente de la Diplomatura de Informática de Sistemas que había empezado en el curso 1989-1990, dentro de la Facultad de Ciencias. En el curso 1997-1998 se cambió el plan de estudios, con una composición de 201 créditos y una limitación de acceso de 105 estudiantes que se amplió a 160. En el curso 1998-1999 empezó el Segundo Ciclo de Ingeniería Informática, con un plan de 127 créditos y una limitación de acceso de 40 estudiantes. En el curso 2002-2003 se inician en la Escuela Superior Politécnica de Zamora los estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, con un plan de estudios de 204 créditos y una limitación de acceso de 50 estudiantes. El Grado en Ingeniería Informática comienza a impartirse en el curso 2010-2011 [693] en la Facultad de Ciencias, una vez superado el proceso de verificación, y sustituye a la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas y a la Ingeniería Informática (de 2º ciclo). Tiene un límite de acceso de 160 estudiantes. En 2016 este grado renovó su acreditación. En el año académico 2011-12 comienza a impartirse, una vez recibido el informe favorable

de la ACSUCyL, el Curso de Adaptación al Grado en Ingeniería Informática con el fin de que los Ingenieros Técnicos en Informática de Sistemas, titulados de la anterior ordenación, obtengan, tras superarlo, el título de Graduado/a en Ingeniería Informática. Este curso de adaptación consta de 60 ECTS, organizados en 9 asignaturas y un trabajo fin de grado de 12 ECTS. Durante tres años se impartió como grupo independiente y en horario de tarde. Desde 2014-2015 dejaron de ofertarse plazas. Además, en la Escuela Politécnica Superior de Zamora comienza a impartirse el Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información en el curso 2010-2011 [694], una vez superado el proceso de verificación, que sustituye al título de ITIG. En 2016 este Grado renovó su acreditación. En el año académico 2011-2012 comienza a impartirse, una vez recibido el informe favorable de la ACSUCyL, el Curso de Adaptación al Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información con el fin de que los Ingenieros Técnicos en Informática de Gestión, titulados de la anterior ordenación, obtengan, tras superarlo, el título de Graduado/a en Ingeniería Informática en Sistemas de Información. En 2017-2018 han dejado de ofertarse plazas para este Curso de Adaptación. Desde el curo 2017-2018 se oferta el Doble Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información y en Información y Documentación. El Máster Universitario en Ingeniería Informática se implanta en la Facultad de Ciencias en el curso 2014-2015, con 90 ECTS, una vez superado en 2013 el proceso de verificación. En el curso 2017-2018 este máster pasa a tener una modalidad de impartición semipresencial.

En la Universidad de Valladolid, los estudios de Informática se iniciaron en el curso 1985-1986 con las dos Diplomaturas en Informática, Gestión y Sistemas, impartidas en la Escuela Universitaria Politécnica. En el curso 1989-1990 se inició el Segundo Ciclo de la Licenciatura en Informática, con 137 créditos, en la Facultad de Ciencias. En el 1992-1993, ambos estudios se convirtieron en las correspondientes Ingenierías Técnicas y Superior, respectivamente, con 225 y 134 créditos. Durante el curso 1997-1998 se desplazan al Edificio de Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones los estudios de Ingeniería Técnica en Informática y de Segundo Ciclo en Ingeniero en Informática, compartiendo espacios con la Escuela Técnica de Ingenieros de Telecomunicación. El 2 de enero de 2001 se publica en el Boletín Oficial de Castilla y León la creación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática [695], centro al que se adscriben las titulaciones de Informática en esta universidad y cuya sede sigue siendo el edificio compartido con Telecomunicaciones. En el curso

2001-2002 se adscriben a la Universidad de Valladolid los estudios del antiguo Colegio Universitario 'Domingo de Soto' de Segovia, donde se impartían también estudios de Informática. En 2002, el Consejo de Gobierno de la Universidad de Valladolid aprueba la creación de la Escuela Universitaria de Informática de Segovia, centro que se hace responsable de los estudios de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión, con un plan de estudios de 225 créditos idéntico al que se oferta en la E.T.S. de Ingeniería Informática de Valladolid. En el curso 2010-2011 comienzan a impartirse en la E.T.S. de Ingeniería Informática de Valladolid el Grado en Ingeniería Informática [696] y el Grado en Ingeniería Informática de Sistemas [697], en el curso 2013-2014 el Grado en Ingeniería Informática sustituye a los grados anteriores de planes de 2010. En el Campus de Segovia, en el curso 2009-2010 se implanta el Grado en Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones [698]. En el curso 2013-2014 se implanta el Máster Universitario en Ingeniería Informática, de 90 ECTS, para sustituir el segundo ciclo de la titulación de ingeniería informática que se extinguió en el curso 2010-2011. En el curso 2017-2018 se renueva la acreditación del máster con una especialidad en *Big Data*.

6.5. Los estudios de Ingeniería Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca

En este apartado se va a profundizar en el contexto académico de los títulos oficiales relacionados con la Ingeniería en Informática que, en el curso académico 2017-2018, se imparten en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, centro al que se encuentra adscrita la plaza a concurso.

Estos estudios comprenden niveles de grado, máster y doctorado. Es decir, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca un estudiante puede alcanzar los niveles más altos de cualificación en la Ingeniería en Informática según tanto el *European Qualifications Framework* como en el Marco Español de Cualificación para la Educación Superior (MECES).

6.5.1. Grado en Ingeniería Informática

En 2005 se publica el Libro Blanco del título de Grado en Ingeniería Informática [385], en el que se tuvo una participación activa. Este Libro Blanco recoge el trabajo desarrollado en el proyecto EICE [386] por una red de universidades españolas con la

financiación de ANECA con el objetivo de diseñar un título de grado adaptado al EEES.

Una de las conclusiones principales de este libro es que se propone una única titulación de grado en Ingeniería Informática, de forma que la especialización quedase para los estudios de máster. Los másteres serían de carácter puramente profesional o de carácter científico, estos últimos dirigidos hacia la investigación y la obtención del título de doctor. El grado tendría una orientación profesional, que permitiera a los titulados integrarse en el mercado laboral y los objetivos formativos integrarían competencias genéricas básicas, otras transversales relacionadas con la formación integral de las personas y otras más específicas que serían las que posibilitarían la integración en el mercado de trabajo. Estas competencias comportan conocimientos, procedimientos, actitudes y rasgos que se deben poseer para afrontar situaciones profesionales.

El libro identificó tres perfiles profesionales: desarrollo de *software*, sistemas y gestión y explotación de tecnologías de la información, para lo que propone competencias para cada perfil. El objetivo es que los graduados en Ingeniería Informática tengan una formación amplia y sólida, con una base científica y tecnológica, que les permitiera abordar sistemas, aplicaciones y productos en todas las fases de su ciclo de vida aplicando los métodos y técnicas propios de la ingeniería.

Entre otras muchas cosas, se espera de los graduados en Ingeniería Informática la comprensión de la dimensión humana, económica, social, legal y ética de la profesión, la capacidad de asumir responsabilidades técnicas y directivas, la habilidad de dirigir proyectos y trabajar en equipos multidisciplinares, poder aprender de manera autónoma a lo largo de la vida, participar en todas las fases de un sistema informático (desde su especificación inicial hasta su mantenimiento y retirada) y tener la base suficiente para continuar con estudios de máster y de doctorado.

En marzo de 2006, el Consejo de Coordinación Universitaria publica la ficha técnica de propuesta de un título universitario de grado en Ingeniería Informática [699]. En ella se recogen directrices basadas en el libro blanco, así como capacidades y competencias que deben tener los ingenieros informáticos. También se hace una descripción de materias y las competencias que cada una proporciona.

El Libro Blanco proponía cuatro categorías de contenidos formativos comunes: fundamentos científicos, contenidos generales de la ingeniería, contenidos específicos de la Ingeniería Informática y el trabajo fin de grado.

Se deja que cada universidad desarrolle los contenidos allí reflejados en sus propios planes de estudios, que de acuerdo al Real Decreto 1393/2007 [51] deben ser verificados por el Consejo de Universidades y autorizados por las correspondientes Comunidades Autónomas. Además, estos títulos deberían ser inscritos en el Registro de Universidades, Centros y Títulos y acreditados.

En la resolución de 8 de junio de 2009 [438] se publica un acuerdo del Consejo de Universidades en el que se dan recomendaciones para que las universidades propongan la memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática e Ingeniería Técnica Informática. Este documento presenta en su *Anexo II, Apartado 3* las competencias que los estudiantes en Ingeniería Técnica en Informática (que ese documento equipara provisionalmente con el nivel de grado) deben adquirir:

1. *Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.*
2. *Capacidad para dirigir las actividades objeto de los proyectos del ámbito de la informática de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.*
3. *Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, así como de la información que gestionan.*
4. *Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.*
5. *Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas empleando los métodos de la ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad,*

de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.

6. *Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.*
7. *Capacidad para conocer, comprender y aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática y manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.*
8. *Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.*
9. *Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad.*
10. *Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.*
11. *Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.*
12. *Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico en Informática.*
13. *Conocimiento y aplicación de elementos básicos de economía y de gestión de recursos humanos, organización y planificación de proyectos, así como la legislación, regulación y normalización en el ámbito de los proyectos informáticos, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.*

En el *Anexo II, Apartado 5* sobre la *Planificación de las enseñanzas*, se indica que los títulos a los que se refiere el presente acuerdo son enseñanzas universitarias oficiales de grado, por lo que sus planes de estudios tendrán una duración de 240 ECTS.

Además, se deberá cursar el bloque de formación básica de 60 ECTS, el bloque común a la rama de informática de 60 ECTS, un bloque completo de 48 ECTS correspondiente a cada ámbito de tecnología específica, además de realizarse un trajo fin de grado de 12 ECTS. El plan de estudios debe incluir, como mínimo, los módulos que se recogen en la Tabla 6.1.

El grado en Ingeniería Informática comienza a impartirse en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca en el curso 2010-2011 y sustituye a la Ingeniería Técnica en Informática de Sistema [693]. En 2016 este Grado renovó su acreditación.

Estos estudios duran cuatro años (60 ECTS por año para completar 240) y están estructurados en cinco módulos de asignaturas semestrales en su mayoría de 6 ECTS: de formación básica (60 ECTS), de formación común a la informática (84 ECTS), de formación en tecnología específica (48 ECTS de Tecnologías de la Información y 6 de Computación), de formación complementaria u optativas (30 ECTS) y trabajo fin de grado (12 ECTS). Entre las optativas que se cursan en 4º curso se incluyen las prácticas externas en empresa (12 ECTS), tal y como se recoge en la Tabla 6.2 y en la Tabla 6.3.

Tabla 6.1. Módulos del Grado en Ingeniería Informática. Fuente: [438] (pp. 66704-66707)

Módulo	ECTS	Competencias que deben adquirirse
De formación básica	60	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización. Comprensión y dominio de los conceptos básicos de campos y ondas y electromagnetismo, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. Capacidad para comprender y dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería. Conocimiento de la estructura, organización, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, los fundamentos de su programación, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.

Módulo	ECTS	Competencias que deben adquirirse
Común a la rama de informática	60	Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente. Capacidad para planificar, concebir, desplegar y dirigir proyectos, servicios y sistemas informáticos en todos los ámbitos, liderando su puesta en marcha y su mejora continua y valorando su impacto económico y social. Capacidad para comprender la importancia de la negociación, los hábitos de trabajo efectivos, el liderazgo y las habilidades de comunicación en todos los entornos de desarrollo de *software*. Capacidad para elaborar el pliego de condiciones técnicas de una instalación informática que cumpla los estándares y normativas vigentes. Conocimiento, administración y mantenimiento sistemas, servicios y aplicaciones informáticas. Conocimiento y aplicación de los procedimientos algorítmicos básicos de las tecnologías informáticas para diseñar soluciones a problemas, analizando la idoneidad y complejidad de los algoritmos propuestos. Conocimiento, diseño y utilización de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema. Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados. Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman. Conocimiento de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Operativos y diseñar e implementar aplicaciones basadas en sus servicios. Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas. Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de las bases de datos, que permitan su adecuado uso, y el diseño y el análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellos. Conocimiento y aplicación de las herramientas necesarias para el almacenamiento, procesamiento y acceso a los Sistemas de información, incluidos los basados en web. Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real. Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de los sistemas inteligentes y su aplicación práctica. Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la ingeniería de *software*. Capacidad para diseñar y evaluar interfaces persona computador que garanticen la accesibilidad y usabilidad a los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas. Conocimiento de la normativa y la regulación de la informática en los ámbitos nacional, europeo e internacional.
De tecnología específica Ingeniería del *Software*	48	Capacidad para desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas *software* que satisfagan todos los requisitos del usuario y se comporten de forma fiable y eficiente, sean asequibles de desarrollar y mantener y cumplan normas de calidad, aplicando las teorías, principios, métodos y prácticas de la Ingeniería del *Software*. Capacidad para valorar las necesidades del cliente y especificar los requisitos software para satisfacer estas necesidades, reconciliando objetivos en conflicto mediante la búsqueda de compromisos aceptables dentro de las limitaciones derivadas del coste, del tiempo, de la existencia de sistemas ya desarrollados y de las propias organizaciones. Capacidad de dar solución a problemas de integración en función de las estrategias, estándares y tecnologías disponibles. Capacidad de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones *software* sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales. Capacidad de identificar, evaluar y gestionar los riesgos potenciales asociados que pudieran presentarse. Capacidad para diseñar soluciones apropiadas en uno o más dominios de aplicación utilizando métodos de la ingeniería del *software* que integren aspectos éticos, sociales, legales y económicos.
Ingeniería de Computadores	48	Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones. Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empotrados, así como desarrollar y optimizar el *software* de dichos sistemas. Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar *software* de para las mismas. Capacidad de diseñar e implementar *software* de sistema y de comunicaciones. Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas *hardware* y *software* más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real. Capacidad para comprender, aplicar y gestionar la garantía y seguridad de los sistemas informáticos. Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas *hardware* para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos. Capacidad para diseñar, desplegar, administrar y gestionar redes de computadores.
Computación	48	Capacidad para tener un conocimiento profundo de los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática. Capacidad para conocer los fundamentos teóricos de los lenguajes de programación y las técnicas de procesamiento léxico, sintáctico y semántico asociadas, y saber aplicarlas para la creación, diseño y procesamiento de lenguajes. Capacidad para evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos. Capacidad para conocer los fundamentos, paradigmas y técnicas propias de los sistemas inteligentes y analizar, diseñar y construir sistemas, servicios y aplicaciones informáticas que utilicen dichas técnicas en cualquier ámbito de aplicación. Capacidad para adquirir, obtener, formalizar y representar el conocimiento humano en una forma computable para la resolución de problemas mediante un sistema informático en cualquier ámbito de aplicación, particularmente los relacionados con aspectos de computación, percepción y actuación en ambientes o entornos inteligentes. Capacidad para desarrollar y evaluar sistemas interactivos y de presentación de información compleja y su aplicación a la resolución de problemas de diseño de interacción persona computadora. Capacidad para conocer y desarrollar técnicas de aprendizaje computacional y diseñar e implementar aplicaciones y sistemas que las utilicen, incluyendo las dedicadas a extracción automática de información y conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos.

Módulo	ECTS	Competencias que deben adquirirse
Sistemas de Información	48	Capacidad de integrar soluciones de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y procesos empresariales para satisfacer las necesidades de información de las organizaciones, permitiéndoles alcanzar sus objetivos de forma efectiva y eficiente, dándoles así ventajas competitivas. Capacidad para determinar los requisitos de los sistemas de información y comunicación de una organización atendiendo a aspectos de seguridad y cumplimiento de la normativa y la legislación vigente. Capacidad para participar activamente en la especificación, diseño, implementación y mantenimiento de los sistemas de información y comunicación. Capacidad para comprender y aplicar los principios y prácticas de las organizaciones, de forma que puedan ejercer como enlace entre las comunidades técnica y de gestión de una organización y participar activamente en la formación de los usuarios.
		Capacidad para comprender y aplicar los principios de la evaluación de riesgos y aplicarlos correctamente en la elaboración y ejecución de planes de actuación. Capacidad para comprender y aplicar los principios y las técnicas de gestión de la calidad y de la innovación tecnológica en las organizaciones.
Tecnologías de la Información	48	Capacidad para comprender el entorno de una organización y sus necesidades en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Capacidad para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar, evaluar, construir, gestionar, explotar y mantener las tecnologías de *hardware*, *software* y redes, dentro de los parámetros de coste y calidad adecuados. Capacidad para emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, evaluación y gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, ergonomía y usabilidad de los sistemas. Capacidad para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar y gestionar redes e infraestructuras de comunicaciones en una organización. Capacidad para seleccionar, desplegar, integrar y gestionar sistemas de información que satisfagan las necesidades de la organización, con los criterios de coste y calidad identificados. Capacidad de concebir sistemas, aplicaciones y servicios basados en tecnologías de red, incluyendo Internet, web, comercio electrónico, multimedia, servicios interactivos y computación móvil. Capacidad para comprender, aplicar y gestionar la garantía y seguridad de los sistemas informáticos.
Trabajo de Fin de Grado	12	Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería en Informática de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

Tabla 6.2. Distribución del plan de estudios por tipo de materia. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA

Tipo de Materia	Nº de créditos ECTS
Formación básica	60
Materias obligatorias	138
Materias optativas	30
Prácticas externas†	0
Trabajo fin de grado	12
TOTAL	**240**

†Las prácticas en empresa se incluyen como créditos optativos (12 ECTS)

Tabla 6.3. Distribución del plan de estudios por tipo de materia, según Acuerdo del Consejo de Universidades. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA

Tipo de Materia	Nº de créditos ECTS
Formación básica	60
Materias comunes a la rama de informática	84
Formación en tecnología específica: Tecnologías de la información (48 ECTS) y Computación (6 ECTS)	54
Formación complementaria (optativas)	30
Trabajo fin de grado	12
TOTAL	**240**

Las asignaturas, organizadas por cursos, se presentan a continuación. El primer curso en la Tabla 6.4, el segundo curso en la Tabla 6.5, el tercer curso en la Tabla 6.6, el cuarto curso en la Tabla 6.7 y las asignaturas optativas en la Tabla 6.8.

Tabla 6.4. Asignaturas del primer curso. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA

CURSO 1º			
Asignatura	**Tipo de materia**	**Semestre**	**ECTS**
Álgebra lineal y geometría	F. Básica	1	6
Estadística	F. Básica		6
Fundamentos físicos	F. Básica		6
Computadores I	F. Básica		6
Programación I	F. Básica		6
Cálculo	F. Básica	2	6
Álgebra computacional	F. Básica		6
Computadores II	F. Básica		6
Programación II	F. Básica		6
Organización y gestión de empresas	F. Básica		6
TOTAL			**60**

Tabla 6.5. Asignaturas del segundo curso. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA

CURSO 2º			
Asignatura	**Tipo de materia**	**Semestre**	**ECTS**
Programación III	Obligatoria	3	6
Estructura de datos y algoritmos I	Obligatoria		6
Sistemas operativos I	Obligatoria		6
Señales y sistemas	Obligatoria		6
Diseño de bases de datos	Obligatoria		6
Estructura de datos y algoritmos II	Obligatoria	4	6
Sistemas operativos II	Obligatoria		6
Sistemas de bases de datos	Obligatoria		6
Ingeniería de software I	Obligatoria		6
Informática teórica	Obligatoria		6
TOTAL			**60**

Tabla 6.6. Asignaturas del tercer curso. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA

CURSO 3º			
Asignatura	**Tipo de materia**	**Semestre**	**ECTS**
Programación avanzada	Obligatoria	5	6
Redes de computadores I	Obligatoria		6
Ingeniería de software II	Obligatoria		6
Interfaces gráficas de usuario	Obligatoria		6
Optativa 1	Optativa		6
Arquitectura de computadores	Obligatoria	6	6
Redes de computadores II	Obligatoria		6
Administración de sistemas	Obligatoria		6
Interacción persona – ordenador	Obligatoria		6
Optativa 2	Optativa		6
TOTAL			**60**

Tabla 6.7. Asignaturas del cuarto curso. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA

CURSO 4º			
Asignatura	**Tipo de materia**	**Semestre**	**ECTS**
Aspectos legales y profesionales de la información	Obligatoria	7	6
Fundamentos de sistemas inteligentes	Obligatoria		6
Gestión de proyectos	Obligatoria		6
Seguridad en sistemas informáticos	Obligatoria		6
Optativa 3	Optativa		6
Sistemas distribuidos	Obligatoria	8	6
Optativa 4[†]	Optativa		6
Optativa 5[†]	Optativa		6
Trabajo fin de grado	TFG		12
TOTAL			**60**

[†]Teniendo en cuenta que cada asignatura optativa tiene 6 créditos, los estudiantes deberán cursar un mínimo de tres optativas si realizan prácticas externas o de cinco en caso de no realizarlas

Tabla 6.8. Asignaturas optativas. Fuente: https://goo.gl/Tx3tvA

Asignaturas optativas	Nº de créditos ECTS
Periféricos	6
Sistemas digitales programables	6
Desarrollo de aplicaciones avanzadas	6
Animación digital	6
Procesadores de lenguajes	6
Tecnologías de información emergentes	6
Bases de datos avanzadas	6
Diseño de interacción	6
Robótica	6
Modelo y simulación	6
Control de procesos	6
Informática industrial	6
Teoría de la información y teoría de códigos	6
Prácticas externas	12

La Guía Académica del Grado en Ingeniería Informática correspondiente al curso académico 2017-2018 está accesible en [700].

En segundo, tercer y cuarto curso, como se puede ver en las tablas 5, 6 y 7 respectivamente, se encuentran las asignaturas del grado que están relacionadas con la materia de *Ingeniería del Software*, objeto parcial de este Proyecto Docente. Todas ellas han sido impartidas por quien suscribe este Proyecto, con especial atención a la asignatura *Ingeniería de Software I*.

El perfil de ingreso recomendado para este grado es el de egresado del Bachillerato en la modalidad de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud, opción 1: Ciencias e Ingeniería (según la LOE), o que hayan finalizado un ciclo formativo de grado superior de Administración de Sistemas Informáticos o Desarrollo de Aplicaciones Informáticas; que tengan otra titulación universitaria o que hayan superado la prueba de acceso para mayores de 25 años de la Universidad de Salamanca. Adicionalmente son interesantes poseer las siguientes características:

- Habilidades especiales en el uso correcto del lenguaje y en matemáticas.
- Conocimientos de la lengua inglesa, ya que la bibliografía especializada se encuentra generalmente en este idioma.
- Destrezas como trabajo en equipo, capacidad de razonamiento abstracto y la creatividad, además de una buena capacidad a la adaptación de conocimientos cambiantes.
- Buena capacidad de análisis y síntesis para poder abstraer las propiedades estructurales de la realidad Informática.
- Hábito de trabajo, dedicación al estudio y gusto por la Informática.

En consonancia con lo anterior, la titulación está recomendada para personas que, habiendo superado el Bachillerato cursando en sus opciones las materias de Física y Matemáticas II, hayan elegido el Grado en Ingeniería Informática en primera o segunda opción al realizar su preinscripción en la Universidad de Salamanca.

En la Tabla 6.9 se presentan los indicadores del Grado en Ingeniería Informática.

Tabla 6.9. Indicadores del Grado en Ingeniería Informática. Fuente: Basado en [701] (pp. 2-3)

Variables e indicadores del título						
Curso	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Titulación	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática	Grado en Ingeniería Informática
Centro	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias
Código de titulación	2502283	2502283	2502283	2502283	2502283	2502283
Código de centro	37007912	37007912	37007912	37007912	37007912	37007912
Año de inicio	2010	2010	2010	2010	2010	2010
Créditos necesarios	240	240	240	240	240	240
Duración (años)	4	4	4	4	4	4
Plazas ofertadas	160	160	160	145	145	160
Estudiantes de nuevo ingreso en el título (incluye cambios de estudio y adaptación)	157	233	200	173	153	168
Estudiantes de nuevo ingreso en el título y en la Universidad	110	142	140	135	126	162
Relación oferta/demanda (nuevo ingreso en el título y Universidad)	1,45	1,13	1,14	1,07	1,15	0,99
Estudiantes en cursos de adaptación al grado	-	60	37	21	-	-
% acceso por bachillerato a tiempo completo	64,33%	53,22%	64%	77,46%	91,5%	89,29%
% acceso por bachillerato a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
% acceso por FP a tiempo completo	15,29%	13,3%	8%	6,94%	3,27%	6,55%
% acceso por FP a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
% acceso mayores de 25 años a tiempo completo	-	-	0,5%	-	-	-
% acceso mayores de 25 años a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
% acceso titulados a tiempo completo	-	18,45%	17,5%	10,4%	-	0,6%
% acceso titulados a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
% acceso otra modalidad a tiempo completo	20,38%	15,02%	10%	5,20%	5,23%	3,57%
% acceso otra modalidad a tiempo parcial	-	-	-	-	-	-
Nota de corte	5	5	5	5	5,085	5
Nota media de acceso	7,28	6,82	7,06	7,17	7,67	7,6

Variables e indicadores del título						
Curso	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Número de matriculados	157	373	490	562	598	648
Número de mujeres	21	57	86	97	92	93
% de mujeres	13,38%	15,28%	17,55%	17,26%	15,38%	14,35%
% de estudiantes de procedencia de Salamanca	28,66%	65,24%	63%	66,47%	57,52%	54,17%
% de estudiantes de procedencia de Ávila	4,46%	7,30%	9%	4,62%	7,19%	2,38%
% de estudiantes de procedencia de Zamora	7,64%	6,01%	8%	8,67%	9,15%	11,31%
% de estudiantes de procedencia del resto de Castilla y León	3,18%	7,73%	4%	4,05%	3,92%	4,17%
% de estudiantes de procedencia del resto de España	3,82%	10,73%	12,5%	12,72%	21,57%	23,21%
% de estudiantes extranjeros	2,55%	3%	3,5%	3,47%	3,27%	3,57%
Tasa de rendimiento†	51,28%	60,71%	61,14%	63,72%	64,06%	65,15%
Tasa de éxito‡	67,1%	73,42%	70,81%	73,33%	74,02%	75,8%
Tasa de evaluación*	76,43%	82,68%	86,35%	86,89%	86,55%	85,95%
Tasa de abandono•	15,92%	12,45%	14%	24,86%	-	-
Tasa de graduación♣	21,66%	40,34%	-	-	-	-
Porcentaje de graduados en tiempo normativo	9,55%	29,61%	28,5%	-	-	-
Número de egresados	-	43	38	40	47	64
Número de egresados sin reconocimiento de créditos	-	-	-	14	26	39
Tasa de eficiencia♠	-	-	-	97,56%	91,47%	86,24%

†Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

‡Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos presentados por titulación y curso académico.

*Relación porcentual entre el número de créditos presentados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

•Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que, sin finalizar los estudios, no se matriculan en los dos cursos siguientes.

♣Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que finalizan estudios en los años previstos de duración del título o en un año más. En la tabla se proporciona también el porcentaje de graduados en el número de años que marca el plan de estudios (tiempo normativo)

♠Relación porcentual entre el número de créditos de los que debieron matricularse los estudiantes de la cohorte de graduación del curso indicado en cada columna, según el plan de estudios, y el número de créditos de los que efectivamente se han matriculado. Se excluyen los estudiantes con créditos reconocidos.

También se dispone de los datos de un estudio de la inserción laboral de los egresados del Grado en Ingeniería Informática de la cohorte 2013-2014 y su afiliación a la Seguridad Social en 2015 y en 2016 [702] (ver Tabla 6.10).

Tabla 6.10. Egresados universitarios del Graduado o Graduada en Ingeniería Informática por la Universidad de Salamanca del curso 2013-2014 y su estado de afiliación a la Seguridad Social y de alta laboral en la fecha de 23 de marzo de cada año (2015 y 2016). Fuente: Basado en [702]

		Graduado en Ingeniería Informática	
		1 año después de egresar (23 de marzo de 2015)	2 años después de egresar (23 de marzo de 2016)
Número de egresados en el curso 2013-2014		40	
Tasa de afiliación		70%	80%
% de autónomos		10,7%	6,3%
Según tipo de contrato	**% de indefinidos**	33,3%	42,9%
	% de temporales	66,7%	57,1%
Según jornada laboral	**% a tiempo completo**	96%	93,3%
	Tiempo parcial: más de media jornada	4%	6,7%
	Tiempo parcial: menos de media jornada	-	-
Según grupo de cotización	**Universitario**	25%	43,8%
	Medio, no manuales	39,3%	43,6%
	Bajo y manual	35,7%	12,5%

6.5.2. Máster Universitario en Ingeniería Informática

Con la publicación de la resolución de 8 de junio de 2009 [438], por la que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en el ámbito de la Ingeniería Informática, se abre la vía para definir un título de Máster Universitario en Ingeniería Informática vinculado con el ejercicio de la profesión de Ingeniero en Informática en España.

Esta resolución presenta en su *Anexo I, Apartado 3* las competencias que los estudiantes en Ingeniería en Informática (que ese documento equipara provisionalmente con el nivel de máster) deben adquirir:

1. *Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la Ingeniería Informática.*
2. *Capacidad para la dirección de obras e instalaciones de sistemas informáticos, cumpliendo la normativa vigente y asegurando la calidad del servicio.*
3. *Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.*
4. *Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería en Informática.*
5. *Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los*

ámbitos de la Ingeniería en Informática siguiendo criterios de calidad y medioambientales.

6. *Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.*
7. *Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos informáticos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.*
8. *Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y mulitidisciplinares, siendo capaces de integrar estos conocimientos.*
9. *Capacidad para comprender y aplicar la responsabilidad ética, la legislación y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero en Informática.*
10. *Capacidad para aplicar los principios de la economía y de la gestión de recursos humanos y proyectos, así como la legislación, regulación y normalización de la informática.*

En el *Anexo I*, *Apartado 5* sobre la *Planificación de las enseñanzas*, se indica que los títulos a los que se refiere el presente acuerdo son enseñanzas universitarias oficiales de máster. Sus planes de estudios deberán organizarse de forma que la duración total de la formación de Grado y Máster no sea inferior a 300 ECTS, a los que se refiere el *Artículo 5* del Real Decreto 1393/2007 [51]. Para la obtención del título de máster se requerirá una formación de posgrado en función de las competencias contempladas en el máster y de las competencias del título de grado que posea el solicitante que, en total, no exceda 120 créditos europeos. Estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa pública de un trabajo de fin de máster, que computará entre 6 y 30 créditos y que en todo caso se computará en el límite global de duración del máster. El plan de estudios debe incluir, como mínimo, los módulos que se recogen en la Tabla 6.11.

Tabla 6.11. Módulos del Máster Universitario en Ingeniería Informática. Fuente: [438] (pp. 66701-66702)

Módulo	ECTS	Competencias que deben adquirirse
Dirección y Gestión	12	Capacidad para la integración de tecnologías, aplicaciones, servicios y sistemas propios de la Ingeniería Informática, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares. Capacidad para la planificación estratégica, elaboración, dirección, coordinación, y gestión técnica y económica en los ámbitos de la ingeniería informática relacionados, entre otros, con: sistemas, aplicaciones, servicios, redes, infraestructuras o instalaciones informáticas y centros o factorías de desarrollo de *software*, respetando el adecuado cumplimiento de los criterios de calidad y medioambientales y en entornos de trabajo multidisciplinares. Capacidad para la dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.
Tecnologías Informáticas	48	Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas, servicios y contenidos informáticos. Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de redes de nueva generación, los modelos de componentes, *software* intermediario y servicios. Capacidad para asegurar, gestionar, auditar y certificar la calidad de los desarrollos, procesos, sistemas, servicios, aplicaciones y productos informáticos. Capacidad para diseñar, desarrollar, gestionar y evaluar mecanismos de certificación y garantía de seguridad en el tratamiento y acceso a la información en un sistema de procesamiento local o distribuido. Capacidad para analizar las necesidades de información que se plantean en un entorno y llevar a cabo en todas sus etapas el proceso de construcción de un sistema de información. Capacidad para diseñar y evaluar sistemas operativos y servidores, y aplicaciones y sistemas basados en computación distribuida. Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de computación de altas prestaciones y métodos numéricos o computacionales a problemas de ingeniería. Capacidad de diseñar y desarrollar sistemas, aplicaciones y servicios informáticos en sistemas empotrados y ubicuos. Capacidad para aplicar métodos matemáticos, estadísticos y de inteligencia artificial para modelar, diseñar y desarrollar aplicaciones, servicios, sistemas inteligentes y sistemas basados en el conocimiento. Capacidad para utilizar y desarrollar metodologías, métodos, técnicas, programas de uso específico, normas y estándares de computación gráfica. Capacidad para conceptualizar, diseñar, desarrollar y evaluar la interacción persona-ordenador de productos, sistemas, aplicaciones y servicios informáticos. Capacidad para la creación y explotación de entornos virtuales, y para la creación, gestión y distribución de contenidos multimedia.
Trabajo de Fin de Máster		Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería en Informática de naturaleza profesional en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas.

El Máster Universitario en Ingeniería Informática se implanta en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca en el curso 2014-2015, una vez superado en 2013 el proceso de verificación (de ACSUCyL y del Consejo de Universidades). Este máster en su modalidad semipresencial comienza a impartirse en el curso 2017-2018.

El perfil de competencias de este Máster Universitario en Ingeniería Informática, que es congruente con las recomendaciones descritas en [438], se muestra en la Tabla 6.12.

Tabla 6.12. Competencias del Máster Universitario en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/VFZwKB [437]

Identificador	Competencia
Competencias Básicas	
CB6	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7	Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8	Los estudiantes serán capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9	Los estudiantes sabrán comunicar sus conclusiones – y los conocimientos y razones últimas que las sustentan – a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

Identificador	Competencia
CB10	Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
Competencias Generales	
CG1	Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la Ingeniería Informática
CG2	Capacidad para la dirección de obras e instalaciones de sistemas informáticos, cumpliendo la normativa vigente y asegurando la calidad del servicio
CG3	Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares
CG4	Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería en Informática
CG5	Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería en Informática siguiendo criterios de calidad y medioambientales
CG6	Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática
CG7	Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos informáticos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación
CG8	Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar estos conocimientos
CG9	Capacidad para comprender y aplicar la responsabilidad ética, la legislación y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero en Informática
CG10	Capacidad para aplicar los principios de la economía y de la gestión de recursos humanos y proyectos, así como la legislación, regulación y normalización de la informática
Competencias Específicas – Dirección y Gestión	
CE-DG1	Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería Informática, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares
CE-DG2	Capacidad para la planificación estratégica, elaboración, dirección, coordinación y gestión técnica y económica en los ámbitos de la Ingeniería Informática relacionados, entre otros con: sistemas, servicios, redes, infraestructuras o instalaciones informáticas y centros o factorías de desarrollo software, respetando el adecuado cumplimiento de los criterios de calidad y medioambientales y en entornos de trabajo multidisciplinares
CE-DG3	Capacidad para la dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación
Competencias Específicas – Tecnologías Informáticas	
CE-TI1	Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar y administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas, servicios y contenidos informáticos
CE-TI2	Capacidad para comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de redes de nueva generación, los modelos de componentes, *software* intermediario y servicios
CE-TI3	Capacidad para asegurar, gestionar, auditar y certificar la calidad de los desarrollos, procesos, sistemas y productos informáticos
CE-TI4	Capacidad para diseñar, desarrollar, gestionar y evaluar mecanismos de certificación y garantía de seguridad en el tratamiento y acceso a la información en un sistema de procesamiento local o distribuido
CE-TI5	Capacidad para analizar las necesidades de la información que se plantean en un entorno y llevar a cabo en todas sus etapas el proceso de construcción de un sistema de información
CE-TI6	Capacidad para diseñar y evaluar sistemas operativos y servidores y aplicaciones y sistemas basados en computación distribuida
CE-TI7	Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de computación de altas prestaciones
CE-TI8	Capacidad para diseñar y desarrollar aplicaciones y servicios informáticos en sistemas empotrados y ubicuos
CE-TI9	Capacidad para aplicar métodos matemáticos, estadísticos y de inteligencia artificial para modelar, diseñar y desarrollar sistemas inteligentes y sistemas basados en conocimiento
CE-TI10	Capacidad para utilizar y desarrollar metodologías, métodos, técnicas, programas de uso específico, normas en computación gráfica
CE-TI11	Capacidad para conceptualizar, diseñar, desarrollar y evaluar la interacción persona-ordenador de productos, sistemas y servicios informáticos
CE-TI12	Capacidad para la creación y explotación de entornos virtuales, y para la creación y distribución de contenidos multimedia

Este título de máster tiene una duración de un curso y medio o tres semestres (90 ECTS) y se estructura en 11 asignaturas obligatorias (54 ECTS), 4 optativas (12 ECTS), prácticas externas (6 ECTS) y el trabajo fin de máster (18 ECTS), estructura que se resume en la Tabla 6.13.

Tabla 6.13. Distribución del plan de estudios por tipo de materia y número de ECTS. Fuente: https://goo.gl/PXVUTa

Tipo de Materia	Nº de créditos ECTS
Obligatorias	54
Optativas	12
Prácticas externas obligatorias	6
Trabajo fin de máster	18
TOTAL	**90**

Las asignaturas, organizadas por semestres, se incluyen en la Tabla 6.14, mientras que en la Tabla 6.15 se recogen las asignaturas optativas.

Tabla 6.14. Organización de las asignaturas por semestres. Fuente: https://goo.gl/PXVUTa

Asignatura	Tipo de materia	Semestre	ECTS
Creación de empresas de base tecnológica	Obligatoria	1	6
Diseño, administración e integración de infraestructuras	Obligatoria		6
Sistemas de información orientados a servicios	Obligatoria		6
Calidad y auditoría	Obligatoria		3
Computación gráfica	Obligatoria		3
Computación de altas prestaciones	Obligatoria		6
Gobierno TI	Obligatoria	2	6
Modelado avanzado de sistemas de información	Obligatoria		3
Sistemas inteligentes	Obligatoria		6
Paradigmas avanzados de la interacción persona-ordenador	Obligatoria		6
Sistemas ubicuos, empotrados y móviles	Obligatoria		3
Optativa 1	Optativa		3
Optativa 2	Optativa		3
Optativa 3	Optativa	3	3
Optativa 4	Optativa		3
Prácticas externas	PE		6
Trabajo fin de máster	TFM		18
TOTAL			**90**

Tabla 6.15. Asignaturas optativas ofertadas en el segundo y en el tercer semestre. Fuente: https://goo.gl/PXVUTa

Asignatura	Semestre	ECTS
Inteligencia de negocio	2	3
Computación científica		3
Posicionamiento, búsqueda y recuperación de información		3
Desarrollo de aplicaciones móviles		3
Eficiencia de sistemas informáticos		3
Robots autónomos		3
Ingeniería de lenguajes de programación	3	3
Criptografía		3
Informática biomédica		3
Teoría de juegos		3
Sistemas de percepción		3

La Guía Académica del Máster Universitario en Ingeniería Informática correspondiente al curso 2017-2018 está accesible en [703].

En el segundo semestre, como se puede ver en la Tabla 6.14, se encuentran las asignaturas del máster que están relacionadas con la materia de *Ingeniería del Software* y con la materia de *Gobierno de Tecnologías de la Información* objeto de este Proyecto Docente. Todas ellas han sido impartidas por quien suscribe este Proyecto.

Tabla 6.16. Indicadores del Máster Universitario en Ingeniería Informática. Fuente: [704] (pp. 2-3)

Variables e indicadores del título		
Curso	2014-2015	2015-2016
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Informática	Máster Universitario en Ingeniería Informática
Centro	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias
Código de titulación	4314452	4314452
Código de centro	37007912	37007912
Año de inicio	2014	2014
Créditos necesarios	90	90
Duración (años)	1,5	1,5
Plazas ofertadas	40	40
Estudiantes de nuevo ingreso en el título	10	4
Relación oferta/demanda	4	10
Número de matriculados	10	14
Número de mujeres	2	2
% de mujeres	20%	14,29%
% de estudiantes de procedencia de Salamanca	30%	75%
% de estudiantes de procedencia de Ávila	-	-
% de estudiantes de procedencia de Zamora	40%	-
% de estudiantes de procedencia del resto de Castilla y León	-	-
% de estudiantes de procedencia del resto de España	20%	-
% de estudiantes extranjeros	10%	25%
Tasa de rendimiento†	87,5%	83,6%
Tasa de éxito‡	89,29%	95,18%
Tasa de evaluación*	98%	87,83%
Tasa de abandono•	-	-
Tasa de graduación (graduados en los dos cursos académicos siguientes)♣	70%	-
Porcentaje de graduados en el año que inician el máster	-	0%
Número de egresados	-	7
Número de egresados sin reconocimiento de créditos	-	6
Tasa de eficiencia♠	-	100%

†Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

‡Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos presentados por titulación y curso académico.

*Relación porcentual entre el número de créditos presentados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

•Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que, sin finalizar los estudios, no se matriculan en los dos cursos siguientes.

♣Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que finalizan estudios en los años previstos de duración del título o en un año más. En la tabla se proporcionan, si procede, la tasa de graduación de las cohortes que comenzaron este máster hasta el curso 2014-2015 y el porcentaje de graduados en 1 año de las cohortes que comenzaron este máster hasta el curso 2015-2016

♠Relación porcentual entre el número de créditos de los que debieron matricularse los estudiantes de la cohorte de graduación del curso indicado en cada columna, según el plan de estudios, y el número de créditos de los que efectivamente se han matriculado. Se excluyen los estudiantes con créditos reconocidos.

El perfil de ingreso recomendado para este máster se corresponde con el de graduado en Ingeniería Informática, así como de aquellas titulaciones que cumplan lo establecido en el apartado 4.2 de la Resolución de 8 de junio de 2009 (BOE 4 de agosto de 2009) [438] accederán directamente a la titulación. Finalmente, los licenciados e ingenieros en informática (planes antiguos) tendrán acceso directo al Máster Universitario en Ingeniería Informática.

En la Tabla 6.16 se presentan los indicadores del Máster Universitario en Ingeniería Informática.

6.5.3. Máster Universitario en Sistemas Inteligentes

Este es un máster universitario orientado a investigación que se viene impartiendo en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca desde el curso 2006-2007. En el en 2013-2014 se implanta un nuevo plan de estudios, superado el proceso de verificación (de la ACSUCyL) y el Consejo de Universidades). En 2017 este máster ha renovado su acreditación.

El término *Sistemas Inteligentes* se utiliza para describir sistemas y métodos que simulan aspectos del comportamiento inteligente, con la intención final de aprender de la naturaleza para poder diseñar e implementar sistemas informáticos más potentes. El objetivo es tomar prestados conceptos provenientes de diferentes campos: ciencia cognitiva, neurociencia, biología, automática, ingeniería y lingüística para poder construir arquitecturas computacionales más potentes.

El perfil de competencias de este Máster Universitario en Sistemas Inteligentes se muestra en la Tabla 6.17.

Tabla 6.17. Competencias del Máster en Sistemas Inteligentes de la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/WZpQzA

Identificador	Competencia
Competencias Básicas	
CB6	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7	Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8	Los estudiantes serán capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9	Los estudiantes sabrán comunicar sus conclusiones – y los conocimientos y razones últimas que las sustentan – a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10	Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Identificador	Competencia
Competencias Generales	
CG1	Conocer las líneas de investigación en Sistemas Inteligentes, los conceptos fundamentales y la terminología usual propios de cada materia
CG2	Conocer las herramientas para el desarrollo de sistemas inteligentes basadas en las tecnologías asociadas a cada materia
Competencias Específicas	
CE1	Identificar y saber poner en relación los objetivos comunes y complementarios de todas las líneas de investigación en Sistemas Inteligentes, para proponer de forma autónoma soluciones innovadoras que integren diversos enfoques y técnicas
CE2	Desarrollar capacidades de trabajo en grupo en un entorno de investigación y favorecer el análisis crítico fundamentado en el conocimiento exhaustivo y actualizado del estado del arte de las distintas áreas de investigación en sistemas inteligentes
CE3	Comprender las necesidades actuales de la Sociedad tecnológica y saber identificar futuras necesidades que permitan iniciar investigaciones en Sistemas Inteligentes con impacto en innovación
CE4	Manejar con solvencia fuentes de información y documentación, formular objetivos o hipótesis, seleccionar diseños de investigación e interpretar resultados aplicados a los Sistemas Inteligentes
CE5	Entender el potencial de la combinación de la inteligencia humana y la inteligencia artificial y su aplicación en distintos entornos
CE6	Comprender las tecnologías implicadas en el desarrollo de un robot según el grado de autonomía
CE7	Utilizar entornos de simulación y programas de diseño asistido por ordenador que permitan analizar la aplicación de las técnicas inteligentes a diversas áreas de conocimiento, evaluar sus ventajas e inconvenientes y las posibilidades de implantación real en diferentes ámbitos (científico, tecnológico, industrial, etc.)
CE8	Saber recuperar datos y extraer conocimiento de grandes volúmenes de datos mediante la aplicación eficiente de técnicas de análisis de datos en diferentes dominios. Adoptar los modos de interacción adecuados según las tareas de usuario que se estén apoyando, en especial en aquellos casos en los que interviene el razonamiento analítico
CE9	Conocer las diferentes formas de representación de conocimiento y utilizar de forma práctica teorías, métodos, técnicas y herramientas de la lógica para analizar, formalizar, manipular y diseñar modelos adecuados para la Web
CE10	Reconocer la importancia de los procesos cognitivos en la interacción hombre-máquina y tenerlos en cuenta a la hora de diseñar interfaces de usuario multimodales

Este máster tiene una duración de un año académico (60 ECTS) y están estructurados en 9 asignaturas obligatorias (27 ECTS), 6 optativas (18 ECTS), que permiten profundizar en líneas concretas de investigación, y el trabajo fin de máster (15 ECTS), estructura que se resume en la Tabla 6.18.

Tabla 6.18. Distribución del plan de estudios por tipo de materia y número de ECTS. Fuente: https://goo.gl/ZDt8Vc

Tipo de Materia	Nº de créditos ECTS
Obligatorias	27
Optativas	18
Prácticas externas obligatorias	0
Trabajo fin de máster	15
TOTAL	**60**

Las asignaturas, organizadas por semestres, se incluyen en la Tabla 6.19, mientras que en la Tabla 6.20 se recogen las asignaturas optativas.

La Guía Académica del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes correspondiente al curso 2017-2018 está accesible en [705].

Entre las optativas del segundo semestre, como se puede ver en la Tabla 6.20, se encuentra la única asignatura del máster que está relacionada con la materia de

Ingeniería del Software, objeto parcial de este Proyecto Docente. Esta ha sido impartida por quien suscribe este Proyecto.

Tabla 6.19. Organización de las asignaturas por semestres. Fuente: https://goo.gl/ZDt8Vc

Asignatura	Tipo de materia	Semestre	ECTS
Metodología de la investigación	Obligatoria	1	3
Inteligencia ambiental y sistema multiagente	Obligatoria		3
Computación neuroborrosa	Obligatoria		3
Robots autónomos	Obligatoria		3
Control inteligente	Obligatoria		3
Minería de datos	Obligatoria		3
Lógica para Web Semántica	Obligatoria		3
Analítica visual y visualización de la información	Obligatoria		3
Optativa 1	Optativa		3
Optativa 2	Optativa		3
Nuevas tendencias en sistemas inteligentes	Obligatoria	2	3
Optativa 3	Optativa		3
Optativa 4	Optativa		3
Optativa 5	Optativa		3
Optativa 6	Optativa		3
Trabajo fin de máster	TFM		15
TOTAL			**60**

Tabla 6.20. Asignaturas optativas ofertadas en Máster en Sistemas Inteligentes de la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/ZDt8Vc

Asignatura	Semestre	ECTS
Técnicas de planificación de robots	1	3
Navegación de robots		3
Recuperación avanzada de la información		3
Cibermetría		3
Herramientas interactivas de simulación y control	2	3
Minería web		3
Minería de datos aplicada a la bioinformática		3
Procesos y métodos de modelado para la Ingeniería Web y Web Semántica		3
Tecnologías del habla		3
Interacción gestual		3

El perfil de ingreso del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes está dirigido preferentemente a licenciados, graduados o ingenieros de titulaciones de Informática, Ingeniero Industrial, Telecomunicación, Física y Matemáticas, que tengan un buen currículo académico e interés en desarrollar su carrera profesional como investigador en centros públicos (universidades o centros tecnológicos) o en departamentos de I+D+i del sector privado. Se recomienda, además:

- Disponer de un nivel de inglés científico, equivalente al nivel B2 del marco común europeo de referencia para lenguas [706].
- Habilidades avanzadas de manejo de Internet como herramienta de soporte de investigación.

- Saber manejar las operaciones básicas y de administración de diferentes sistemas operativos (Microsoft Windows, Linux, Mac OS X) para la instalación de las diferentes herramientas a utilizar en el máster.
- Tener conocimientos avanzados de programas informáticos para la elaboración de informes y presentación (Microsoft Office, Open Office, etc.).

Tabla 6.21. Indicadores del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Fuente: [707] (pp. 2-3)

Variables e indicadores del título			
Curso	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Inteligentes	Máster Universitario en Sistemas Inteligentes	Máster Universitario en Sistemas Inteligentes
Centro	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias	Facultad de Ciencias
Código de titulación	4314233	4314233	4314233
Código de centro	37007912	37007912	37007912
Año de inicio	2013	2013	2013
Créditos necesarios	60	60	60
Duración (años)	1	1	1
Plazas ofertadas	25	25	25
Estudiantes de nuevo ingreso en el título	15	8	11
Relación oferta/demanda	1,67	3,13	2,27
Número de matriculados	15	12	13
Número de mujeres	3	1	2
% de mujeres	20%	8,33%	15,38%
% de estudiantes de procedencia de Salamanca	66,7%	87,5%	36,36%
% de estudiantes de procedencia de Ávila	20%	-	9,09%
% de estudiantes de procedencia de Zamora	-	12,5%	9,09%
% de estudiantes de procedencia del resto de Castilla y León	-	-	9,09%
% de estudiantes de procedencia del resto de España	-	-	9,09%
% de estudiantes extranjeros	13,33%	-	27,27%
Tasa de rendimiento†	91,7%	91,21%	95,71%
Tasa de éxito‡	99,18%	99,4%	100%
Tasa de evaluación	92,45%	91,76%	95,71%
Tasa de abandono•	6,67%	-	-
Tasa de graduación (graduados en los dos cursos académicos siguientes)♣	80%	100%	-
Porcentaje de graduados en el año que inician el máster	66,67%	87,5%	81,82%
Número de egresados	10	9	11
Número de egresados sin reconocimiento de créditos	9	9	11
Tasa de eficiencia♠	100%	98,9%	94,83%

†Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

‡Relación porcentual entre el número de créditos superados y el número de créditos presentados por titulación y curso académico.

*Relación porcentual entre el número de créditos presentados y el número de créditos matriculados por titulación y curso académico.

•Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que, sin finalizar los estudios, no se matriculan en los dos cursos siguientes.

♣Porcentaje de estudiantes de la cohorte de entrada del curso indicado en cada columna que finalizan estudios en los años previstos de duración del título o en un año más. En la tabla se proporcionan, si procede, la tasa de graduación de las cohortes que comenzaron este máster hasta el curso 2014-2015 y el porcentaje de graduados en 1 año de las cohortes que comenzaron este máster hasta el curso 2015-2016

♠Relación porcentual entre el número de créditos de los que debieron matricularse los estudiantes de la cohorte de graduación del curso indicado en cada columna, según el plan de estudios, y el número de créditos de los que efectivamente se han matriculado. Se excluyen los estudiantes con créditos reconocidos.

En la Tabla 6.21 se presentan los indicadores del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes.

También se dispone de los datos de un estudio de la inserción laboral de los egresados del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes de la cohorte 2013-2014 y su afiliación a la Seguridad Social en 2015 y en 2016 [702] (ver Tabla 6.22).

Tabla 6.22. Egresados universitarios del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes por la Universidad de Salamanca del curso 2013-2014 y su estado de afiliación a la Seguridad Social y de alta laboral en la fecha de 23 de marzo de cada año (2015 y 2016). Fuente: Basado en [708]

		Máster Universitario en Sistemas Inteligentes	
		1 año después de egresar (23 de marzo de 2015)	2 años después de egresar (23 de marzo de 2016)
Número de egresados en el curso 2013-2014		10	
Tasa de afiliación		70%	70%
% de autónomos		0%	0%
Según tipo de contrato	**% de indefinidos**	16,7%	28,6%
	% de temporales	83,3%	71,4%
Según jornada laboral	**% a tiempo completo**	100%	100%
	Tiempo parcial: más de media jornada	0%	0%
	Tiempo parcial: menos de media jornada	0%	0%
Según grupo de cotización	**Universitario**	28,6%	57,1%
	Medio, no manuales	42,9%	28,6%
	Bajo y manual	28,6%	14,3%

6.5.4. Doctorado en Ingeniería en Informática

El Programa de Doctorado en Ingeniería Informática (https://goo.gl/3m2XQe) ha sido propuesto por el Departamento de Informática y Automática en colaboración con el Departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Salamanca. Está regulado con respecto al Real Decreto 99/2011 [709] y sustituye al anterior Programa de Doctorado en Informática y Automática.

El programa tiene por objeto la formación en diferentes áreas de investigación en el ámbito de la Informática, en especial las relacionadas con las líneas de investigación de los grupos que se integran en la propuesta.

Para cursar el Programa de Doctorado en Ingeniería Informática se recomienda haber cursado previamente estudios oficiales de grado o equivalente y de máster universitario relacionados con las ramas de Ingeniería (Informática, Industrial, Telecomunicaciones, etc.) o de Ciencias (preferentemente Matemáticas o Física).

Las posibles salidas profesionales de estos estudios son:

- Investigadores posdoctorales en áreas de Informática y Matemática Aplicada.

- Profesores universitarios de las ramas de conocimiento de Ingeniería y Ciencias.
- Profesionales con puestos de responsabilidad en empresas del ámbito de la Informática.
- Profesionales en empresas de cualquier sector especializados en: gestión de tecnología, sistemas web, minería de datos y analítica visual, sistemas inteligentes, inteligencia de negocio, *eLearning*, criptografía y seguridad o ingeniería de sistemas.

Las líneas de investigación oficiales del Programa de Doctorado son:

1. Sistemas Inteligentes.
2. Ingeniería del *Software* e Ingeniería del Conocimiento.
3. Interacción Persona-Ordenador.
4. Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información.
5. Robots autónomos.
6. Criptografía y la Seguridad de la Información.
7. Métodos numéricos.
8. Control Inteligente.

El perfil de competencias de este Programa de Doctorado se recoge en la Tabla 6.23.

Tabla 6.23. Competencias del Programa de Doctorado en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/3m2XQe

Identificador	Competencia
Competencias Básicas	
CB11	Comprensión sistemática de un campo de estudio y dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo
CB12	Capacidad de concebir, diseñar o crear, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación o creación
CB13	Capacidad para contribuir a la ampliación de las fronteras del conocimiento a través de una investigación original
CB14	Capacidad de realizar un análisis crítico y de evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas
CB15	Capacidad de comunicación con la comunidad académica y científica y con la sociedad en general acerca de sus ámbitos de conocimiento en los modos e idiomas de uso habitual en su comunidad científica internacional
CB16	Capacidad de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance científico, tecnológico, social, artístico o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento
Capacidades y destrezas personales	
CA01	Desenvolverse en contextos en los que hay poca información específica
CA02	Encontrar las preguntas claves que hay que responder para resolver un problema complejo
CA03	Diseñar, crear, desarrollar y emprender proyectos novedosos e innovadores en su ámbito de conocimiento
CA04	Trabajar tanto en equipo como de manera autónoma en un contexto internacional o multidisciplinar
CA05	Integrar conocimientos, enfrentarse a la complejidad y formular juicios con información limitada
CA06	Efectuar una crítica y defensa intelectual de soluciones
Otras competencias	
CM1	Integrar conocimientos teóricos y prácticos avanzados y de metodología científica en ámbitos de investigación de la Ingeniería Informática

Identificador	Competencia
CM2	Realizar contribuciones originales y significativas a la investigación científica en el ámbito de la Informática que sean reconocidas como tal por la comunidad científica internacional
CM3	Diseñar un proyecto de investigación competitivo en alguna de las líneas de investigación de este Programa de Doctorado
CM4	Intercambiar y contrastar resultados y juicios con otros investigadores sobre el desarrollo de la propia Tesis Doctoral en congresos o reuniones científicas nacionales o internacionales en el ámbito de la Ingeniería Informática y divulgar los resultados de su actividad investigadora a todo tipo de públicos

En la Tabla 6.24 se recogen los indicadores de este Programa de Doctorado.

Tabla 6.24. Indicadores del Programa de Doctorado en Ingeniería Informática. Fuente: [710] (pp. 2-4)

Curso	2012-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Código interno	D015	D015	D015	D015
Código RUCT	5600743	5600743	5600743	5600743
Plan	Ingeniería Informática (R.D. 99/2011)	Ingeniería Informática (R.D. 99/2011)	Ingeniería Informática (R.D. 99/2011)	Ingeniería Informática (R.D. 99/2011)
Criterio 1. Organización, gestión y desarrollo				
Nº de plazas ofertadas	20	20	20	20
Nº de solicitudes presentadas	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Nº de estudiantes de nuevo ingreso	10	10	12	13
Nº total de estudiantes matriculados	10	18	29	38
% de estudiantes extranjeros	10%	22,22%	34,48%	31,58%
% de estudiantes procedentes de otras universidades	40%	44,44%	44,83%	44,74%
% de estudiantes matriculados a tiempo parcial	20%	11,11%	20,69%	21,05%
% de estudiantes con beca internacional de doctorado o contratos predoctorales de investigación	-	11,11%	3,45%	-
% de estudiantes que han requerido complementos de formación	-	-	3,45%	-
% de estudiantes matriculados según línea de investigación	Criptografía y Seguridad de la Información: 10,00% Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información: 20% Sin especificar: 30% Sistemas Inteligentes: 40%	Criptografía y Seguridad de la Información: 5,56% Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información: 16,67% Sin especificar: 22,22% Sistemas Inteligentes: 55,56%	Control Inteligente: 3,45% Criptografía y Seguridad de la Información: 3,45% Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información: 13,79% Sin especificar: 20,69% Sistemas Inteligentes: 58,62%	Control Inteligente: 2,63% Criptografía y Seguridad de la Información: 10,53% Métodos Numéricos: 2,63% Minería de Datos, Analítica Visual y Visualización de la Información: 18,42% Sin especificar: 7,89% Sistemas Inteligentes: 57,89%
Criterio 4. Personal académico				
Nº de directores de tesis defendidas	2	-	2	-
% de tesis defendidas en régimen de cotutela (convenios)	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
% de sexenios vivos de los directores de tesis defendidas	-	-	-	-
Criterio 6. Resultados de aprendizaje				
% de tesis con calificación *cum-*	100%	-	100%	-

Curso	2012-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
laude				
% de doctores con mención europea	-	-	-	-
Criterio 7. Indicadores de rendimiento y satisfacción				
Tasa de éxito de la cohorte de ingreso del curso indicado	10%	10%	-	-
Nº de tesis defendidas a tiempo completo	1	-	1	-
Nº de tesis defendidas a tiempo parcial	-	-	-	-
Duración de media en cursos del programa de doctorado a tiempo completo	1	-	2	-
Duración de media en cursos del programa de doctorado a tiempo parcial	-	-	-	-
Tasa de abandono del programa de doctorado de la cohorte de ingreso del curso indicado (no se computan como abandonos los estudiantes que solicitan prórroga)	10%	10%	-	-
% de estudiantes que han realizado estancias de investigación	20%	16,67%	31,03%	2,63%
Tasa de empleo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Tasa de adecuación del puesto de trabajo a los estudiantes	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Satisfacción de los doctorandos con los estudios. Media y Desviación Típica (escala 1 a 10)	No disponible	No disponible	No disponible	7,9 (1,4)
Satisfacción del profesorado con los estudios. Media y Desviación Típica (escala 1 a 10)	No disponible	No disponible	No disponible	8,2 (1)
Satisfacción de los egresados con los estudios	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible

Además de participar en otras líneas de investigación de este Programa de Doctorado, se encuentra acomodo directo en la línea *Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento*.

6.6. Reflexión final

Los estudios de Ingeniería en Informática han cumplido sus primeros 40 años en España. Durante este tiempo ha habido avances importantes para que sus egresados ocupen el lugar que una sociedad completamente digital espera de ellos, pero también han sido numerosas las piedras puestas en el camino por otros intereses y un olvido

político que se inicia con el impedimento de tener un Colegio Profesional que defendiera la profesión y, tras conseguirlo años después, primero con la creación de los colegios autonómicos mediante ley aprobada en el correspondiente parlamento autonómico y posteriormente el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería en Informática mediante la Ley 20/2009 [711], la Ingeniería Informática ha ido quedando fuera de todos los reconocimientos y regulaciones de atribuciones con los que se han visto beneficiadas otras profesiones y en concreto ingenierías.

La aplicación del EEES tampoco ha resultado especialmente beneficiosa para los estudios de Ingeniería en Informática. De una situación en la que los títulos tenían una mayoritaria implantación de 3 años para las Ingenierías Técnicas y 2 años para el segundo ciclo de Ingeniería Informática (o bien un título único de Ingeniero en Informática de 5 años), que tenía un reconocimiento adecuado por los empleadores y que encajaba bastante bien con la estructura de 3+2 de la estructura el Grado+Máster del EEES, se acaba yendo a una estructura 4+1, que en el caso de los Másteres de Ingeniería no es de un año sino que está más cercano al año y medio. El mensaje social de que el título de Grado de 4 años es equivalente a un título superior pre-Bolonia, especialmente refrendado por la nueva escala de puestos de trabajo en las Administraciones Públicas que reconocen el título de grado como medio de acceso a los niveles más altos del funcionariado, así como un desconcierto generalizado en los empleadores, que no ven mucha diferencia entre un titulado de 4 y de 5 años cuando no hay una regulación de la profesión y en muchos casos ellos mismos ofrecen vías de especialización en el propio puesto de trabajo, pasa factura en la matrícula de los másteres en Ingeniería Informática que ofertan las universidades.

Además, este mensaje inicial de la equivalencia grado-ingeniería "superior", hace que surjan los cursos de adaptación al grado para los ingenieros técnicos. Todos aquellos que lo hicieron por actualizar su titulación (no por interés en acceder a un máster y a un doctorado en un momento de transición) vieron como la equivalencia entre los niveles EQF y MECES dejaba su flamante nuevo grado al mismo nivel que su antigua ingeniería técnica, nivel 2 del MECES, tal y como se refleja en la Figura 6.7.

En este sentido el colectivo de Ingenieros en Informática se ve respaldado por los diferentes Colegios Profesionales, representados por el Consejo General de Colegios Profesionales de Ingeniería en Informática, y por la Academia, representada por la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, organizaciones que

tienen una buena sintonía y relación por la defensa de la profesión (como se puede ver en la colaboración en el desarrollo en España del Sello Euro-Inf – https://goo.gl/Av8xi7). Ante esta fortaleza, la debilidad que abre el Real Decreto 43/2015 [282], también conocido como *decreto 3+2*, que permite a las universidades ofertar grados de tres años y másteres de dos, y ante el cual muchas universidades podrían verse tentadas de ofertar títulos de Grado en Ingeniería Informática de 3 años, anteponiendo criterios de *venta* de títulos más atractivos para el mercado a la defensa de la profesión.

La regulación del sector tampoco resulta una cuestión de vital importancia para los integrantes del mismo cuando, con independencia de la calidad del puesto de trabajo y la remuneración, el sector profesional está en el 94% de ocupación (en la fecha de referencia del estudio, octubre de 2014) lo que se considera pleno empleo. En cuestión de género el porcentaje de ocupación apenas mostraba diferencias (94,2% en los hombres y 93,5% en las mujeres). Sí resultaba un dato interesante el hecho de que los mayores niveles de formación presentaban niveles más altos de ocupación, así los titulados universitarios con Doctorado en Informática son el colectivo con mayor porcentaje de ocupación (98,4%). Los Ingenieros en Informática (Ingeniero, Licenciado o Master en Ingeniería Informática) y los Ingenieros Técnicos en Informática (Ingeniero Técnico, Diplomado o Grado en Ingeniería Informática) presentaban prácticamente los mismos niveles de ocupación, un 94,4% y un 94,5% respectivamente [712].

El sector profesional se encuentra muy masculinizado, como se ve reflejado en los indicadores de los títulos presentados en este capítulo. En este sentido en el curso 2016-2017 se llevó a cabo un proyecto de innovación docente, vinculado a la asignatura *Ingeniería de Software I* del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca, orientado a la inclusión de la perspectiva de género en esta asignatura [713, 714].

Desde el punto de vista académico, la tendencia en España, que refleja en cierto modo la evolución a nivel mundial, ha ido transformando unos estudios de Informática más próximos al ámbito científico y basados en la aproximación de Ciencia de la Computación hacia unos estudios con base en la Ingeniería. En el contexto internacional, las recomendaciones curriculares conjuntas de la *Association for Computing Machinery* e *IEEE Computer Society* han evolucionado de ese perfil de

Ciencia de la Computación a cinco perfiles profesionales diferenciados, como se puede ver en la Figura 6.8, pero todos ellos han quedado asumidos en España en la figura del Ingeniero en Informática con los matices de especialización que permiten los planes de estudio de grado y máster.

La Universidad de Salamanca comienza con los estudios de Informática en 1989 con su Diplomatura en Informática. En el presente curso, 2017-2018, tiene una oferta de Grado, Máster y Doctorado en Ingeniería Informática, con diferentes especializaciones en el Grado en la Facultad de Ciencias y la Escuela Politécnica Superior de Zamora, esta última recientemente, en este mismo curso, ha ofertado un doble grado en Ingeniería Informática de Sistemas de Información y en Información y Documentación [715].

Solo teniendo en cuenta la oferta actual en la Facultad de Ciencias, todas las asignaturas relacionadas con el perfil de este Proyecto Docente han sido impartidas en algún momento por quien lo suscribe, además se ha participado en la puesta en marcha y coordinación de todas ellas, incluida la asignatura de *Gestión de Proyectos*, que solo se impartió en el curso de Adaptación al Grado, llevando a cabo una completa reorientación de los contenidos y la metodología docente. Si se mira la serie histórica, existe una vinculación especial con la asignatura que ha servido de introducción a los fundamentos de *Ingeniería del Software* en los diferentes planes de estudio, con independencia de su denominación y número de créditos, la cual se lleva impartiendo ininterrumpidamente desde el curso 1996-1997, primero en la Universidad de Burgos y después en la Universidad de Salamanca, desde el curso 1998-1999 hasta el actual 2017-2018.

Una vez que se ha definido el contexto profesional y académico de los estudios de Ingeniería en Informática, los dos próximos capítulos se dedicarán a profundizar en las dos componentes del Proyecto Docente, la *Ingeniería del Software* y el *Gobierno de las Tecnologías de la Información*, contextualizando la disciplina y eligiendo en cada caso una de las asignaturas que la conforman, una de nivel de grado para la *Ingeniería del Software* y una de nivel de máster para el *Gobierno de las Tecnologías de la Información*.

Capítulo 7. Ingeniería del Software

One principle problem of educating software engineers is that they will not use a new method until they believe it works and, more importantly, that they will not believe the method will work until they see it for themselves

Watts S. Mumphrey

La incapacidad de las organizaciones para predecir tiempo, esfuerzos y costes en el desarrollo de *software* producido son dos de las principales bases sobre las que surge la *Ingeniería del Software* como una disciplina científica.

Otros factores que contribuyen a la creación de esta disciplina son:

- *Cambios en la relación de costes hardware/software.* Durante los primeros años de desarrollo de las computadoras, el *hardware* sufrió continuos cambios, mientras que el *software* no era considerado sino como un añadido a una máquina, el coste de la cual, además, absorbía la mayor parte del presupuesto destinado a la adquisición del sistema informático. Por ello, en la mayoría de los casos los programas se construían con la finalidad de hacer el uso de las máquinas eficiente, pero en absoluto se pensaba en un desarrollo eficiente de

los mismos. Sin embargo, la situación fue cambiando y ya a mediados de los años 60 los costes del *software* ascendieron hasta un 40-50% del coste total del sistema, y su influencia fue creciendo hasta niveles en los que el coste del *hardware* ya representaba tan solo el 20% del total.

- *La importancia creciente del mantenimiento.* La tarea de un desarrollador de *software* no concluye cuando el producto es implementado, instalado y entregado. En efecto, cuando comienza la explotación de un producto *software* se detectan errores, los usuarios en ocasiones piden cambios del mismo, los propios productores pueden facilitar nuevas versiones mejoradas, etc. Todo ello suele considerarse como mantenimiento del *software*. Las tareas de mantenimiento pueden llegar a ser más dificultosas (y, en consecuencia, más caras) que las de desarrollo de un nuevo producto.
- *Los avances en el desarrollo del hardware.* Conforme las generaciones de computadoras se iban sucediendo, los costes de producción de las mismas disminuyeron considerablemente. Esto trajo consigo la implantación casi generalizada del ordenador como herramienta habitual de trabajo, ya que tanto grandes como pequeñas empresas tenían a su alcance algún modelo que cumplía con sus necesidades de proceso de datos a un precio asequible. Evidentemente, el aumento en las ventas de computadores trajo consigo un crecimiento enorme de la demanda de nuevos programas que cubriesen todas las necesidades de los potenciales usuarios.
- *Demanda de software más complejo.* Los avances tecnológicos han propiciado igualmente la aparición de grandes sistemas *software* más complejos que los que pudieran existir en el pasado que resuelven más problemas que los sistemas pequeños. A medida que dichos grandes sistemas se fueron desarrollando, se hizo patente que las técnicas empleadas para desarrollar pequeños productos (si es que dichas técnicas existían, ya que muchas veces la programación ha sido considerada más arte que ciencia) no funcionaban para aquellos. La necesidad de una aproximación disciplinada al desarrollo de grandes y/o complejos sistemas *software* era, por tanto, evidente. El incremento de la complejidad del *software* no solo se debe al tamaño de los sistemas, también va a influir el aumento de la facilidad de uso de los sistemas *software* y el aumento del número de conexiones en red.

Con el objetivo de vencer todas estas dificultades surgió una nueva disciplina conocida como *Ingeniería de Software*, cuyo nombre se propuso en 1968 en una conferencia de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) [716] para analizar los problemas del desarrollo de *software*; en esa época había grandes sistemas de *software* que estaban rezagados, que no ofrecían la funcionalidad que requerían los usuarios, que costaban más de lo esperado y que no eran fiables [717]. Como primera aproximación podría tomarse a definición del ANSI/ IEEE Std 729-1983:

> *The systematic approach to the development, operation, maintenance, and retirement of software [La aproximación sistemática al desarrollo, operación, mantenimiento y retirada del software]* [718] (p. 32).

Según lo anterior, el desarrollo del *software* es un problema ingenieril ya que trata de crear soluciones efectivas y viables económicamente hablando a problemas reales.

Antes de entrar a una mayor conceptualización de la *Ingeniería del Software*, conviene dejar completamente clara la definición de *software*, por ejemplo, según el IEEE Std 610.12-1990, se puede definir como:

> *Computer programs, procedures, and possibly associated documentation and data pertaining to the operation of a computer system* [719] (p. 66).

O como lo definen Roger S. Pressman y Bruce R. Maxim:

> *Software is: (1) instructions (computer programs) that when executed provide desired features, function, and performance; (2) data structures that enable the programs to adequately manipulate information, and (3) descriptive information in both hard copy and virtual forms that describes the operation and use of the programs* [720] (p. 4).

Por su parte Mario G. Piattini y otros definen *software* como:

> *Conjunto de programas, procedimientos y documentación asociada a la operación de un sistema informático* [721, 722].

Los documentos son en la mayoría de los casos tan importantes para el correcto aprovechamiento del *software* como lo es el propio programa fuente. De hecho, hay estimaciones que sitúan al desarrollo de la documentación asociada a los sistemas *software* entre los dos o tres apartados más costosos de todo el proceso [723].

7.1. Definición de Ingeniería del Software

La introducción del término *Ingeniería del Software* se produce en la primera conferencia sobre Ingeniería del Software patrocinada por la OTAN, celebrada en Garmisch (Alemania) en octubre de 1968 [716], no obstante la paternidad del término se le atribuye a Fritz Bauer [724].

Fue tal la aceptación de esta conferencia que se consiguió un nuevo patrocinio de la OTAN para una segunda conferencia sobre Ingeniería del Software, que tendría lugar un año más tarde en Roma (Italia) [725], con unos resultados menos esperanzadores que los producidos en la primera conferencia. De hecho, no se produjo ninguna petición de que continuara la serie de conferencias de la OTAN, lo cual no influyó para que a partir de entonces se utilizara con gran profusión el nuevo término para describir los trabajos realizados, aunque quizás sin un consenso real sobre su significado.

En el contexto educativo, sin duda alguna, lo que más controversia ha levantado es el propio nombre del término, centrándose la discusión en la pregunta *¿es la Ingeniería del Software realmente una Ingeniería?* [726-728].

Los argumentos que se dan para sustentar una respuesta negativa se pueden resumir en dos categorías. La primera reuniría a aquellos que se ciñen a la definición literal de ingeniería dada por algunos diccionarios o sociedades profesionales, argumentando que en estas definiciones se hace mención a productos tangibles derivados del uso efectivo de materiales y fuerzas naturales, mientras que el *software* ni es tangible, ni utiliza materiales y/o fuerzas naturales para su concepción. La segunda categoría estaría formada por los que arguyen que una disciplina ingenieril evoluciona desde una profesión y la profesión relacionada con el *software* no ha evolucionado lo suficiente para ser considerada una ingeniería.

Por el contrario, son muchos los que están a favor de la utilización y difusión del término *Ingeniería del Software*, tomando como un estándar de facto la utilización reiterada del término en la bibliografía especializada.

Quizás la defensa más fuerte y adecuada de la Ingeniería del Software como ingeniería venga de la mano de Mary Shaw que justifica que si tradicionalmente se ha definido ingeniería como "la creación de soluciones rentables a problemas prácticos mediante la aplicación del conocimiento científico para la construcción de cosas al servicio de la

humanidad" [729], entonces el desarrollo del *software* es un problema ingenieril apropiado, porque involucra "la creación de soluciones rentables económicamente para problemas prácticos" [633].

Una vez hechas estas disquisiciones sobre el término y sus controversias, se va a proceder a exponer una muestra de las numerosas definiciones que de Ingeniería del Software se pueden encontrar en la bibliografía.

> *Ingeniería del software es el establecimiento y uso de principios sólidos de ingeniería, orientados a obtener software económico que sea fiable y trabaje de manera eficiente en máquinas reales.* **Fritz Bauer**, *First NATO Software Engineering Conference, Garmisch (Germany)*, 1968 [643, 730].

> *Multi-person development of multi-version programs.* **David L. Parnas** [731, 732].

> *Software Engineering: The practical application of scientific knowledge in the design and construction of computer programs and the associated documentation required to develop, operate, and maintain them.* **Barry W. Boehm** [733] (p. 1226).

> *Ingeniería del Software es el estudio de los principios y metodologías para desarrollo y mantenimiento de sistemas software.* **M. V. Zelkovitz et al.** [734].

> *Es la disciplina tecnológica y de gestión que concierne a la producción y mantenimiento sistemático de productos software que son desarrollados y modificados a tiempo y dentro de los costes estimados.* **Richard Fairley** [735].

> *Tratamiento sistemático de todas las fases del ciclo de vida del software. Se refiere a la aplicación de metodologías para el desarrollo del sistema software.* **Asociación Española para la Calidad** [736].

La aplicación disciplinada de principios, métodos y herramientas de ingeniería, ciencia y matemáticas para la producción económica de software de calidad. **Watts S. Humphrey** [737].

(1) The application of a systematic, disciplined, quantifiable approach to the development, operation, and maintenance of software; that is, the application of engineering to software.
(2) The study of approaches as in (1).

IEEE Std 610.12-1990 [719] (p. 67).

(1) The systematic application of scientific and technological knowledge, methods, and experience to the design, implementation, testing, and documentation of software.

(2) The application of a systematic, disciplined, quantifiable approach to the development, operation, and maintenance of software; that is, the application of engineering to software.

24765-2010 - ISO/IEC/IEEE [738] (p. 331).

Disciplina tecnológica y de gestión concerniente a la invención, producción sistemática y mantenimiento de productos software de alta calidad, desarrollados a tiempo y al mínimo coste. **William B. Frakes et al.** [739].

Aplicación de herramientas, métodos y disciplinas para producir y mantener una solución automatizada de un problema real. **Bruce I. Blum** [740].

Aplicación de principios científicos para la transformación ordenada de un problema en una solución software funcional, así como en el consiguiente mantenimiento del software hasta el final de su vida útil. **Alan M. Davis** [741].

That form of engineering that applies the principles of computer science and mathematics to achieving cost-effective solutions to software problem. **Watts S. Humphrey** [742].

La aplicación de métodos y conocimiento científico para crear soluciones prácticas y rentables para el diseño, construcción, operación y mantenimiento del software y los productos asociados, al servicio de las personas. **Mary Shaw y David Garlan** [743].

The application of science and mathematics by which the properties of software are made useful to people. **Barry W. Boehm** [744] (p. 12).

Software engineering encompasses a process, a collection of methods (practice) and an array of tools that allow professionals to build high-quality computer software. **Roger S. Pressman y B. R. Maxim** [720] (p. 14).

Software engineering is an engineering discipline that is concerned with all aspects of software production from the early stages of system specification through to maintaining the system after it has gone into use. **Ian Sommerville** [745] (p. 21).

La Ingeniería del Software requiere la comprensión y aplicación de principios de ingeniería, habilidades de diseño, buenas prácticas de gestión, fundamentos de la Ciencia de la Computación y formalismos matemáticos. Es tarea de la Ingeniería del Software juntar estas áreas de trabajo tan dispares y utilizarlas en las fases de obtención de los requisitos, especificación, diseño, verificación, implementación, prueba, documentación y mantenimiento de sistemas software complejos y de gran tamaño. El ingeniero del software debe cumplir el papel del arquitecto del sistema complejo, tomando en cuenta las necesidades y requisitos del usuario, la viabilidad, el coste, la calidad, la confianza, la seguridad y las restricciones temporales. La necesidad de ajustar la

importancia relativa de estos factores de acuerdo a la naturaleza del sistema y de su aplicación confiere una fuerte dimensión ética a las tareas del ingeniero del software, sobre quien pueda depender la seguridad y bienestar de otros, y para quien, como en medicina o en derecho, un sentido de moralidad profesional se requiere para su trabajo.

El ingeniero del software debe ser capaz de estimar el coste y la duración del proceso de desarrollo del software, así como determinar la consecución de corrección y confianza. Tales medidas y estimaciones pueden involucrar conocimientos de conceptos financieros y de gestión, al mismo nivel que el manejo de los fundamentos matemáticos. Se necesita el uso preciso de las notaciones formales y de las palabras para expresarlas con el grado de precisión requerido a otros ingenieros y a clientes formados. En la mayoría de las circunstancias las hebras técnicas, teóricas y de gestión de un proyecto de Ingeniería del Software no pueden separarse unas de las otras.

Para construir grandes productos y conseguir una alta productividad, el ingeniero requiere el uso de herramientas software de desarrollo y de elementos reutilizables que garanticen su subsiguiente modificación y mantenimiento con seguridad.

La actividad profesional del ingeniero del software abarca el rango de tareas involucradas en el ciclo de vida de un sistema software. La obtención de requisitos, especificación, diseño, verificación y construcción son tareas críticas para conseguir la calidad del producto y son todas ellas responsabilidad del ingeniero del software.

Dado que el software determina el comportamiento de un autómata, el ingeniero del software necesita tener conocimientos de hardware digital y de comunicaciones. Aunque la Ingeniería del Software como disciplina puede ser calificada como independiente del área de aplicación, su realización debe ser en el contexto de aplicaciones específicas. El ingeniero del software debe, por tanto, ser capaz de colaborar con otros profesionales que le brindarán capacidades complementarias en la labor de especificar, diseñar y construir sistemas hardware-software que se ajusten a las necesidades del cliente, haga uso de las soluciones hardware y software en una óptima combinación y ofrezca una interfaz de usuario con una calidad adecuada.

La mayoría del software se construye en equipo, frecuentemente con equipos interdisciplinarios. La habilidad para trabajar cerca los unos de los otros es esencial.

Algunos de los métodos y de las herramientas intelectuales de la Ingeniería del Software están en proceso de desarrollo y se espera que tengan que cambiar de forma rápida. Los ingenieros del software, por tanto, necesitan tener unos buenos fundamentos teóricos que les sirvan de base para aprender y usar nuevos métodos en el futuro, y la mentalidad que les permita actualizar de forma permanente los conocimientos que necesitan para su labor profesional. **The British Computer Society and The Institution of Electrical Engineering** [746].

1. *Definición central:*
    - *Ingeniería es la aplicación sistemática de conocimiento científico para la creación y construcción de soluciones rentables a problemas prácticos al servicio de la humanidad.*
    - *La Ingeniería del Software es la forma de ingeniería que aplica principios propios de la Ciencia de la Computación y Matemáticas para conseguir soluciones rentables a problemas software.*
2. *Elaboraciones e interpretaciones:*
    - *La creación y construcción del software debe incluir el mantenimiento. Debe cubrirse el ciclo de vida del software completo.*
    - *La rentabilidad implica no solo dinero, sino tiempo, calendario y recursos humanos. También implica obtener buenos valores por los recursos invertidos; lo que incluye la calidad cuando las medidas se consideren oportunas.*
    - *La Ingeniería del Software no se limita a aplicar solo principios de la Ciencia de la Computación y las Matemáticas, sino cualquier principio del que pueda sacar ventaja.*
    - *La Ingeniería del Software necesita contar con principios y técnicas de gestión para llevar a cabo sus actividades de desarrollo.*

3. *Distinción entre el uso actual del término "Ingeniería del Software" y la definición que se adecua a la misión del Software Engineering Institute:*

   - *Actualmente, el término "Ingeniería del Software" tiene múltiples conjuntos de significados conflictivos y pobremente entendidos, que van desde la programación a la gestión del diseño del sistema.*
   - *Actualmente, el término "Ingeniería del Software" es más una aspiración que una descripción.*

Software Engineering Institute [747].

Parece claro que hay un consenso en que el desarrollo del *software* necesita una base rigurosa que encuentra en la Ingeniería, e indirectamente en la Ciencia y en las Matemáticas. Pero concretamente, en lo referente a la palabra *Ingeniería*, hay diferentes opiniones, pero con el paso del tiempo tienden a consensuarse en que la *Ingeniería del Software* es una disciplina de *Ingeniería*. Por ejemplo, Hoare [748], en la década de los setenta, cita los componentes clave de la ingeniería, que según él son lo suficientemente valiosos y relevantes como para ser imitados por los desarrolladores de *software*, concretamente identifica cuatro aspectos de la ingeniería que cubren tanto los elementos teóricos como los prácticos de la Ingeniería del Software: *profesionalismo*, *vigilancia*, *conocimiento teórico* y *herramientas*; J. A. McDermid [749] destaca los fundamentos de Ciencia y Matemáticas; R. S. Pressman, en ediciones anteriores y en clara alusión a F. Bauer, habla simplemente de principios de ingeniería, que pueden incorporar principios teóricos y prácticos [750], sin embargo, en su última edición pone mucho más énfasis en el proceso y en los métodos, es decir, en los aspectos prácticos, para lograr el fin último, el *software* de calidad, para lo que se presenta la Ingeniería de Software organizada en capas y sustentada en el proceso (ver Figura 7.1), el cual si bien requiere disciplina, necesita también de adaptabilidad y de agilidad [720]; algo similar ocurre con Ian Sommerville que, por ejemplo en la edición de su libro incluye "teorías, métodos y herramientas" [751], aunque indica que la Ingeniería del Software es diferente a otras formas de Ingeniería debido a la propia naturaleza del *software*, sin embargo, en la última edición comienza su definición explícitamente con "La Ingeniería del Software es una disciplina ingenieril" y pone mucho énfasis en que la Ingeniería del Software no solo se refiere a los procesos técnicos para el desarrollo del *software*, sino que además incluye las actividades de

gestión del proyecto, así como el desarrollo de herramientas, métodos y teorías para el soporte del desarrollo del *software*; Anthony I. Wasserman sugiere que existen ocho nociones fundamentales en la Ingeniería del Software que forman la base para una disciplina efectiva [752]: abstracción, métodos y notaciones de análisis y diseño, prototipado de la interfaz de usuario, modularidad y arquitectura del *software*, proceso y ciclo de vida, reutilización, métricas, y herramientas y entornos integrados.

Figura 7.1. Capas de la Ingeniería del Software. Fuente: Basado en [720] (p. 16)

No solo hace falta decir lo qué es la Ingeniería del Software, sino que es conveniente recalcar lo qué no es; así la Ingeniería del Software no es el diseño de programas que se implementan en otras áreas ingenieriles, ni es simplemente una forma de programar más organizada que la que prevalece entre aficionados, principiantes o personas con falta de educación y entrenamiento específico.

El concepto de Ingeniería del Software surge de la distinción entre el desarrollo de pequeños proyectos (*programming in the small*) y el desarrollo de grandes proyectos (*programming in the large*), de forma que el reconocimiento de que la Ingeniería del Software está relacionada con esta última. Este primer concepto fue rápidamente ampliado para incorporar a la Ingeniería del Software todas aquellas tareas relacionadas con la automatización de los Sistemas de Información y con la Ingeniería de Sistemas en general.

7.2. Marco conceptual de la Ingeniería del Software

El estudio de las características comunes de los sistemas se conoce como Teoría General de Sistemas [753]. Los principios de esta teoría, derivados del estudio de otros

sistemas, se pueden aplicar a los sistemas automatizados. Algunos de los principios generales de la teoría general de sistemas son los siguientes:

- Cuanto más especializado sea un sistema menos capaz es de adaptarse a circunstancias diferentes.
- Cuanto mayor sea el sistema mayor es el número de recursos que deben dedicarse a su mantenimiento diario.
- Los sistemas siempre forman parte de sistemas mayores y siempre pueden dividirse en sistemas menores.
- Los sistemas crecen.

La Ingeniería de Sistemas es uno de los antecedentes de la Ingeniería del Software. En ella las funciones deseadas de un sistema se descubren, analizan y se asignan a elementos de sistemas individuales. El ingeniero de sistemas parte de los objetivos definidos por el usuario y desarrolla una representación de la función, rendimiento, interfaces, restricciones de diseño y estructura de la información que pueden ser asociados a cada uno de los elementos del sistema (documentos, procedimientos, bases de datos, etc.).

En el marco de la Teoría General de Sistemas, el análisis de sistemas tiene como objetivo general la comprensión de los sistemas complejos para abordar su modificación de forma que se mejore el funcionamiento interno para hacerlo más eficiente, para modificar sus metas, etc. Las modificaciones pueden consistir en el desarrollo de un subsistema nuevo, en la agregación de nuevos componentes, en la incorporación de nuevas transformaciones, etc. En general, el análisis de sistemas establece los siguientes pasos a seguir:

1. *Definición del problema.* En este paso se identifican los elementos de insatisfacción, los posibles cambios en las entradas y/o salidas al sistema y los objetivos del análisis del sistema.

2. *Comprensión y definición del sistema.* En este paso se identifica y descompone el sistema jerárquicamente en sus partes constituyentes o subsistemas junto con las relaciones existentes entre los mismos.

3. *Elaboración de alternativas.* En este paso se estudian las diferentes alternativas existentes para la modificación y mejora del sistema, atendiendo a los costes y perspectivas de realización.

4. *Elección de una de las alternativas definidas en el paso anterior.*
5. *Puesta en práctica de la solución elegida.*
6. *Evaluación del impacto de los cambios introducidos en el sistema.*

Desde una perspectiva más general, Jean-Louis Le Moigne [754] concibe los sistemas formados por tres subsistemas interrelacionados: el de decisión, el de información y el físico. El sistema de decisión procede a la regulación y control del sistema físico con el objetivo de definir su comportamiento en función de los objetivos marcados. El sistema físico transforma un flujo físico de entradas en un flujo físico de salidas. En interconexión entre el sistema físico y el sistema de gestión se encuentra el sistema de información. El sistema de información está compuesto por diversos elementos encargados de almacenar y tratar las informaciones relativas al sistema físico a fin de ponerlas a disposición del sistema de gestión. El Sistema Automatizado de Información (SAI) es un subsistema del sistema de información en el que todas las transformaciones significativas de información son efectuadas por máquinas de tratamiento automático de las informaciones.

Con base en estas ideas, se considera a la Ingeniería del Software como la disciplina que se ocupa de las actividades relacionadas con los sistemas informáticos o sistemas de información en los que el *software* desempeña un papel relevante. Estos sistemas de información han de ser fiables, es decir, que su realización se lleve a cabo de forma correcta conforme a unos estándares de calidad y, además, que su desarrollo se realice en el tiempo y coste establecidos.

No obstante, la Ingeniería del Software va más allá. Abarca un conjunto de tres elementos clave: métodos, herramientas y procedimientos, que facilitan al gestor controlar el proceso de desarrollo del *software* y suministrar a los que practiquen dicha ingeniería las bases para construir *software* de alta calidad de una forma productiva.

El término *software* de calidad aparece reiteradamente como un fin de la Ingeniería del Software. Una valoración general de la calidad de un sistema *software* requiere la identificación de atributos comunes que pueden esperarse de un buen producto de ingeniería. Aunque se asuma que el *software* proporciona la funcionalidad requerida, hay una serie de atributos que se deberían encontrar, porque además la calidad subjetiva de un sistema *software* está mayormente relacionada con sus atributos no funcionales (seguridad, protección, fiabilidad, flexibilidad, robustez, comprensión,

experimentación, adaptabilidad, modularidad, complejidad, portabilidad, usabilidad, reusabilidad, eficiencia y aprendizaje) [745]. Por su parte Mynatt [723] establece que la calidad de un producto *software* se mide en función de determinados aspectos que, básicamente, son distintos para el promotor, los usuarios y los encargados de mantenimiento. El promotor o cliente del proyecto, como entidad encargada de los costes, exigirá que el producto *software* aumente la productividad de su organización, tenga un bajo coste, sea eficiente, fiable y flexible. Los usuarios exigirán que el sistema les proporcione la funcionalidad adecuada, pero también fiabilidad, eficiencia, que sea fácil de aprender, de usar y de recordar. Por último, a los encargados del mantenimiento les interesará que el sistema contenga el menor número de errores cuando se instale por primera vez, que tenga una buena documentación, que sea fiable y que esté bien diseñado.

Bertrand Meyer [755] distingue entre factores de calidad externos (tales como corrección, robustez, extensibilidad, reutilización, compatibilidad, eficiencia, portabilidad, facilidad de uso, funcionalidad y oportunidad) e internos (modularidad, legibilidad, etc.), si bien los factores externos son los que importan en última instancia, debido a que son los únicos percibidos por el usuario, son los factores internos los que aseguran el cumplimiento de los primeros. En cualquier caso, la optimización de todos estos aspectos es difícil ya que algunos son excluyentes. Además, la relación entre los costes y estos atributos no es lineal, de forma que pequeñas mejoras o variaciones en cualquiera de ellos pueden ser demasiado caras. Barry B. Boehm [756, 757] afirma que aplicar con éxito la Ingeniería del Software requiere una continua resolución de una variedad de metas importantes, pero conflictivas en la mayoría de sus casos.

En muchas ocasiones la Ingeniería del Software se ha querido limitar al desarrollo de grandes proyectos informáticos, pero si el fin último es conseguir un producto *software* de calidad, todo desarrollo *software* ha de seguir un proceso.

> *The software engineering process is the glue that holds the technology layers together and enables rational and timely development of computer software. Process defines a framework that must be established for effective delivery of software engineering technology* [720] (p. 15).

Un proceso es una colección de actividades, acciones y tareas que se llevan a cabo cuando se quiere crear un producto. Las actividades se orientan a conseguir un

objetivo de grano grueso, una acción implica un conjunto de tareas que tienen como resultado un producto complejo, como por ejemplo un modelo arquitectónico, por último, una tarea se centra en un objetivo pequeño, pero bien definido, que da lugar a un resultado tangible.

En el contexto de la Ingeniería del Software, un proceso no es una prescripción rígida de cómo se construye un sistema *software*. Debe dar una aproximación adaptable que permita al equipo de ingenieros hacer su trabajo. Como hay muchos tipos diferentes de *software*, no existe un proceso *software* universal. No obstante, cualquier proceso debe incluir, de alguna manera, las cuatro actividades principales de la Ingeniería del Software [745] (p.44):

1. *Especificación del software*. Dónde se definen la funcionalidad del *software* y sus restricciones.
2. *Desarrollo del software*. Se produce el *software* que cumple con las especificaciones.
3. *Validación del software*. Se debe asegurar que el *software* cumple con lo que el cliente espera.
4. *Evolución del software*. El *software* debe evolucionar para cumplir con las necesidades cambiantes del cliente.

Estas u otras actividades (por ejemplo, en [720] se proponen cinco – comunicación, planificación, modelado, construcción y despliegue) definirían un marco de proceso para la Ingeniería del Software, que se completa, además, con un conjunto de actividades generales que se aplican de forma transversal a todo el marco de proceso, como son, entre otras, el seguimiento y control del proyecto, el aseguramiento de la calidad del *software*, las revisiones técnicas o la gestión de la configuración del *software*.

Este marco de proceso *software* queda definido internacionalmente con el estándar ISO/IEC/IEEE 12207, cuya versión de 2008 [758] ha quedado recientemente sustituida por la versión de 2017 [759]. Este estándar ISO/IEC/IEEE 12207:2017, relativo a los procesos del ciclo de vida del *software*, se aplica a la adquisición de sistemas de *software*, productos y servicios, al suministro, desarrollo, operación, mantenimiento y eliminación de productos de *software* o componentes de *software* de cualquier sistema, ya sea que se realice interna o externamente a una organización. Se incluyen aquellos aspectos de la definición del sistema necesarios para proporcionar el contexto de los

productos y servicios de *software*. También proporciona procesos que pueden emplearse para definir, controlar y mejorar los procesos del ciclo de vida del *software* dentro de una organización o de un proyecto. Los procesos, actividades y las tareas de este estándar se pueden aplicar durante la adquisición de un sistema que contenga *software*, ya sea solo o en conjunto con el estándar ISO/IEC/IEEE 15288:2015 [760] relativo a los procesos del ciclo de vida del sistema. El mapa de procesos del ciclo de vida del *software* propuesto por el estándar ISO/IEC/IEEE 12207:2017 se puede ver en la Figura 7.2.

Figura 7.2. Procesos del ciclo de vida del *software* según el estándar ISO/IEC/IEEE 12207:2017. Fuente: [759] (p. 21)

La Ingeniería del Software está compuesta de pasos que abarcan los métodos, las herramientas y los procedimientos. Esos pasos constituyen lo que se ha dado en llamar

ciclo de vida de un proyecto *software*. Un ciclo de vida representa la evolución de un sistema, producto, proyecto o de cualquier otra entidad construida por los seres humanos desde su concepción hasta su retirada [761]. Formalmente, el ciclo de vida del *software* se puede definir como las distintas fases por las que pasa el *software* desde que nace una necesidad de mecanizar un proceso hasta que deja de utilizarse el *software* que sirvió para ese objetivo, pasando por las fases de desarrollo y explotación [739].

No existe una única forma de organizar las fases del ciclo de vida del *software*, la forma más natural de hacerlo sería ordenar sus fases de manera secuencial según ocurren en el tiempo, pero esto se ha demostrado que no es realista por la naturaleza evolutiva del *software*, por ello se le da un orden lógico, es decir, se representan de una manera comprensible, pero dicho orden no implica que ocurra exactamente de esa forma en el tiempo. A esta manera de representar las fases de un ciclo de vida o, lo que es lo mismo, las fases de un proceso, se denomina modelo de ciclo vida o modelo de proceso. Por tanto, no existe un único modelo de ciclo de vida o de proceso. A lo largo de los años han ido apareciendo modelos que incluyen diferentes visiones del proceso de desarrollo. Los modelos de proceso tienen su origen en intentar traer orden al caos del desarrollo de *software* [720]. Históricamente se tiene que estos modelos han aportado una cierta estructura al trabajo de los ingenieros de *software* debido a la definición de una guía efectiva para los equipos de trabajo. Sin embargo, el trabajo de los ingenieros de *software* y los artefactos que se producen están al borde del caos [762]. El borde del caos se puede definir como "el estado natural entre el orden y el caos, un gran compromiso entre estructura y sorpresa" [763]. El borde del caos se puede visualizar como un estado inestable y parcialmente estructurado. Es inestable porque se siente constantemente atraído por el caos o el orden absoluto. Se tiene la tendencia a pensar que el orden es el estado ideal de la naturaleza, pero esto no siempre es cierto, el trabajo fuera del equilibrio genera creatividad, procesos auto-organizados y rendimientos crecientes [764]. El orden absoluto significa la ausencia de variabilidad, que podría ser una ventaja en entornos impredecibles. El cambio ocurre cuando hay alguna estructura para que el cambio pueda organizarse, pero sin tanta rígido como para que no pueda ocurrir. Demasiado caos, por otro lado, puede hacer que la coordinación y la coherencia sean imposibles. La falta de estructura no siempre significa desorden. Las implicaciones filosóficas de este argumento son significativas para la Ingeniería de Software. Cada modelo de proceso trata de encontrar un

equilibrio entre la necesidad de impartir orden en un mundo caótico y la necesidad de adaptarse cuando las cosas cambian constantemente.

En la Figura 7.3 se puede ver una clasificación bidimensional de la tecnología basada en la clasificación de Charles Perrow [765]. En el eje de las ordenadas se presenta la capacidad de análisis del problema, con los valores discretos de bien o mal definido, mientras que en el eje de abscisas se recoge la variabilidad de la tarea, que representa el número de excepciones esperadas. La Ingeniería del Software, a diferencia de otras formas de ingeniería, presenta problemas de toma de decisión en más de un cuadrante. La definición borrosa del problema y un número alto de excepciones caracterizan las fases de análisis de requisitos y de diseño, que deben servir de base para que la generación de código y prueba se puedan incluir en el cuadrante de la ingeniería. El mayor número de actividades van a recaer en el cuadrante de actividades no rutinarias, lo que va a requerir de personal altamente cualificado, una baja formalización y centralización, una alta demanda de procesamiento de información y una importante necesidad de coordinación del equipo de trabajo.

Figura 7.3. Clasificación de la tecnología. Fuente: Basado en [762]

Los modelos de proceso primigenios como el ciclo de vida en cascada [766, 767], el modelo en cascada con prototipado [768, 769], el modelo de programación automática [770], el modelo incremental [771] o el modelo en espiral [772, 773] entre otros, dieron paso a los modelos iterativos e incrementales [745]. Esa evolución coincidió con la toma en consideración del concepto de proceso del *software* [774], que pretendía englobar en un único marco los aspectos puramente de desarrollo y los de gestión. El

ciclo de vida pasa a ser entonces un componente básico del proceso del *software*, pero no el único. Entre todos los modelos de proceso, el llamado Proceso Unificado [775], con una definición específica originalmente de la empresa *Rational Software* y posteriormente de *IBM*, *Rational Unifed Process* [776], se considera el representante más genuino de los llamados procesos pesados (*heavyweight*). Ese calificativo le fue otorgado por los defensores de una aproximación ágil [777] y que, desde su aparición en los inicios de la década pasada, ha supuesto una revolución en la forma de desarrollar *software* con la propuesta de métodos ágiles, tales como Extreme Programming [778, 779], Scrum [780, 781] o DSDM [782] entre otros. En [783] se puede consultar una línea de tiempo con las principales prácticas ágiles, lo que supone una traza temporal desde sus raíces.

> *We are uncovering better ways of developing software by doing it and helping others do it. Through this work we have come to value:*
>
> *Individuals and interactions over processes and tools*
>
> *Working software over comprehensive documentation*
>
> *Customer collaboration over contract negotiation*
>
> *Responding to change over following a plan*
>
> *While there is value in the items on the right, we value the items on the left more.*
>
> **Agile Manifesto** [777].

En base al *Agile Manifesto*, se definen 12 principios [777]:

1. *Our highest priority is to satisfy the customer through early and continuous delivery of valuable software.*
2. *Welcome changing requirements, even late in development. Agile processes harness change for the customer's competitive advantage.*
3. *Deliver working software frequently, from a couple of weeks to a couple of months, with a preference to the shorter timescale.*
4. *Business people and developers must work together daily throughout the project.*
5. *Build projects around motivated individuals. Give them the environment and support they need, and trust them to get the job done.*

6. *The most efficient and effective method of conveying information to and within a development team is face-to-face conversation.*
7. *Working software is the primary measure of progress.*
8. *Agile processes promote sustainable development. The sponsors, developers, and users should be able to maintain a constant pace indefinitely.*
9. *Continuous attention to technical excellence and good design enhances agility.*
10. *Simplicity – the art of maximizing the amount of work not done – is essential.*
11. *The best architectures, requirements, and designs emerge from self-organizing teams.*
12. *At regular intervals, the team reflects on how to become more effective, then tunes and adjusts its behavior accordingly.*

Si un proceso *software* marca las actividades y tareas que deben realizarse en un proyecto, los métodos indican cómo desarrollar dichas tareas. Una metodología es el conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal [463]. El uso de una metodología permite el dominio del proceso *software*. Se puede decir que una metodología es un enfoque, una manera de interpretar la realidad o la disciplina en cuestión, que en este caso particular correspondería a la Ingeniería del Software. A su vez, un método, es un procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla. Es un conjunto de técnicas, herramientas y tareas que, de acuerdo a un enfoque metodológico, se aplican para la resolución de un problema.

Desde el punto de vista específico de la Ingeniería del Software, la metodología describe cómo se organiza un proyecto, el orden en el que la mayoría de las actividades tienen que realizarse y los enlaces entre ellas, indicando asimismo cómo tienen que realizarse algunas tareas proporcionando las herramientas concretas e intelectuales. En concreto, se puede definir metodología de Ingeniería del Software como "*un proceso para producir software de forma organizada, empleando una colección de técnicas y convenciones de notación predefinidas*" [784].

Con una metodología se intentan cubrir las siguientes necesidades: mejores aplicaciones, mejor proceso de desarrollo y establecer un proceso estándar en una organización [721].

A una metodología se le requieren una serie de características deseables [785]:

- Un proceso de ciclo de vida completo que comprenda aspectos tanto del negocio como técnicos.
- Un conjunto completo de conceptos y modelos que sean internamente consistentes.
- Una colección de reglas y guías.
- Una descripción completa de artefactos a desarrollar.
- Una notación con la que trabajar, idealmente soportada por diversas herramientas CASE y diseñada para una usabilidad óptima.
- Un conjunto de técnicas probadas.
- Un conjunto de métricas, junto con asesoramiento sobre calidad, estándares y estrategias de prueba.
- Identificación de los roles organizacionales.
- Guías para la gestión de proyectos y aseguramiento de la calidad.
- Asesoramiento para la gestión de bibliotecas y reutilización.

Desde una perspectiva taxonómica, tradicionalmente, se pueden distinguir seis escuelas principales de pensamiento en relación con las metodologías de Ingeniería del Software:

1. *Metodologías estructuradas orientadas a datos.* Si se toma como referencia el patrón *entrada/proceso/salida* de un sistema, de forma que los datos se introducen en el sistema y este responde ante ellos para transformarlos para obtener salidas, estas metodologías se centran en la parte *entrada/salida.* En estas metodologías las actividades de análisis comienzan evaluando en primer lugar los datos y sus interrelaciones para determinar la arquitectura de datos subyacente. Cuando esta arquitectura está definida, se definen las salidas a producir y los procesos y entradas necesarios para obtenerlas. Ejemplos representativos de este grupo son los métodos JSP (*Jackson Structured Programming*) y JSD (*Jackson Structured Design*) [786-788], la construcción lógica de programas LCP (*Logical Construction Program*) [789] y el DESD

(Desarrollo de Sistemas Estructurados de Datos), también conocido como metodología Warnier-Orr [790, 791].

2. *Metodologías estructuradas orientadas a procesos.* Al contrario que en el caso anterior, estas metodologías se centran más la parte de proceso del patrón *entrada/proceso/salida*. Utilizan un enfoque de descomposición descendente para evaluar los procesos del espacio del problema y los flujos de datos con los que están conectados. Este tipo de metodologías se desarrolló a lo largo de los años 70. Los creadores de este tipo de métodos fueron Edward Yourdon y Larry Constantine [792-794]; Tom DeMarco [795]; Chris P. Gane y Trish Sarson [796, 797]. Representantes de este grupo son las metodologías de análisis y diseño estructurado como Merise [798-800], YSM (*Yourdon Systems Method*) [801], SSADM (*Structured Systems Analysis and Design Method*) [802] (que se renombra en 2000 como *Business Development System* [803]) o METRICA v.2.1 [804] y en parte METRICA v3.0 [805].
3. *Metodologías orientadas a estados y transiciones.* Estas metodologías están dirigidas a la especificación de sistemas en tiempo real y sistemas que tienen que reaccionar continuamente a estímulos internos y externos (eventos o sucesos). Las extensiones de las metodologías de análisis y diseño estructurado de Paul T. Ward y Stephen J. Mellor [806-808] y de Derek J. Hatley e Imtiaz A. Pirbhai [809] son dos buenos ejemplos de estas metodologías.
4. *Metodologías para el diseño basado en el conocimiento.* Utiliza técnicas y conceptos de Inteligencia Artificial para especificar y generar sistemas de información. El método KADS (*Knowledge Acquisition and Development Systems*) [810-812], la metodología IDEAL [813] o NeOn Methodology Framework [814, 815] son ejemplos de esta categoría.
5. *Metodologías orientadas a objetos.* Se fundamentan en la integración de los dos aspectos de los sistemas de información: datos y procesos. En este paradigma un sistema se concibe como un conjunto de objetos que se comunican entre sí mediante mensajes. El objeto encapsula datos y operaciones. Este enfoque permite un modelado más natural del mundo real y facilita enormemente la reusabilidad. Algunos representantes de este grupo son las metodologías OOA/D [816, 817], OMT (*Object Modeling Technique*) [784, 818, 819], Objectory [820], FUSION [821], MOSES [822, 823] o, en parte, METRICA v3.0 [805].

6. *Metodologías basadas en métodos formales.* Implican una revolución en los procedimientos de desarrollo ya que, a diferencia de todas las anteriores, estas técnicas se basan en teorías matemáticas que permiten una verdadera aproximación científica y rigurosa al desarrollo de sistemas de información y *software* asociado. Un ejemplo de este tipo de metodologías puede ser OO-Method [824, 825], que está basada en el lenguaje de especificación formal OASIS (*Open and Active Specification of Information Systems*) [826-828].

En resumen, como se muestra en la Figura 7.4, la Ingeniería del Software resuelve problemas aplicando el método general de ingeniería por el que se conceptualiza el problema, se propone una solución que se materializa en un sistema *software*. El paso de la conceptualización a la solución final se ve reflejado en un conjunto de especificaciones realizadas con diferentes lenguajes de especificación, que incluyen modelos en diferentes niveles de abstracción, desde el dominio del problema hasta el dominio de la solución. Para la realización de estos modelos se empleará un paradigma que aportará la teoría o conjunto de teorías que suministran la base para resolver los problemas. Dichos modelos representarán las diferentes vistas de todo sistema, su funcionalidad, su estructura de información y su capacidad de interoperar con otros agentes, ya sean sistemas informáticos o usuarios humanos.

Figura 7.4. Marco conceptual de la Ingeniería del Software. Fuente: [829] (p. 11)

7.3. Evolución de la Ingeniería del Software

Pese a ser una disciplina joven en relación con otras de su misma naturaleza, la Ingeniería del Software ha evolucionado rápidamente en las últimas décadas. Este avance ha supuesto una auténtica revolución en el mundo del *software*, ya que se ha pasado de la programación artesanal al desarrollo sistemático de programas que ya pueden ser considerados productos desde el punto de vista industrial [16].

En este apartado se quiere dar un breve repaso histórico sobre cómo han avanzado las técnicas de desarrollo de programas hasta la actualidad, además de ofrecer algunas pinceladas sobre las perspectivas de futuro de la disciplina. Para ello se va a tomar como fuente principal un artículo de Barry W. Boehm en el que hace un excelente recorrido histórico por la Ingeniería del Software [744], que queda reflejado y resumido en la Figura 7.5.

Figura 7.5. Evolución histórica de la Ingeniería del Software. Fuente: [744] (p. 16)

El recorrido comienza en la década de 1950 y de cada periodo se van a aportar unos principios atemporales, que irán precedidos de un signo '+', y una práctica que debería evitarse por quedar desfasada, la cual irá precedida de un signo '-'.

La década de 1950 parte de la tesis de que la Ingeniería del Software es equivalente a la Ingeniería del Hardware. Las principales lecciones aprendidas de esta época se pueden resumir en:

+ La Ciencia no debe descuidarse. Esta es la primera parte de la definición de ingeniería. No debería incluirse solo a las matemáticas y a la informática, sino también a las ciencias conductuales, a la economía y a la gestión. Además.

Debería incluirse el uso del método científico para aprender a través de la experiencia.

+ Estudiar cuidadosamente los cambios. Los compromisos prematuros pueden acabar en desastre.
– Deben evitarse los procesos secuenciales rigurosos.

En la década de 1960 la gente descubrió que los fenómenos alrededor del *software* difieren significativamente de los fenómenos relacionados con el *hardware*. Una de las principales diferencias estriba en que el *software* es mucho más fácil de modificar que el *hardware*, por lo que las organizaciones adoptaron el modelo primitivo o modelo prueba y error, lo que dio lugar a una aproximación artesana de la construcción del software. Así, las aplicaciones de *software* se tornaron en más dependientes de las personas que del *hardware*.

Otra importante diferencia es que el *software* no se desgasta, lo que implica que al usarse modelos de estimación basados en la confiabilidad del *hardware* los resultados son muy pobres, asimismo el mantenimiento del *software* es un subproceso que va a diferir en esencia al del *hardware*. El producto *software* es intangible, pero conlleva un alto coste económico que es difícil establecer si fue previsto o no, con lo que aparecen los retrasos en el calendario y, cuando los retrasos aparecen, de nada sirve incluir más personas en el proyecto [830]. El *software*, generalmente, tiene muchos más estados, modos y escenarios que probar, lo que hace que sus especificaciones sean más difíciles:

> *In order to procure a $5 million hardware device, I would expect a 30-page specification would provide adequate detail to control the procurement. In order to procure $5 million worth of software, a 1500-page specification is about right in order to achieve comparable control* [766].

En este contexto tuvieron lugar las dos afamadas conferencias sobre Ingeniería del Software patrocinadas por la OTAN [716, 724, 725] y que favorecieron la creación de una base de conocimiento sobre el estado de la práctica de la Ingeniería del Software en la industria y en la administración pública que fue fundamental para su mejora.

Las lecciones aprendidas de esta época se pueden resumir en:

+ Pensar fuera de la caja. La ingeniería repetitiva nunca hubiera producido las grandes innovaciones. El prototipado es una práctica de bajo riesgo y alta recompensa.
+ Se deben respetar las diferencias propias del *software*. No se puede acelerar su desarrollo indefinidamente. Como es invisible, se debe encontrar buenas maneras de hacerlo visible y significativo para las diferentes partes que se ven involucradas.
– Evitar el efecto del "llanero solitario" en el desarrollo del *software*. El último minuto de toda una noche con frecuencia no resuelve los problemas y los parches se vuelven en contra rápidamente. El trabajo en equipo es fundamental y la dependencia de los individuos insostenible.

La década de 1970 se caracteriza por la formalidad y los procesos lineales. El caos del *código espagueti* propio del enfoque artesano dio origen a la programación estructurada [831, 832], con dos ramas principales, los métodos formales [833, 834] y los métodos estructurados descendentes [835].

Figura 7.6. Modelo en cascada de W. Royce [766, 767]. Fuente: [744] (p. 15)

Como aprendizaje y síntesis de lo ocurrido en las dos décadas anteriores surge el modelo en cascada, que se presenta en la Figura 7.6. Desafortunadamente, en parte debido a la conveniencia de contratar adquisiciones de *software*, el modelo de cascada se interpretó frecuentemente como un proceso puramente secuencial, en el que el diseño no comenzaba hasta no tener un conjunto completo de requisitos, por ejemplo. Estas malas interpretaciones fueron reforzadas por los estándares de proceso del

gobierno de los EEUU [836, 837] que enfatizaron una interpretación secuencial pura del modelo de cascada.

Las lecciones aprendidas de esta década se pueden resumir en:

- + Eliminar los errores en las fases tempranas del desarrollo. Mejor aún, prevenirlos antes de que ocurran.
- + Determinar el propósito del sistema. Sin una visión compartida clara es probable que se llegue al caos y a la desilusión.
- – Evitar el desarrollo descendente y el reduccionismo. La orientación a objetos, el uso de componentes, la reutilización, el desarrollo ágil, etc. hacen que esta opción no sea realista para la mayoría de las aplicaciones.

La década de 1980 se focaliza en intentar solucionar los problemas de la década anterior y en mejorar la productividad y la escalabilidad de la Ingeniería del Software. Cabe destacar que en 1984 se crea el CMU Software Engineering Institute que se encarga de desarrollar el *Software Capability Maturity Model* (SW-CMM) para evaluar la madurez de los procesos *software* de las organizaciones [737, 838]. El contenido de SW-CMM era en gran medida independiente del método, aunque mantenía fuertemente arraigada la idea de secuencialidad del modelo en cascada.

Por otra parte, se pone un gran énfasis en la integración de herramientas en entornos de soporte, tanto en los IPSE (*Integrated Programming Support Environment*) como en las herramientas CASE (*Computer-Aided Software Engineering*). De esta época viene también el concepto de *software factory*, que se emplea de forma extensiva en EEUU y Europa, pero sería en Japón donde se aplicaron con mayor efectividad [839].

Las mayores apuestas por la productividad vinieron de la mano de diferentes formas de reutilización del *software* [840], además los lenguajes orientados a objetos estimulan un rápido crecimiento de los métodos de análisis y diseño orientados objetos, los cuales acabarán convergiendo en la siguiente década gracias a la aparición en escena del *Unified Modeling Language* (UML) [841-843].

Para terminar el repaso a esta década, no puede dejar de mencionarse el artículo de Frederick P. Brooks Jr, *No silver bullet* [844], en el que muestra su escepticismo ante las innovaciones más recientes de la época y su aplicación para resolver los problemas del *software*. Para Brooks hay unas tareas esenciales en el desarrollo del *software* que inevitablemente requieren de juicio, experiencia y colaboración humana. Estas tareas

esenciales tienen una relación directa con los retos del *software* para crear soluciones productivas: complejidad, adaptación, capacidad de cambio e invisibilidad.

Las lecciones aprendidas de esta década se pueden resumir en:

- + Hay muchos caminos para aumentar la productividad, incluidos dotación de personal, capacitación, herramientas, reutilización, mejora de procesos, prototipos, etc.
- + Lo que es bueno para los productos es bueno para el proceso, lo que incluye a la arquitectura, la reutilización, la capacidad de composición y la adaptabilidad.
- – Se debe ser escéptico sobre las *balas de plata* y las soluciones únicas para todo.

La década de 1990 se caracteriza por la eclosión de la orientación a objetos y el desarrollo de la Web [845]. La tecnología de objetos se ve fortalecida por los avances en los patrones de diseño [846, 847], en las arquitecturas *software* [743, 848], pero especialmente por el desarrollo de UML [841-843].

El modelo en espiral [773], conducido por la gestión del riesgo, es una propuesta de un proceso que soporta la ingeniería concurrente, que se vería completada con una mayor elaboración de las actividades de gestión del riesgo del *software* [849, 850] y el uso de la teoría *win-win* [851].

Figura 7.7. Línea de tiempo del World Wide Web Consortium. Fuente: https://goo.gl/ie1cyS

Otra de las contribuciones importantes a la ingeniería concurrente viene de la mano del *software open source*, con hitos significativos en la fundación de la *Free Software Foundation*, la definición de la licencia GNU *General Public License* [852], la aparición en escena del sistema operativo Linux [853, 854] o el establecimiento del consorcio *World Wide Web* (https://goo.gl/DQWDK6, ver Figura 7.7). El modelo de proceso *software* detrás de este movimiento abierto se presenta en el libro de Eric Steven

Raymond *The catedral and the bazaar* [855] y en [856] se tiene disponible un estudio empírico del ciclo de vida de proyectos abiertos a la comunidad.

La década de los noventa también destaca por la preocupación por el incremento de la usabilidad de los productos *software* [857, 858].

Las lecciones aprendidas de esta década se pueden resumir en:

- + El tiempo es dinero. La gente generalmente invierte en *software* para obtener un retorno positivo. Cuanto antes se envía el *software*, antes se obtiene el retorno, siempre que se tenga una calidad satisfactoria.
- + Hacer que el *software* sea útil para las personas. Esta es otra parte de la definición de ingeniería.
- – Sé rápido, pero no te apresures. Los hitos iniciales ambiciosos generalmente dan como resultado especificaciones incompletas e incompatibles, además de muchas repeticiones.

La primera década del siglo XXI se caracteriza por la agilidad y el valor. Se continúa con una tendencia hacia el desarrollo rápido de aplicaciones y una aceleración del ritmo de cambio en las tecnologías de la información. El final de la década de los noventa vio emerger diferentes métodos ágiles, los cuales enfatizan la mejora de la usabilidad y que el incremento de funcionalidad responda a las preferencias y el valor añadido de sus usuarios.

La tendencia al cambio frecuente en los requisitos es incompatible con las prácticas propias de los procesos clásicos, representados por el modelo secuencial en cascada y los cálculos de programación formal; y con modelos de madurez de procesos que enfatizan la repetición y la optimización [859, 860]. En su lugar, se necesitan modelos de proceso más adaptativos [861] y conducidos por la gestión del riesgo [773], que resulten también atractivos para la mejora de los procesos *software* en las organizaciones pequeñas [862]. Es interesante mencionar aquí la teoría de la *Value-Based Software Engineering* (VBSE) [863], que proporciona un marco para determinar qué partes dinámicas de bajo riesgo de un proyecto se abordan mejor mediante métodos más ágiles y qué partes de mayor riesgo y más estabilizadas se abordan mejor con métodos más planificados. Esta síntesis es cada vez más importante a medida que el *software* se vuelve más crítico para el producto o para la misión, y así que las organizaciones pueden optimizar el tiempo de lanzamiento al mercado.

Otra de las tendencias que cobró fuerzas con el nuevo siglo, aunque a día de hoy sigue sin ser una realidad en el desarrollo industrial de *software*, es desarrollo conducido por modelos o *Model-Driven Development* (MDD) [864-866]. Si bien la generación de programas a partir de modelos de alto nivel mediante transformaciones formales se desarrolla principalmente en las décadas de 1980 y 1990, es en esta década cuando tiene un repunte gracias a la consolidación de los lenguajes de modelado de muy alto nivel, no necesariamente formales, generalmente orientados a objetos, cuyo representante más genuino es el UML, que ha sido el detonante de la búsqueda de mecanismos para generar código ejecutable a partir de dichos modelos. Surge así la Ingeniería del Software Dirigida por Modelos [867], patrocinada por los grandes actores de la industria del *software*, y que tiene en el Object Management Group (https://goo.gl/DLUAFy) uno de sus mayores referentes con su propuesta *Model Driven Architecture* (MDA) [868, 869]. MDA propone una jerarquía de niveles de abstracción en la que, partiendo de modelos muy abstractos, se va descendiendo hasta la implementación a base de transformaciones intra o inter nivel. La automatización de dichas transformaciones lleva a procesos de desarrollo en los que la implementación se genera automáticamente.

Las lecciones aprendidas de esta década se pueden resumir en:

+ Si el cambio es rápido, la adaptabilidad supera la capacidad de repetición.
+ Considerar y satisfacer el valor de todas las proposiciones de los diferentes *stakeholders*. Si se descuidan las partes interesadas en el éxito o en la criticidad del proyecto, generalmente contraatacarán o se negarán a participar, haciendo que todos sean perdedores.
– Evitar las tecnologías que nunca cambian su estado de *promesa* o *emergente*.

Para la década actual, 2010, y el futuro a corto medio plazo, Barry W. Boehm [870] identifica diez tendencias, las ocho primeras se pueden clasificar de continuistas y no sorpresivas, mientras que las dos últimas se podrían definir como tendencias comodín:

1. *Integración creciente en la Ingeniería del Software y la Ingeniería de Sistemas*. Por motivos históricos, inicialmente, ambas disciplinas tuvieron una evolución independiente. Pero a medida que el ritmo de cambio y la complejidad de los sistemas aumenta, volviéndose más intensivos en cuanto a su relación con el usuario y el *software* toma un papel mucho más protagonista en cualquier sistema, aunque este tenga un algo componente de *hardware*, hace necesario

que el ingeniero de *software* salga del área proteccionista al que lo habían relegado las aproximaciones secuenciales de los procesos clásicos. Existen diferentes estándares y guías que enfatizan la necesidad de integrar los procesos de la ingeniería de sistemas y de *software*, con los aspectos de ingeniería de *hardware* y aquellos otros relacionados con las personas, como el *Integrated Capability Maturity Model* (CMMI) [871], el estándar ISO/IEC/IEEE 12207:2017(E) [759] o el estándar ISO/IEC/IEEE 15288:2015(E) [760]. Todos ellos enfatizan las prácticas de la ingeniería concurrente de requisitos y soluciones, integrando el desarrollo del producto y del proceso, con procesos basados en la gestión de riesgos en lugar de en el desarrollo de documentación, de forma que se definan nuevos hitos de los procesos que permitan la sincronización efectiva y la estabilización de los procesos concurrentes [872, 873].

2. *Un mayor énfasis en los usuarios y en el valor*. La realidad del *software* actual es que muchos de sus requisitos son más emergentes que predefinidos. Los usuarios siempre sufrirán del síndrome IKIWISI (*I'll Know It When I See It*), pero realmente en estos momentos sus prioridades cambian con el tiempo, siguiendo, en muchos casos, la jerarquía de necesidades de Maslow [874], en la que las necesidades insatisfechas de los niveles inferiores son las más prioritarias, pero pierden su prioridad una vez que se han satisfecho. Harold R. Booher [875] destaca el aumento del interés en la integración de los aspectos humanos en la Ingeniería de Sistemas. Los requisitos emergentes son incompatibles con los procesos clásicos. Se hacen necesarios los procesos flexibles y adaptativos, que refleja la teoría VBSE [876] o la ruta de los procesos *software* [877].
3. *Incremento de la criticidad los sistemas software intensivos y de la necesidad de su confiabilidad.* Lo que va a involucrar las cuatro siguientes tendencias.
4. *Cambio cada vez más rápido.* Los métodos ágiles tienen un campo de aplicación muy claro en los sistemas *software* intensivos y en su constante evolución y cambio. Las técnicas que permiten que los métodos ágiles funcionen bien en proyectos de tamaño pequeño o mediano [878] pueden tener serias dificultades cuando se aplican en proyectos más grandes y más críticos [879]. La Figura 7.8 identifica cinco dimensiones clave en las que los métodos ágiles y los métodos basados en planificaciones se comportan mejor: tamaño del proyecto, criticidad

de la misión, competencia del personal, dinamismo del proyecto y cultura organizacional. Los proyectos que se encuentran en los dos niveles más próximos al centro de cada dimensión están dentro del dominio de los métodos ágiles, no siendo tan adecuados los métodos tradicionales. La solución radica en buscar propuestas mixtas para abordar los diferentes tipos de proyectos.

Figura 7.8. Dimensiones clave para determinar cómo afrontar un proyecto. Fuente: [870] (p. 6)

5. *Incremento de la globalización y de las necesidades de interoperabilidad.* El desarrollo de proyectos de forma colaborativa en un ámbito global es uno de los grandes retos para el futuro inmediato [880, 881]. La interoperabilidad [446] se convierte en otra de las propiedades clave para cambiar el modelo de los sistemas de información y evolucionar hacia los ecosistemas *software* [443, 882, 883].
6. *Aumento de la complejidad.* Tradicionalmente (e incluso recientemente para algunas formas de métodos ágiles), los sistemas y los procesos de desarrollo de *software* eran recetas para sistemas independientes con altos riesgos de interoperabilidad inadecuada. La experiencia ha demostrado que tales colecciones de sistemas causan retrasos inaceptables en el servicio, planes descoordinados y conflictivos, decisiones ineficaces o peligrosas e incapacidad para hacer frente a un cambio rápido. La lista priorizada de los diez riesgos más importantes para abordar en los desarrollos complejos actuales son: (1) gestión de adquisiciones y dotación de personal; (2) viabilidad de los requisitos y de la arquitectura; (3) calendarios alcanzables; (4) integración del proveedor; (5)

adaptación al cambio rápido; (6) la capacidad de alcanzar los sistemas y la calidad del *software*; (7) integración de productos y actualización electrónica; (8) Componentes COTS (*Commercial-Off-The-Shelf*) y viabilidad de reutilización; (9) interoperabilidad externa; y (10) preparación tecnológica.

7. *COTS, reutilización y retos de la integración de aplicaciones legadas.* Muchos sistemas de información se basan en composición de servicios, cambiando hacia el concepto de ecosistema tecnológico, en el que interoperan componentes y se desarrollan aquellas aplicaciones necesarias, así como los servicios oportunos para facilitar la integración del *software* legado.
8. *Computación plena.* El incremento de la capacidad de cómputo, los dispositivos portátiles y la conectividad casi universal lleva a plantearse nuevos tipos de aplicaciones en las que los usuarios no solo son las personas, lo que está permitiendo hablar de Internet de las Cosas (*Internet of Things* – IoT) [884, 885] o la Industria 4.0 [886, 887], por poner un par de ejemplos.
9. *Autonomía.* Cubre los avances tecnológicos que usan la computación plena para posibilidad que ordenadores y software para evaluar de forma autónoma situaciones y determinar las mejores formas de acción, incluyendo agentes colaborativos [888], técnicas de *machine-learning* [889] o extensiones de robots en escala de nanotecnología [890].
10. *Combinaciones de biología y computación.* Fenómenos biológicos o moleculares para resolver problemas de cómputo fuera del alcance de la tecnología basada en silicio o computación para la mejora de las capacidades físicas o mentales humanas, tal vez integradas o unidas al cuerpo humano o sirviendo como anfitriones robóticos alternativos para cuerpos humanos.

Las lecciones aprendidas de esta década se pueden resumir en:

- \+ Mantener el alcance controlado. Algunos sistemas pueden ser demasiado grandes y complejos.
- \+ Tener una estrategia de salida Administrar las expectativas, de modo que, si las cosas van mal, exista una alternativa aceptable.
- – No creerse todo lo que se lee.

En resumen, algunos de los retos de investigación de la Ingeniería del Software son el cambio, las propiedades no funcionales, el *software* como servicio, los ciclos de vida no

clásicos, las arquitecturas *software*, la capacidad de configuración y las especificidades de dominio[891].

7.4. Cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software

Una vez que se ha introducido cual es el marco conceptual y la evolución en el tiempo de la materia, se va a perfilar de una manera más concreta el conjunto de conocimientos que entran dentro del área de influencia de la Ingeniería del Software: *su cuerpo de conocimiento*.

Una de las tareas básicas para la definición de una profesión es el establecimiento del conjunto de conocimientos que el profesional debe poseer para el adecuado ejercicio de su labor profesional. Este cuerpo de conocimiento es fundamental para constituir el resto de los elementos que conformarán la profesión, esto es, una propuesta curricular y una política de certificación de los estudios y de los profesionales.

Ante esta necesidad se han propuesto diferentes alternativas, como pueden ser el SWEBOK (*Software Engineering Body of Knowledge*) de IEEE Computer Society [892-894], el SE-BOK propuesto por el WGSEET (*Working Group on Software Engineering Education and Training*) [895, 896] o el SWE-BOK propuesto para la FAA (*Federal Aviation Administration*) [897]. Afortunadamente solo la propuesta de IEEE Computer Society ha canalizado los resultados y se ha convertido en la referencia al cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software.

A continuación, se va a describir la versión 3 del cuerpo de conocimiento SWEBOK coordinado por IEEE Computer Society.

7.4.1. Orígenes y evolución del SWEBOK

De las diferentes propuestas para la creación de un cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software, el proyecto SWEBOK, coordinado por IEEE Computer Society y respaldado por otras importantes compañías y organizaciones científicas como ACM, Mitre, Boeing o Racional Software Coorporation entre otras, es el que en 2001 acabó siendo acatado como estándar internacional, más concretamente la versión de 2004 [893]. En 2014 se ha publicado la versión 3 del SWEBOK [894].

Los objetivos iniciales del SWEBOK fueron [898]:

1. Promover una vista consistente de la Ingeniería del Software para todo el mundo.

2. Clarificar el lugar y establecer los límites de la Ingeniería del Software con respecto a otras disciplinas, tales como la Ciencia de la Computación, la Gestión de Proyectos, la Ingeniería de Computadores o las Matemáticas.
3. Caracterizar los contenidos de la Ingeniería del Software como disciplina.
4. Ofrecer un acceso al cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software.
5. Ofrecer las bases para el desarrollo de una propuesta curricular y una política de certificación, relacionadas ambas con la Ingeniería del Software.

7.4.2. Estructura del cuerpo de conocimiento propuesto en el SWEBOK

El cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software propuesto en SWEBOK se ha organizado en su versión 3 en 15 áreas de conocimiento, cada una de las cuales se desarrolla en un capítulo independiente del SWEBOK. Estas áreas de conocimiento se recogen en la Tabla 7.1. Cada área de conocimiento se desglosa en una serie de tópicos con etiquetas reconocibles que se presentan en dos (a veces tres) niveles de anidamiento. En la Tabla 7.1 se asocia a cada área de conocimiento una figura con su desglose, para así ofrecer una visión global de todo el SWEBOK versión 3.

También se identifican siete disciplinas que intersectan con la Ingeniería del Software y que se recogen en la Tabla 7.2.

Tabla 7.1. Áreas de conocimiento del SWEBOK versión 3. Fuente: Basada en [894] (p. xxxii)

Área de conocimiento	Desglose
Requisitos del *software* (*Software requirements*)	Figura 7.9
Diseño del *software* (*Software design*)	Figura 7.10
Construcción del *software* (*Software construction*)	Figura 7.11
Prueba del *software* (*Software testing*)	Figura 7.12
Mantenimiento del *software* (*Software maintenance*)	Figura 7.13
Gestión de la configuración del *software* (*Software configuration management*)	Figura 7.14
Gestión de la Ingeniería del Software (*Software Engineering management*)	Figura 7.15
Proceso de Ingeniería del Software (*Software Engineering process*)	Figura 7.16
Modelos y métodos de la Ingeniería del Software (*Software Engineering models and methods*)	Figura 7.17
Calidad del *software* (*Software quality*)	Figura 7.18
Práctica profesional de la Ingeniería del Software (*Software Engineering professional practice*)	Figura 7.19
Economía de la Ingeniería del Software (*Software Engineering Economics*)	Figura 7.20
Fundamentos de computación (*Computing foundations*)	Figura 7.21
Fundamentos de matemáticas (*Mathematical foundations*)	Figura 7.22
Fundamentos de ingeniería (Engineering *foundations*)	Figura 7.23

Tabla 7.2. Disciplinas relacionadas con la Ingeniería del Software según el SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. xxxii)

Disciplina
Ingeniería de Computadores (*Computer Engineering*)
Ciencia de la Computación (*Computer Science*)
Gestión (*General Management*)
Matemáticas (*Mathematics*)
Gestión de Proyectos (*Project Management*)
Gestión de la Calidad (*Quality Management*)
Ingeniería de Sistemas (*Systems Engineering*)

Figura 7.9. Desglose del área de conocimiento *Requisitos del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 1-2)

Figura 7.10. Desglose del área de conocimiento *Diseño del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 2-2)

Figura 7.11. Desglose del área de conocimiento *Construcción del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 3-2)

Figura 7.12. Desglose del área de conocimiento *Prueba del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 4-2)

Figura 7.13. Desglose del área de conocimiento *Mantenimiento del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 5-2)

Figura 7.14. Desglose del área de conocimiento *Gestión de la configuración del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 6-2)

Figura 7.15. Desglose del área de conocimiento *Gestión de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 7-2)

Figura 7.16. Desglose del área de conocimiento *Proceso de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 8-2)

Figura 7.17. Desglose del área de conocimiento *Modelos y métodos de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 9-2)

Figura 7.18. Desglose del área de conocimiento *Calidad del software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 10-2)

Figura 7.19. Desglose del área de conocimiento *Práctica profesional de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 11-2)

Figura 7.20. Desglose del área de conocimiento *Economía de la Ingeniería del Software* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 12-2)

Figura 7.21. Desglose del área de conocimiento *Fundamentos de computación* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 13-2)

Figura 7.22. Desglose del área de conocimiento *Fundamentos de matemáticas* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 14-2)

Figura 7.23. Desglose del área de conocimiento *Fundamentos de ingeniería* del SWEBOK versión 3. Fuente: [894] (p. 15-2)

Con el SWEBOK como referencia se puede decidir cómo organizar una titulación de Ingeniería de Software o, como es en el caso de España, para organizar una materia de Ingeniería de Software en una titulación de Ingeniería en Informática compuesta por varias asignaturas, cuyos contenidos pueden elegirse desde el enfoque de SWEBOK como se propone en [899].

7.5. Materia de Ingeniería del Software en los estudios de Ingeniería en Informática de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca

En este apartado se presenta cómo se ha organizado en asignaturas la materia de Ingeniería del Software en los estudios de Ingeniería en Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, para lo que se va a presentar los diferentes itinerarios empezando desde el Grado en Ingeniería Informática, para pasar al nivel de máster, representado por el Máster Universitario en Ingeniería Informática y el Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Por último, se presentarán las opciones de cerrar el periplo de educación formal con algunas opciones de Programas de Doctorado. Gráficamente, estas opciones e itinerarios se muestran en la Figura 7.24.

Figura 7.24. Organización de la materia Ingeniería del Software en los estudios de Ingeniería en Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca

La materia de Ingeniería del Software tiene su núcleo de definición en el Grado en Ingeniería Informática con tres asignaturas obligatorias. La primera de ellas, *Ingeniería de Software I* [900], se imparte en el 2º semestre del 2º curso y tiene el doble objetivo de introducir los fundamentos de la materia y de introducir los modelos y métodos propios de la *Ingeniería de Requisitos*. Se continúa en el 1er semestre del 3er curso con la asignatura *Ingeniería de Software II* [901], que se va a centrar en los modelos y métodos propios del *Diseño del Software*. Por último, la asignatura *Gestión de proyectos*

[902], que se imparte en el 1er semestre del 4º curso, tiene como objetivo introducir las principales técnicas para la gestión de proyectos *software*.

Una vez terminado los estudios de grado, si los estudiantes quieren continuar sus estudios con un máster universitario relacionado con la Ingeniería en Informática, la Facultad de Ciencias ofrece dos posibles opciones.

En primer lugar podría elegir seguir con el Máster Universitario en Ingeniería Informática, que es un máster orientado a un perfil profesional para formar a un ingeniero en informática según la definición oficial de la profesión descrita en [438]. En este máster hay diferentes asignaturas con tópicos incorporados en el SWEBOK, pero solo una asignatura que encajaría completamente dentro de la materia de Ingeniería del Software. Se trata de la asignatura *Modelado avanzado de sistemas de información* [703], que se imparte en el 2º semestre del 1er curso, que se centra, fundamentalmente en la Ingeniería del Software Conducida por Modelos.

La otra opción sería elegir seguir con el Máster Universitario en Sistemas Inteligentes, que tiene un perfil investigador orientado a que el estudiante continúe posteriormente con un doctorado. Este máster solo cuenta con una asignatura optativa dentro de la materia de Ingeniería del Software, *Procesos y métodos de modelado para la Ingeniería Web y Web Semántica* [705], que se imparte en el 2º semestre del 1er curso, que tiene como objetivo introducir los modelos y los métodos relacionados con la Ingeniería Web y la Web Semántica.

Una vez que se han concluido los estudios de máster universitario, se abre la opción de realizar un doctorado. Quienes hayan cursado el Máster Universitario en Sistemas Inteligentes ya conocen que la lógica continuación viene de la mano del Programa de Doctorado en Ingeniería Informática (https://goo.gl/3m2XQe). Para los que hayan cursado el Máster Universitario en Ingeniería Informática, al tener un perfil más profesional, el doctorado no es tan evidente, pero también tendrían la opción de continuar en dicho Programa de Doctorado. En el Programa de Doctorado en Ingeniería Informática se pueden desarrollar tesis doctorales que encajen dentro de los tópicos de la Ingeniería del Software y/o de la Ingeniería Web.

Aunque no está vinculado a la rama de Ingeniería y Arquitectura como el Programa de Doctorado en Ingeniería Informática, se ha incorporado como opción viable para los egresados de los másteres de Ingeniería en Informática el Programa de Doctorado en

Formación en la Sociedad del Conocimiento [28-31], porque, dado su carácter multidisciplinar, acepta ingenieros que quieran desarrollar su investigación aplicando de forma práctica los fundamentos de la Ingeniería del Software y de la Computación para solucionar problemas de la Sociedad del Conocimiento.

7.6. Descripción de la asignatura Ingeniería de Software I

De todas las asignaturas que conforman la materia de Ingeniería del Software descritas en el apartado 7.5, aunque se ha participado en el diseño e impartido y coordinado todas ellas, se va a elegir la asignatura Ingeniería de Software I para hacer una descripción en profundidad. El motivo es que, como ya se ha mencionado, esta asignatura representa la introducción de los fundamentos para los estudiantes del Grado en Ingeniería Informática y estos contenidos se llevan impartiendo en los diferentes planes de estudio, con independencia de su denominación y número de créditos, ininterrumpidamente desde el curso 1996-1997, primero en la Universidad de Burgos y después en la Universidad de Salamanca, desde el curso 1998-1999 hasta el actual 2017-2018.

Para realizar la descripción de esta asignatura se va a seguir un patrón basado en el propuesto en [903], utilizado en el proyecto de innovación US14/04 [904] y que se empleó también para el desarrollo de guías de asignaturas de la materia Ingeniería del Software en otros centros de la Universidad de Salamanca [905].

7.6.1. Datos básicos

En la Tabla 7.3 se recogen los datos básicos de la asignatura Ingeniería de Software I.

Tabla 7.3. Datos de la asignatura Ingeniería de Software I

Asignatura	Ingeniería de Software I
Código de Asignatura	101118
Titulación	Grado en Ingeniería Informática
Código de Titulación	2502283
Bloque formativo	Ingeniería del Software
Centro	Facultad de Ciencias
Código de Centro	37007912
Áreas de Conocimiento	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos
Departamento	Informática y Automática
Curso de inicio	2010-2011
Curso actual	2017-2018
Carácter	Obligatorio
ECTS	6
ECTS Teoría	4,5
ECTS Práctica	1,5
Unidad temporal	Segundo semestre
Coordinador de la Asignatura	Dr. D. Francisco José García Peñalvo
Profesorado Grupo A	Dr. D. Francisco José García Peñalvo Dña. Alicia García Holgado
Profesorado Grupo B	Dra. Dña. Davinia Carolina Zato Domínguez Dr. D. Jesús Fernando Rodríguez Aragón

7.6.2. Objetivos de aprendizaje

Esta es la primera asignatura que se imparte del bloque de Ingeniería del Software, por lo que en ella se le da al estudiante una visión general de la materia y se abordan las primeras actividades del proceso *software*.

Desde un punto de vista de perfil profesional, la asignatura se centra en las primeras fases del ciclo de vida de los sistemas *software*, es decir, en su concepción, planificación y análisis, lo que afecta a todos los perfiles profesionales relacionados con la gestión, consultoría y desarrollo de sistemas *software*.

Concretamente, los objetivos de aprendizaje de la asignatura son:

- O1 Conocer los elementos, la estructura y los diferentes tipos de sistemas de información.
- O2 Entender las actividades de ingeniería que componen el proceso del *software* y conocer los diferentes modelos de proceso.
- O3 Saber obtener, analizar y documentar los requisitos de un sistema *software*, para lo que se aplicarán los principios, técnicas y herramientas apropiados.
- O4 Modelar un sistema *software* en diferentes niveles de abstracción mediante el uso de un lenguaje de modelado estándar.

7.6.3. Competencias

En la Tabla 7.4 se recogen las competencias de la asignatura.

Tabla 7.4. Competencias de la asignatura Ingeniería de Software I

Tipo	Código	Competencia
Básica	**CB5**	Conocimiento de la estructura, organización, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, los fundamentos de su programación y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería
Común	**CC1**	Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente
Común	**CC2**	Capacidad para planificar, concebir, desplegar y dirigir proyectos, servicios y sistemas informáticos en todos los ámbitos, liderando su puesta en marcha y su mejora continua y valorando su impacto económico y social
Común	**CC8**	Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados
Común	**CC16**	Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la ingeniería de *software*
Tecnología Específica (Ingeniería de Software)	**IS2**	Capacidad para valorar las necesidades del cliente y especificar los requisitos *software* para satisfacer estas necesidades, reconciliando objetivos en conflicto mediante la búsqueda de compromisos aceptables dentro de las limitaciones derivadas del coste, del tiempo, de la existencia de sistemas ya desarrollados y de las propias organizaciones
Tecnología	**IS4**	Capacidad de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar,

Tipo	Código	Competencia
Específica (Ingeniería de Software)		implementar, verificar y documentar soluciones *software* sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales
Tecnología Específica (Tecnologías de la Información)	**TI1**	Capacidad para comprender el entorno de una organización y sus necesidades en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones
Transversal	**CT1**	Conocimientos generales básicos
Transversal	**CT2**	Conocimientos básicos de la profesión
Transversal	**CT3**	Capacidad de análisis y síntesis
Transversal	**CT4**	Capacidad de organizar y planificar
Transversal	**CT5**	Comunicación oral y escrita en la lengua propia
Transversal	**CT8**	Habilidades de gestión de la información
Transversal	**CT9**	Resolución de problemas
Transversal	**CT10**	Toma de decisiones
Transversal	**CT11**	Capacidad crítica y autocrítica
Transversal	**CT12**	Trabajo en equipo
Transversal	**CT13**	Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar
Transversal	**CT14**	Responsabilidad y compromiso ético
Transversal	**CT16**	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
Transversal	**CT17**	Habilidades de investigación
Transversal	**CT18**	Capacidad de aprender
Transversal	**CT19**	Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
Transversal	**CT20**	Capacidad de generar nuevas ideas
Transversal	**CT21**	Habilidad para trabajar de forma autónoma y cumplir plazos
Transversal	**CT22**	Diseño y gestión de proyectos

7.6.4. Temario

El temario de la asignatura Ingeniería de Software I se compone de ocho temas:

Tema 1 Introducción a la Ingeniería del Software.

Tema 2 Sistemas de información.

Tema 3 Modelos de procesos.

Tema 4 Ingeniería de requisitos.

Tema 5 Introducción al Proceso Unificado.

Tema 6 Flujos de trabajo del Proceso Unificado.

Tema 7 Análisis orientado a objetos.

Tema 8 UML. Unified Modeling Language.

7.6.4.1. Tema 1 – Introducción a la Ingeniería del Software

Resumen

Se presentan los conceptos clásicos relacionados con el *software* y la Ingeniería del Software. El objetivo de este tema es tomar conciencia de la importancia de abordar la construcción del *software* desde una perspectiva de ingeniería. Se exponen los elementos constituyentes de un paradigma de desarrollo del *software*. Se ofrece una visión general del concepto de proceso y modelo de proceso *software*. Se introduce el

concepto de metodología de desarrollo como contraposición al desarrollo anárquico y artesanal de aplicaciones, tan relacionado con la tan nombrada crisis del *software*. Se termina el tema hablando de herramientas CASE.

Descriptores

Ingeniería del Software; *Software*; Aplicaciones del *software*; Crisis del *software*; Proceso *software*; Modelo de proceso; Ciclo de vida; Metodología; Método; Herramienta CASE.

Competencias

CB5; CC16; TI1; CT1; CT2; CT11; CT14; CT18.

Contenidos

1. *Software.*
2. Conceptos básicos de la Ingeniería del Software.
3. Proceso *software.*
4. Metodologías.
5. CASE.

Recursos

Recursos docentes:

- Introducción a la Ingeniería del Software [906].

Bibliografía:

1. C. Larman, UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [907] (3ª edición en inglés [908]). **Capítulo 2**.
2. M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004 [721]. **Capítulos 3 y 4**.
3. S. L. Pfleeger, *Ingeniería del Software. Teoría y Práctica*. Argentina: Prentice Hall, 2002 [909]. **Capítulos 1 y 2**.
4. R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010 [910] (8ª edición en inglés [720]). **Capítulos 1, 2 y 3**.

5. I. Sommerville, *Ingeniería del Software*, 9ª ed. México: Pearson Educación, 2011 [717] (10ª edición en inglés [745]). **Capítulos 1 y 2**.

Lecturas complementarias:

1. M. E. Fayad, M. Laitinen y R. P. Ward, "Thinking objectively: Software engineering in the small," *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 3, pp. 115-118, 2000. doi: 10.1145/330534.330555. Disponible en: https://goo.gl/KHhHaF [911].

   Artículo donde se defiende que las compañías que desarrollan proyectos *software* de pequeño tamaño también deben utilizar técnicas de Ingeniería del Software.

2. A. Fuggetta, "A Classification of CASE Technology," *Computer*, vol. 26, no. 12, pp. 25-38, 1993. doi: 10.1109/2.247645 [912].

   Artículo que realiza un informe sobre la clasificación de la tecnología CASE.

3. D. Gage, "Consumer products: When software bugs bite," *Baseline. Driving Business Success With Technology*, 2003, Disponible en: https://goo.gl/BNMvR2 [913].

   Pone de manifiesto el desprestigio hacia la industria del *software*.

4. R. L. Glass, "Talk about a software crisis - not!," *Journal of Systems and Software*, vol. 55, no. 1, pp. 1-2, 2000. doi: 10.1016/s0164-1212(00)00043-1 [914].

   Opinión personal del autor del artículo sobre la crisis del *software*.

5. J. L. Lions, "ARIANE 5 Flight 501 Failure," Report by the Inquiry Board, 1996. Disponible en: https://goo.gl/nSH6Ht [915].

   Informe de las causas del fallo del lanzamiento de la lanzadera espacial Ariane 5 el 4 de junio de 1996.

6. Ministerio de las Administraciones Públicas, *Métrica v3*, Madrid, España: Ministerio de las Administraciones Públicas, 2001. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/FZ3aX4 [805].

   Documentación en línea sobre la metodología Métrica v3.

7. L. B. S. Raccoon, "Fifty years of progress in software engineering," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 22, no. 1, pp. 88-104, 1997. doi: 10.1145/251759.251878 [916].

Presenta una visión de la evolución de la Ingeniería del Software. Presenta también el modelo de ciclo de vida Caos, comparándolo con otros modelos.

8. Risk Forum. (2018). Disponible en: https://goo.gl/U9wifz [917].

Foro donde se describen diversas situaciones problemáticas causadas por fallos informáticos.

9. S. Sharma y A. Rai, "CASE deployment in IS organizations," *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 1, pp. 80-88, 2000. doi: 10.1145/323830.323848 [918].

Informe de la presencia de la tecnología CASE en los sistemas de información de las empresas.

10. R. Singh, "The Software Life Cycle Processes standard," *Computer*, vol. 28, no. 11, pp. 89-90, 1995. doi: 10.1109/2.471194 [919].

Visión esquemática del estándar ISO/IEC 12207 sobre los procesos que componen el ciclo de vida del *software*.

11. E. Yourdon, *Análisis Estructurado Moderno*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1993 [920].

En el capítulo 5 describe el ciclo de vida estructurado.

7.6.4.2. Tema 2 – Sistemas de información

Resumen

El objetivo de este tema es introducir el concepto de ingeniería de sistemas basados en ordenador y explicar la importancia del conocimiento de la ingería de sistemas para los ingenieros de *software*. Se estudiarán los componentes y estructura de los sistemas de información automatizados, así como diferentes tipos de sistemas en función de su posición en la estructura piramidal descrita previamente. Finalmente, se presentarán las diferentes actividades englobadas en la ingeniería de sistemas.

Descriptores

Sistema de información; ingeniería de sistemas; principios generales de sistemas.

Competencias

CB5; TI1; CT1; CT2; CT10; CT18.

Contenidos

1. Conceptos básicos.
2. Estructura de los sistemas de información.
3. Clasificación de los sistemas de información.
4. Principios generales de sistemas.
5. Ingeniería de sistemas.

Recursos

Recursos docentes:

- Sistemas de información [921].

Bibliografía:

1. M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004 [721]. **Capítulo 1**.

Lecturas complementarias:

1. J. Chandra *et al.*, "Information systems frontiers," *Communications of the ACM,* vol. 43, no. 1, pp. 71-79, 2000. doi: 10.1145/323830.323847 [922].

   Artículo que trata sobre el crecimiento y aplicación de los sistemas de información, junto a las tecnologías de la información, en dominios de aplicación que nunca habían sido considerados.

2. J. Fernández González, "Business Intelligence: Analizando datos para extraer nueva información y tomar mejores decisiones," *Novática. Revista de la Asociación de Técnicos en Informática,* vol. XXXVII, no. 211, pp. 6-7, 2011 [923].

   Número especial de la revista Novática dedicado a la inteligencia de negocio. Contiene artículos de varios autores sobre diferentes aspectos de la inteligencia de negocio y su utilidad en los sistemas de información de las empresas.

3. A. J. Swartz, "Airport 95: automated baggage system?," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 21, no. 2, pp. 79-83, 1996. doi: 10.1145/227531.227544 [924].

   Artículo que presenta un caso de estudio de lo que puede resultar mal en un proyecto de ingeniería de sistemas y como el *software* tiende a ser el responsable de los grandes fallos en los sistemas.

4. S. White *et al.*, "Systems engineering of computer-based systems," *Computer*, vol. 26, no. 11, pp. 54-65, 1993. doi: 10.1109/2.241426 [925].

   Este artículo contiene una buena descripción de los sistemas de información basados en computadora.

7.6.4.3. Tema 3 – Modelos de proceso

Resumen

Se presentan diferentes modelos de proceso clasificados por categorías. Se parte del modelo clásico o en cascada y diferentes variantes del mismo. Posteriormente, se abordan modelos más evolucionados como pueden ser los modelos evolutivos en los que se considera la naturaleza cambiante del *software*, modelos específicos para sistemas orientados a objetos o modelos basados en reutilización centrados en el uso y desarrollo de componentes reutilizables. Asimismo, se abordan modelos más recientes tales como los procesos ágiles que enfatizan la programación frente al análisis, diseño y documentación, y modelos enfocados al desarrollo de sistemas web.

Descriptores

Modelos de proceso; ciclo de vida; fases; modelos evolutivos; reutilización; orientación a objetos; procesos ágiles; ingeniería web.

Competencias

CC1; CC2; CC16; TI1; CT1; CT2; CT18.

Contenidos

1. Clasificación de los modelos de proceso.
2. Modelos tradicionales.
3. Modelos evolutivos.
4. Modelos para sistemas orientados a objetos.

5. Modelos basados en reutilización.
6. Procesos ágiles.
7. Modelos para la Ingeniería Web.

Recursos

Recursos docentes:

- Modelos de proceso [926].

Bibliografía:

1. M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004 [721]. **Capítulo 3**.
2. S. L. Pfleeger, *Ingeniería del Software. Teoría y Práctica*. Argentina: Prentice Hall, 2002 [909]. **Capítulo 2**.
3. R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010 [910] (8ª edición en inglés [720]). **Capítulos 2 y 3**.
4. I. Sommerville, *Ingeniería del Software*, 9ª ed. México: Pearson Educación, 2011 [717] (10ª edición en inglés [745]). **Capítulos 2 y 3**.

Lecturas complementarias:

1. B. Boehm, A. Egyed, J. Kwan, D. Port, A. Shah y R. Madachy, "Using the WinWin spiral model: a case study," *Computer*, vol. 31, no. 7, pp. 33-44, 1998. doi: 10.1109/2.689675 [927].

   En este artículo se presenta la aplicación práctica del modelo de ciclo de vida en espiral WinWin, una extensión del ciclo de vida definido por Boehm, al que se le ha añadido las actividades de la *Teoría W* al comienzo de cada ciclo.

2. I. Gutiérrez y N. Medinilla, "Contra el arraigo de la cascada," en *Actas de las IV Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, JISBD'99 (24-26 de noviembre de 1999, Cáceres - España)*, P. Botella, J. Hernández y F. Saltor, Eds. pp. 393-404, 1999 [928].

   Trabajo crítico con el modelo de ciclo de vida en cascada, realizado desde la perspectiva de la complejidad de la incertidumbre en los proyectos *software*.

3. B. Henderson-Sellers y J. M. Edwards, "The object-oriented systems life cycle," *Communications of the ACM*, vol. 33, no. 9, pp. 142-159, 1990. doi: 10.1145/83880.84529 [929].

   En este artículo se describe el modelo de ciclo de vida fuente para desarrollos orientados a objetos.

7.6.4.4. Tema 4 – Ingeniería de requisitos

Resumen

Es el punto de partida para un proyecto *software* y la parte más importante del proceso de desarrollo. Si los desarrolladores no conocen de forma precisa el problema a resolver, no es probable que se obtenga una solución correcta y útil. Así pues, la correcta obtención de los requisitos es uno de los aspectos más críticos de un proyecto *software*, independientemente del tipo de proyecto que se trate, dado que una mala captura de los mismos es la causa de la mayor parte de los problemas que surgen a lo largo del ciclo de vida. La ingeniería de requisitos es la parte de la Ingeniería del Software que aborda el problema de la definición de los servicios que el sistema ha de proporcionar y de establecer las restricciones operativas del mismo. Los casos de uso se han convertido en una de las técnicas de modelado más utilizadas para la determinación y documentación de los requisitos funcionales de un sistema *software*. En este tema se presentan los conceptos y principios básicos de la ingeniería de requisitos. Así, se dará una visión global de los diferentes tipos de requisitos, para posteriormente presentar con detalle la notación que propone UML para la técnica de los casos de uso.

Descriptores

Ingeniería de requisitos; requisito; restricción; obtención (elicitación) de requisitos; análisis de requisitos; especificación de requisitos *software* (ERS); modelo de casos de uso; caso de uso; actor; relaciones entre casos de uso; especificación de casos de uso.

Competencias

CC1; CC2; CC8; IS2; IS4; TI1; CT1; CT2; CT3; CT16; CT18.

Contenidos

1. Introducción.
2. Ingeniería de requisitos.

3. Requisitos.
4. Especificación de requisitos del *software*.
5. MDB: Una metodología de elicitación de requisitos.
6. Vista de casos de uso en UML.
7. Caso de estudio.

Recursos

Recursos docentes:

- Ingeniería de requisitos [930].

Bibliografía:

1. G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [931] (2ª edición en inglés [841]). **Capítulo 16**.
2. A. Durán y B. Bernárdez, "Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software (versión 2.3)," Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, Informe Técnico LSI-2000-10, 2002. Disponible en: https://goo.gl/rhV8eV [932].
3. C. Larman, UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [907] (3ª edición en inglés [908]). **Capítulos 4, 5, 6 y 7**.
4. Object Management Group, "Unified Modeling Language specification version 2.5.1," Object Management Group, Needham, MA, USA, formal/17-12-05, 2017. Disponible en: https://goo.gl/kaE82a [843].
5. R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010 [910] (8ª edición en inglés [720]). **Capítulo 5**.
6. J. Rumbaugh, I. Jacobson y G. Booch, *El Lenguaje Unificado de Modelado manual de referencia*, 2ª ed. (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [933] (2ª edición en inglés [842]).
7. I. Sommerville, *Ingeniería del Software*, 9ª ed. México: Pearson Educación, 2011 [717] (10ª edición en inglés [745]). **Capítulo 4**.

Lecturas complementarias:

1. A. Casamayor, D. Godoy y M. Campo, "Identification of non-functional requirements in textual specifications: A semi-supervised learning approach,"

Information and Software Technology, vol. 52, no. 4, pp. 436-445, 2010. doi: 10.1016/j.infsof.2009.10.010 [934].

Artículo que aboga por la detección temprana de los requisitos no funcionales utilizando técnicas automáticas.

2. C. Ebert, "Putting requirement management into praxis: Dealing with nonfunctional requirements," *Information and Software Technology*, vol. 40, no. 3, pp. 175-185, 1998. doi: 10.1016/S0950-5849(98)00049-4 [935].

   Artículo que se centra en la gestión práctica de los requisitos no funcionales.

3. D. J. Grimshaw y G. W. Draper, "Non-functional requirements analysis: deficiencies in structured methods," *Information and Software Technology*, vol. 43, no. 11, pp. 629-634, 2001. doi: 10.1016/S0950-5849(01)00171-9 [936].

   Artículo que examina las deficiencias de los métodos estructurados a la hora de gestionar los requisitos no funcionales.

4. A. M. Hickey y A. M. Davis, "The Role of Requirements Elicitation Techniques in Achieving Software Quality," presentado en Eighth International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, REFSQ'2002 (September 09-10th, 2002), Essen, Germany, 2002 [937].

   Artículo que pone de manifiesto la relación existente entre las técnicas de obtención de requisitos y la calidad del producto resultante.

5. L. A. Maciaszek, Requirements analysis and system design: Developing information systems with UML. Essex, UK: Addison-Wesley Longman Ltd., 2001 [938].

   Cabe destacar los capítulos 3 *Requirements Determination* y 4 *Requirements Specification*.

6. P.-W. Ng, "Adopting use cases, Part 1: Understanding types of use cases and artifacts," *IBM developerWorks*: IBM, 2003, Disponible en: https://goo.gl/2MdMkP [939].

   Artículo que expone los diferentes tipos de casos de uso y artefactos *software* relacionados.

7. N. Power, "Variety and quality in requirements documentation," presentado en Seventh International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, REFSQ'2001 (June 4-5, 2001), Interlaken, Switzerland, 2001 [940].

   Artículo que discute diferentes formas en las que los documentos de requisitos varían sus contenidos, sus propósitos o sus formas de uso.

7.6.4.5. Tema 5 – Introducción al Proceso Unificado

Resumen

En este tema se hace una presentación del Proceso Unificado. Se hace especial hincapié en sus características, su ciclo de vida y sus artefactos. En el tema siguiente se da continuidad a estas características con la descripción de los flujos de trabajo de este proceso.

Descriptores

Proceso; Proceso Unificado; ciclo de vida; casos de uso; arquitectura *software*; iteratividad; incremental.

Competencias

CC2; CC16; TI1; CT1; CT2; CT4; CT18; CT19; CT22.

Contenidos

1. Introducción.
2. La vida del Proceso Unificado.
3. El producto.
4. El proceso.

Recursos

Recursos docentes:

- Introducción al Proceso Unificado [941].

Bibliografía:

1. I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000 [942] (edición en inglés [775]). **Capítulos 1, 2, 3, 4 y 5**.

Lecturas complementarias:

1. P. B. Kruchten, "The 4+1 View Model of architecture," *IEEE Software*, vol. 12, no. 6, pp. 42-50, 1995. doi: 10.1109/52.469759 [943].

   En este artículo se presenta el patrón arquitectónico 4+1 vistas.

2. Rational Software, "Rational Unified Process. Best practices for software development teams," Rational Software, Cupertino, CA, USA, Rational Software White Paper, TP026B, Rev 11/01, 1998. Disponible en: https://goo.gl/5KNng4 [944].

   Buenas prácticas con el Proceso Unificado de Rational.

7.6.4.6. Tema 6 – Flujos de trabajo del Proceso Unificado

Resumen

Este tema recoge los flujos de trabajo del Proceso Unificado vinculados con los requisitos, el análisis y el diseño. Se pretende que este tema sea una referencia a estos flujos de trabajo, si bien estos mismos se van a desarrollar en los temas que profundizan sobre los conceptos ligados a estas fases del ciclo de vida desde un enfoque orientado a objetos.

Descriptores

Proceso; Proceso Unificado; ciclo de vida; requisito; caso de uso; escenario; modelo de dominio; modelo de análisis; modelo de diseño; arquitectura *software*; clase; interfaz.

Competencias

CC2; CC16; TI1; CT1; CT2; CT4; CT18; CT19; CT22.

Contenidos

1. Requisitos en el Proceso Unificado.
2. Análisis en el Proceso Unificado.
3. Diseño en el Proceso Unificado.

Recursos

Recursos docentes:

- Flujos de trabajo del Proceso Unificado [945].

Bibliografía:

1. I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000 [942] (edición en inglés [775]). **Capítulos 6, 7, 8 y 9**.

7.6.4.7. Tema 7 – Análisis orientado a objetos

Resumen

El análisis orientado a objetos consiste en una serie de técnicas y actividades mediante las que los requisitos identificados en la fase de elicitación son analizados, refinados y estructurados. El objetivo es una comprensión más precisa de los requisitos y una descripción de los mismos que sea fácil de mantener y que ayude a estructurar el sistema. El resultado consistirá en un modelo del sistema, modelo objeto, que describa el dominio del problema y que deberá ser correcto, completo, consistente y verificable.

Descriptores

Análisis orientado a objetos; modelo de dominio; clase conceptual; Proceso Unificado; objeto de entidad; objeto de interfaz; objeto de control.

Competencias

CC2; CC8; IS2; IS4; CT1; CT2; CT3; CT9; CT16; CT18.

Contenidos

1. Introducción.
2. Análisis orientado a objetos.
3. Modelo del dominio.
4. Requisitos en el Proceso Unificado.
5. Análisis en el Proceso Unificado.

Recursos

Recursos docentes:

- Análisis orientado a objetos [946].

Bibliografía:

1. G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [931] (2ª edición en inglés [841]). **Capítulos 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15 y 18**.

2. I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000 [942] (edición en inglés [775]). **Capítulo 8**.
3. C. Larman, UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [907] (3ª edición en inglés [908]). **Capítulos 9, 10, 11, 12, 26 y 27**.
4. I. Sommerville, *Ingeniería del Software*, 9ª ed. México: Pearson Educación, 2011 [717] (10ª edición en inglés [745]). **Capítulo 5**.

Lecturas complementarias:

1. B. Bruegge y A. H. Dutoit, *Object-oriented software engineering. Using UML, patterns, and Java*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2010 [947].

   Es interesante el capítulo 5 *Analysis*.

2. L. A. Maciaszek, *Requirements analysis and system design: Developing information systems with UML*. Essex, UK: Addison-Wesley Longman Ltd., 2001 [938].

   Cabe destacar los capítulos 4 *Requirements Specification* y 5 *Advanced Analysis*.

3. Ministerio de las Administraciones Públicas, *Métrica v3*, Madrid, España: Ministerio de las Administraciones Públicas, 2001. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/FZ3aX4 [805].

   Es interesante destacar la parte de análisis orientado a objetos de esta metodología.

4. J. J. Odell, *Advanced object-oriented analysis and design using UML* (SIGS Reference Library). SIGS Books & Multimedia, 1998 [948].

   Colección de artículos relacionados con el modelado de objetos.

5. J. Rumbaugh, *OMT insights. Perspectives on Mmodeling from the Journal of Object-Oriented Programming*. New York, NY, USA: SIGS Books Publications, 1996 [818].

   Colección de artículos relacionados con el modelado de objetos.

6. J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy y W. Lorensen, *Modelado y diseño orientados a objetos. Metodología OMT*. Madrid, España: Prentice-Hall, 1996 [949] (edición en inglés [784]).

De este libro clásico cabe destacar los capítulos 1, 3, 4, 7 y 8.

7.6.4.8. Tema 8 – UML. Unified Modeling Language

Resumen

Este es un tema de referencia y consulta. En él se presentan las diferentes vistas del Lenguaje Unificado de Modelado UML: Vista estática, Vista de gestión del modelo, Vista de casos de uso, Vista de interacción, Vista de actividad, Vista de máquina de estados, Vista de diseño, Vista de despliegue. Es un contenido de referencia común a las asignaturas *Ingeniería de Software I* e *Ingeniería de Software II*. En el caso de *Ingeniería de Software I* se pone el énfasis en la Vista estática, la Vista de casos de uso y la Vista de interacción.

Descriptores

UML; Vista estática; Vista de gestión del modelo; Vista de casos de uso; Vista de interacción; Vista de actividad; Vista de máquina de estados; Vista de diseño; Vista de despliegue.

Competencias

CB5; CT1; CT2; CT18.

Contenidos

1. Introducción.
2. Vista estática.
3. Vista de gestión del modelo.
4. Vista de casos de uso.
5. Vista de interacción.
6. Vista de actividad.
7. Vista de máquina de estados.
8. Vista de diseño.
9. Vista de despliegue.
10. Perfiles.

Recursos

Recursos docentes:

- UML. Unified Modeling Language [950].

Bibliografía:

1. G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [931] (2ª edición en inglés [841]).
2. J. Rumbaugh, I. Jacobson y G. Booch, *El Lenguaje Unificado de Modelado manual de referencia*, 2ª ed. (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [933] (2ª edición en inglés [842]).

7.6.5. Organización de las sesiones de clase

Tradicionalmente las clases de esta asignatura se organizaban en las sesiones de teoría, en las que se desarrollaba el temario, y en las sesiones de prácticas, en las que resolvían problemas de modelado en formato taller colaborativo [23]. En tiempo fuera de clase, los estudiantes, organizados en grupos, realizaban un trabajo final consistente en desarrollar una Especificación de Requisitos del Software (ERS) de una complejidad media.

Figura 7.25. Planificación temporal de los hitos para la entrega del trabajo final. Fuente: [829] (p. 25)

Los resultados no eran lo satisfactorios que se buscaban, aunque se aplicaron diferentes innovaciones. Por ello, en el curso 2016-2017 se decidió plantear la asignatura con enfoque activo [202] en torno al trabajo final, es decir, con un enfoque de aprendizaje basado en proyectos [951]. Todas las sesiones, se planifican con una perspectiva de una fase de Inicio y una fase de Elaboración, siguiendo el Proceso Unificado, de forma que se van entregando unos hitos parciales, que, de forma iterativa e incremental, terminarán conformando el entregable final, tal y como se puede apreciar en la Figura 7.25, que muestra la planificación temporal real para el curso 2017-2018.

Se tienen diferentes tipos de sesiones de clase para cumplir los hitos marcados, que a su vez satisfarán las competencias y los objetivos de aprendizaje de la asignatura. Concretamente se tienen:

- Sesiones de clase teórica de una hora duración (grupo completo).
- Sesiones de clase de problemas de modelado de una hora de duración (grupo completo).
- Sesiones de trabajo grupal en la práctica final de una hora de duración (grupo completo).
- Sesiones de clase práctica para presentar los fundamentos de UML de dos horas de duración (el grupo global se divide en subgrupos).
- Sesiones de resolución colaborativa de problemas en formato taller de dos horas de duración (el grupo global se divide en subgrupos).

La planificación real de las sesiones de clase de una hora (grupo completo) para el curso 2017-2018 se muestra en la Figura 7.26 (modo compacto) y en la Figura 7.27 (modo calendario).

Figura 7.26. Planificación temporal de las sesiones de clase de grupo completo (formato compacto). Fuente: Basado en [829] (p. 19)

Figura 7.27. Planificación temporal de las sesiones de clase de grupo completo (formato calendario). Fuente: Basado en [829] (p. 20)

La planificación real de las sesiones de clase de dos horas (subgrupos) para el curso 2017-2018 se muestra en la Figura 7.28 (modo compacto) y en la Figura 7.29 (modo calendario).

	CU	T1	UML	T2	UML	T3	UML
Subgrupo A1	13/02	27/02	13/03	23/03	10/04	27/04	08/05
Subgrupo A2	08/02	22/02	08/03	22/03	12/04	26/04	10/05

Leyenda
Sesión de fundamentos de UML
Sesión de taller

Figura 7.28. Planificación temporal de las sesiones de clase de los subgrupos (formato compacto). Fuente: Basado en [829] (p. 21)

Figura 7.29. Planificación temporal de las sesiones de clase de los subgrupos (formato calendario). Fuente: Basado en [829] (p. 22)

7.6.5.1. Clases de teoría y de fundamentos de UML

El temario completo de la asignatura está disponible desde que comienza la asignatura en el espacio de la misma en el campus virtual institucional de la Universidad de Salamanca, Studium (ver Figura 7.30). En el enfoque activo que se sigue, este temario es una fuente de referencia para los estudiantes, pero el objetivo no será impartirlo por completo, sino seleccionar los conceptos necesarios para poder ir avanzando en el desarrollo del trabajo final. Para ello se ha hecho una selección de contenidos, así como del orden en que se imparten, para las sesiones de teoría, de una hora de duración, y de fundamentos de UML, de dos horas de duración.

Figura 7.30. Captura del campus virtual del bloque con los temas de la asignatura

Concretamente, se tienen 17 sesiones de teoría (donde se incluye la sesión de presentación de la asignatura) y 4 sesiones de fundamentos de UML.

Las sesiones de clase de teoría de una hora de duración, que se imparten al grupo completo, se organizan de la siguiente manera, conforme a la planificación temporal que se muestra en las figuras 26 y 27:

- Bloque de presentación:
  - Sesión 0: Presentación de la asignatura [829] (1 hora).
- Bloque de conceptos básicos:
  - Sesión 1: Concepto de *software* [952] y de Ingeniería del Software [953] (1 hora).
  - Sesión 2 y Sesión 3: Proceso [954] (2 horas).
  - Sesión 4 y Sesión 5: Metodologías de Ingeniería de Software [955] (2 horas).

- Bloque de ingeniería de requisitos:
  - Sesión 6 y Sesión 7: Requisitos [956] (2 horas).
  - Sesión 8 y Sesión 9: Aspectos prácticos de los casos de uso [957] (2 horas).
- Bloque de Proceso Unificado:
  - Sesión 10 y Sesión 11: Proceso Unificado [958] (2 horas).
- Bloque de análisis orientado a objetos:
  - Sesión 12 y Sesión 13: Modelo de dominio [959] (2 horas).
  - Sesión 14, Sesión 15 y Sesión 16: Introducción al análisis orientado a objetos [960] (3 horas).

Las sesiones de fundamentos de UML de dos horas de duración, que se imparten a cada uno de los subgrupos, se organizan de la siguiente manera conforme a la planificación temporal que se muestra en las figuras 28 y 29:

- Sesión 1: Fundamentos de la vista de casos de uso [961] (2 Horas).
- Sesión 2 y Sesión 3: Fundamentos de la vista estática [962] (4 Horas).
- Sesión 4: Fundamentos de la vista de interacción [963] (2 Horas).

Todos estos recursos están accesibles en el campus virtual, organizados para apoyar los tres hitos de entrega del trabajo final, como se presentó en la Figura 7.25. La mayor parte de las sesiones de clases teóricas están programadas en la parte inicial de la asignatura, dentro de la *Fase de Inicio: Elicitación de requisitos*, como se recoge en la Figura 7.31. El resto de los contenidos se reparten en la *Fase de Elaboración: Modelo de dominio* (ver Figura 7.32) y en la *Fase de Elaboración: Realización de casos de uso* (ver Figura 7.33).

Figura 7.31. Captura del campus virtual del bloque con los recursos asociados a la *Fase de Inicio: Elicitación de requisitos*

Figura 7.32. Captura del campus virtual del bloque con los recursos asociados a la *Fase de Elaboración: Modelo de dominio*

Figura 7.33. Captura del campus virtual del bloque con los recursos asociados a la *Fase de Elaboración: Realización de casos de uso*

7.6.5.2. Clases de problemas

El objetivo de aprendizaje "Modelar un sistema *software* en diferentes niveles de abstracción mediante el uso de un lenguaje de modelado estándar" es fundamental en esta asignatura. El modelo de dominio de un sistema es clave para la documentación de los requisitos y la continuidad del ciclo de vida.

Los conceptos teóricos se deben llevar a la práctica, las clases de talleres son muy importantes para este objetivo y se realizan de forma grupal y se discuten con el subgrupo para aprender de las buenas prácticas y también de los errores. Sin embargo, también es necesario enfrentarse a esta tarea de forma individual para desarrollar la competencia de resolución de problemas.

Se han programado cuatro sesiones de resolución de problemas, para lo que se facilitará un conjunto de enunciados de problemas, de forma que los estudiantes los puedan resolver individualmente y se discutirán en estas sesiones.

Las competencias asociadas a estas sesiones son: IS4; CT1; CT2; CT3; CT5; CT9; CT10; CT11; CT16; CT18; CT20; CT21.

7.6.5.3. Sesiones de trabajo grupal en la práctica final

Con el cambio metodológico hacia un enfoque activo, el trabajo final se ha convertido en el hilo conductor de la asignatura. Todos los contenidos teóricos seleccionado se imparten con una planificación temporal para que sirvan de sustento al trabajo práctico. De una orientación completamente autónoma de los grupos para hacer este trabajo, fuera del horario de clases teóricas y prácticas, se le ha hecho un hueco en las horas presenciales, no para eliminar todo el trabajo autónomo de los grupos, pero sí para que haya un espacio de interacción con los docentes para comentar los avances y, también, obligar a que el desarrollo de este trabajo esté planificado y comience desde el principio de la asignatura.

Es decir, con este cambio y la incorporación de esta tipología de sesiones presenciales se ha pasado de una asignatura centrada en los contenidos, que se veían reflejados –no siempre con éxito en la práctica–, a una asignatura centrada en las competencias profesionales del *saber hacer* para lo cual *necesitan conocer* y van a tener que demostrarlo con el resultado de un trabajo, que es a la vez autónomo y supervisado, en el que las entregas parciales sirven de retroalimentación para el siguiente incremento, en el que además de los nuevos objetivos planificados se pueden (se deben) incorporar

los comentarios que posibilitarán no solo mejorar el producto, aprendiendo de los errores, sino también ver reflejadas las mejoras realizadas en la nota final de este trabajo.

7.6.5.3. Talleres

Las sesiones de resolución colaborativa de problemas en formato taller constituyen una parte importante de las horas de práctica de la asignatura y se llevan impartiendo desde el curso 1998-1999 en las diferentes asignaturas de los distintos planes de estudio.

En ellos la participación activa, la interacción y la discusión entre los estudiantes que participan en el taller, con la mediación e intervención justa del docente, es de capital importancia para el éxito del taller. Si no se da esta participación activa el taller pierde su sentido y no sería más que otra clase de resolución de problemas como las que ya se han comentado previamente.

Los objetivos generales de estos talleres se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Practicar el modelado de sistemas *software* usando el paradigma objetual y UML.
- Comentar en público los errores más frecuentes que se cometen a la hora de realizar los modelos.
- Potenciar la comunicación oral en público de los estudiantes.
- Introducir a la realización de informes técnicos.
- Incentivar la participación activa del alumnado en el desarrollo de la asignatura.

Como se puede apreciar en la Figura 7.28, se han programado tres talleres, de dos horas de duración cada uno, a los que asistirán los estudiantes organizados en subgrupos para facilitar así la interacción y el debate al ser un número más reducida de asistentes. Como todas las demás sesiones de clase, los talleres también se han programado y sincronizado con las clases teóricas y de fundamentos de UML para que sean efectivos desde el punto de vista del trabajo final. Así, se comienza con taller de modelado de casos de uso y después se tienen programados dos talleres de modelado de clases.

El taller se considera una actividad evaluable que se computará en el apartado de evaluación continua de la asignatura.

Para el desarrollo de los talleres no se requiere un aula diferente a la de teoría. Los estudiantes se organizan en grupos de tres personas, que deben ser los mismos componentes que están desarrollando el trabajo final de la asignatura.

Cada taller, para cada uno de los subgrupos, quedará completamente definido previamente a su desarrollo en el campus virtual de la asignatura, con un enunciado y entrega de tarea que se cierra antes de la celebración del taller, como queda reflejado en la Figura 7.34. Cada grupo que quiera participar en la evaluación continua debe entregar previamente su propuesta de solución, es suficiente con un boceto. Esta solución previa no puntúa, pero si se detecta fraude en su entrega se resta un punto en la evaluación continua.

Figura 7.34. Captura del campus virtual con la definición del taller de modelado de casos de uso para los dos subgrupos A1 y A2 del curso 2017-2018

Al comienzo del taller, se solicita un grupo voluntario para que presente su solución al resto de sus compañeros (si hubiera más de un grupo se sortea y si no hubiera grupo voluntario se cancela el taller).

En la pizarra el grupo voluntario dibuja su solución y la exponen a sus compañeros. Una vez que han terminado se exposición comienza el debate grupal moderado por el profesor o profesores. Cada grupo en base a su propia solución y la solución presentada opinan sobre errores, variantes, cambios, etc. Se deja que sea el grupo ponente el que haga una defensa de su propuesta, siempre razonando el porqué de si acepta o desestima el comentario. El profesor podrá incorporar las alternativas propuestas y cerrará cada discusión con su valoración.

Finalmente, el grupo voluntario puede realizar un informe con la solución final alcanzada con entrega en 15 días tras el taller y que se comparte a todos los subgrupos para que haya más material de referencia.

Toda la participación en el taller se puntúa y contribuye a la nota de evaluación continua.

- Por la defensa el grupo voluntario obtiene entre 0 y 0,75 puntos.
- Por la entrega del informe el grupo voluntario obtiene hasta 0,75 puntos.
- La participación activa, acertada y continuada en el debate de todos los talleres puede aportar hasta 0,5 puntos de forma individual.

Las competencias asociadas a este tipo de sesiones son: CC1; IS2; IS4; CT1; CT2; CT3; CT5; CT9; CT10; CT11; CT12; CT16; CT18; CT20; CT21.

7.6.6. Práctica final obligatoria

Ya se ha venido comentando la importancia que toma la práctica o trabajo final de la asignatura en el enfoque activo que se le ha dado a la misma. Este trabajo ha pasado de ser un producto evaluable como receptor de los contenidos teóricos a ser el hilo conductor de la asignatura y, aunque no el único, el motor de la participación activa de los estudiantes.

En las primeras semanas de la asignatura queda publicado en el campus virtual la metodología de trabajo, que se presentó en la Figura 7.25 como argumento para planificar las sesiones de clase de la asignatura, el enunciado de la misma (este es el propuesto para el curso 2017-2018 [964]), un conjunto de indicaciones y recomendaciones para su desarrollo [965] y las rúbricas para la evaluación de cada uno de los hitos que conforman la entrega incremental de la práctica. Todo ello se puede apreciar en la Figura 7.35.

MODALIDAD B: ENFOQUE DE EVALUACIÓN CONTINUA

Para más información sobre la modalidad B para cursar la asignatura consultar el "Sumario" que se encuentra en el primer bloque.

Algunas indicaciones para el trabajo final

Enunciado del trabajo final

Trabajo final - La mujer y la niña en la Ciencia y la Tecnología

Descripción de la práctica final del curso 2017/2018. Prestar atención a las indicaciones para la modalidad B de la asignatura.

Evaluación del trabajo final

Rúbrica evaluación hito 1

Aspectos que se evalúan en el hito 1 (estilo y estructura del documento, objetivos, requisitos de información, requisitos no funcionales, diagrama de casos de uso, descripción de actores, descripción de casos de uso, matrices de rastreabilidad)

Rúbrica evaluación hito 2

Aspectos que se evalúan en el hito 2 (estilo, memoria técnica, modelo de dominio, glosario de clases)

Rúbrica evaluación hito 3

Aspectos que se evalúan en el hito 3 (estilo, vista de interacción, propuesta arquitectónica, glosario de términos)

Presentación en clase

¿Tu grupo quiere presentar su proyecto en clase?

Cada grupo dispondrá de **8 minutos** para presentar en clase su proyecto. Se deberá utilizar una presentación que se proyectará en el cañón para que todos los/as compañeros/as puedan verla.

El/la coordinador/a de los grupos que deseen realizar la presentación debe indicarlo utilizando este formulario.

Se trata de una actividad voluntaria que se evaluará en el apartado de **evaluación continua**.

Figura 7.35. Captura del campus virtual con la información del trabajo final de la asignatura (orientada a la modalidad de evaluación continua). Curso 2017-2018

El trabajo práctico se orienta desde la perspectiva de enfrentar al estudiante a la problemática derivada de tener que afrontar el desarrollo de un producto *software* basado en unos requisitos reales.

El trabajo abarca la fase de obtención y especificación de requisitos y la fase de análisis de los mismos.

La forma de entrega difiere dependiendo de la modalidad elegida para cursar la asignatura (ver apartado 7.6.7). En el caso de la modalidad enfocada hacia una evaluación final, se entregará una memoria en formato digital (a través de la tarea habilitada para ello en el campus virtual). En el caso de la modalidad de evaluación

continua, se realizarán dos entregas parciales obligatorias a través de una carpeta compartida en Google Drive USAL y una entrega final a través de la tarea habilitada para ello en el campus virtual.

Independientemente de la modalidad elegida, la memoria final constará de una estructura detallada, pero que en esencia incluirán una introducción, los objetivos, las técnicas y herramientas, la descripción del grupo de trabajo, los aspectos relevantes, las conclusiones y la documentación técnica compuesta por el catálogo de requisitos que busca satisfacer (documentación de requisitos), su especificación y el modelo de análisis.

La práctica se realizará en grupos de tres personas (salvo excepciones justificadas y que serán las mismas personas que trabajan en los talleres) que cursen la misma modalidad de la asignatura. Una de las personas del grupo tomará el rol de jefe de equipo y se encargará de coordinar las tareas dentro de su grupo. El grupo completo será responsable de las actividades de sus miembros, esto es, aunque haya una división de tareas dentro del grupo, debe existir una comunicación dentro del grupo de forma que todos los implicados estén al tanto de las actividades del resto, existiendo una coordinación entre las actividades.

Cada curso académico se propone un tema monográfico sobre el que los integrantes de cada grupo deben investigar y desarrollar una propuesta donde la creatividad será recompensada. Concretamente, en el curso académico 2017-2018 la propuesta es modelar una aplicación (web o *app* para teléfono móvil) cuyo tema central sea la mujer y la niña en la Ciencia y la Tecnología [964] con el fin de reducir la brecha de género en el ámbito científico y tecnológico. La funcionalidad de la herramienta no debe reducirse a recopilar y mostrar información relacionada con la temática, sino que debe enfocarse en trabajar algún aspecto relacionado con la misma. Se continúa así con la concienciación sobre los aspectos de género en la profesión de ingeniero en informática, que se comenzó en el curso 2016-2017 con el proyecto de innovación ID2016/084 [714], del que se puede conocer más en los trabajos [713, 966, 967].

Esta forma de plantear la práctica obligatoria tiene las siguientes ventajas:

- Se obliga a que los estudiantes se acerquen a una perspectiva real [968].
- Evita el plagio de prácticas dado que cada grupo su propio enfoque.
- Potencia el trabajo en grupo. Se les da libertad para que ellos se organicen.

- Se potencia el trabajo autónomo, pero también la realimentación en las clases de trabajo grupal.
- Se les da un marco de planificación basado en el Proceso Unificado [775], pero se les recomienda una aproximación ágil [777] a las tareas, lo que transmite un enfoque híbrido [879] para afrontar el desarrollo de los proyectos aprovechando lo mejor de cada enfoque y ayuda a huir de los extremismos tecnológicos.
- Se hace hincapié en la utilización de estándares para realizar los documentos entregables, aunque se les da libertad para configurar su entorno de trabajo tecnológicos, tanto en cuanto a herramientas CASE como a procesadores de texto, aunque se les ofrece una variada selección de opciones en el campus virtual, como se puede apreciar en la Figura 7.36.

Figura 7.36. Captura del campus virtual con las recomendaciones sobre qué herramientas usar a la hora de realizar la práctica obligatoria y los informes de los talleres

Como se ha indicado la entrega del trabajo realizado depende de la modalidad en la que se curse la asignatura.

En la modalidad de evaluación continua (ver Figura 7.35), los integrantes de un grupo se comprometen a asistir a las clases, con especial énfasis a aquellas en que se trabaja en grupo en el trabajo final con la supervisión del equipo docente. En este caso se hacen dos entregas parciales en una carpeta compartida en Google Drive USAL y una entrega final a través del campus virtual. El grupo deberá quedarse con copia del material entregado porque este no le será devuelto (ni prestado). Tampoco se admitirán modificaciones en los artefactos después de la fecha límite. Además, una vez finalizado el curso se retirará el acceso a las carpetas compartidas en Google Drive.

El primer hito, que se corresponde con la primera entrega parcial, debe tener la estructura del documento e incluir el catálogo de requisitos junto con todos los ficheros asociados (modelos, etc.). Se recomienda un máximo de diez casos de uso no triviales – casos de uso que no sean CRUD (*Create*, *Retrieve*, *Update*, *Delete* – Crear, Recuperar, Modificar, Eliminar) – un número superior no supondrá mayor nota y lo que supondrá es un mayor esfuerzo a los integrantes del grupo. La rúbrica para evaluar el primer hito, accesible en el campus virtual para que todos los estudiantes sepan cómo se evalúa la práctica, se presenta en la Tabla 7.5.

Tabla 7.5. Rúbrica para evaluar el primer hito del trabajo final

	Insuficiente (0)	Debe mejorar (4)	Cumple las expectativas (7)	Excelente (10)	Peso	Nota
Portada	No tiene portada	No aparecen todos los datos (título, subtítulo, versión, fecha, autores) ni cumple el estilo definido	Aparecen todos los datos, pero no cumple el estilo definido	Aparecen todos los datos y cumple el estilo definido	**5%**	
Tabla de contenidos	No tiene tabla de contenidos	Tiene tabla de contenidos, pero no cumple el estilo definido ni se ha generado automáticamente	Tiene tabla de contenidos que cumple el estilo definido, pero no se ha generado automáticamente	Tiene tabla de contenidos generada automáticamente y cumple el estilo definido	**5%**	
Estilo del documento	No cumple el estilo definido para las páginas de contenido	Los encabezados no cumplen el estilo definido para las páginas de contenido	Cumple el estilo definido para las páginas de contenido, pero no se han introducido saltos de página	Cumple el estilo definido para las páginas de contenido e incluye los saltos de página	**5%**	
Objetivos	No se han definido los objetivos relacionados con la funcionalidad	Se han definido los objetivos, pero no son correctos	Se han definido correctamente los objetivos	Destacan por su originalidad	**10%**	
Requisitos de información	No se han definido los requisitos de información	Se han definido los requisitos de información, pero no se han descrito correctamente	Se han descrito correctamente los requisitos de información, pero falta información que se menciona en los casos de uso	Se han descrito correctamente todos los requisitos de información	**10%**	
Requisitos no funcionales	No se han definido los requisitos no funcionales	Se han definido requisitos no funcionales, pero no son correctos	Se han definido correctamente entre 1-3 requisitos no funcionales	Se han descrito correctamente más de 3 requisitos no funcionales	**10%**	

	Insuficiente (0)	Debe mejorar (4)	Cumple las expectativas (7)	Excelente (10)	Peso	Nota
Diagrama de casos de uso	No se ha realizado el diagrama de casos de uso	Se ha realizado el diagrama, pero no se ha utilizado bien la notación	Se ha utilizado bien la notación, pero no se han definido bien todos los casos de uso	Se han definido correctamente los casos de uso y se ha utilizado correctamente la notación	**10%**	
Descripción de actores	No se han descrito los actores	No hay diagrama de actores y el problema lo requiere o el diagrama de actores no es correcto	El diagrama de actores no es óptimo	Se han descrito correctamente todos los actores	**10%**	
Descripción de casos de uso	No se han descrito los casos de uso	Se han descrito los casos de uso, pero los pasos del escenario principal no están bien descritos o los casos de uso no se corresponden con el diagrama	Se han descrito los casos de uso, pero no se han definido excepciones, precondiciones o post-condiciones en ninguno de los casos de uso	Se han descrito correctamente todos los casos de uso y se corresponden con el diagrama	**25%**	
Matriz de rastreabilidad: obj-req	No se ha realizado la matriz de objetivos con requisitos	Se ha realizado la matriz, pero no es correcta	Se ha realizado la matriz, pero no todos los requisitos están asociados a un objetivo	Se ha realizado la matriz de objetivos con requisitos correctamente	**5%**	
Matriz de rastreabilidad: req-req	No se ha realizado la matriz de requisitos con requisitos	Se ha realizado la matriz, pero no es correcta	Se ha realizado la matriz, pero no aparecen todos los requisitos	Se ha realizado la matriz de requisitos con requisitos correctamente	**5%**	
					TOTAL	

El segundo hito, que se corresponde con la segunda entrega parcial que debe contener el modelo de dominio y una primera versión del documento de descripción, es decir, un documento con una extensión mínima de cinco páginas con las secciones: Introducción, objetivos, técnicas y herramientas, descripción del grupo de trabajo, aspectos relevantes y conclusiones (a semejanza de la estructura de un trabajo de fin de grado, con el objetivo de que desde un momento temprano en los estudios, los estudiantes se vayan acostumbrando a la redacción de documentación técnica). La rúbrica para evaluar el segundo hito, igualmente accesible en el campus virtual, se presenta en la Tabla 7.6.

Tabla 7.6. Rúbrica para evaluar el segundo hito del trabajo final

	Insuficiente (0)	Mal (2)	Debe mejorar (4)	Cumple las expectativas (7)	Excelente (10)	Peso	Nota
Estilo del documento	No cumple el estilo definido para las páginas de contenido		Los encabezados no cumplen el estilo definido para las páginas de contenido	Cumple el estilo definido para las páginas de contenido, pero no se han introducido saltos de página	Cumple el estilo definido para las páginas de contenido e incluye los saltos de página	**5%**	
Memoria técnica	No se ha realizado la memoria		Se ha realizado, pero no cumple todos los criterios definidos: 5 páginas como mínimo y los 6 apartados indicados	Tiene todos los apartados, llega al mínimo de páginas, pero tiene faltas de ortografía o no está expresado correctamente	Tiene todos los apartados, llega al mínimo o supera el número de páginas y está escrito correctamente	**25%**	

	Insuficiente (0)	Mal (2)	Debe mejorar (4)	Cumple las expectativas (7)	Excelente (10)	Peso	Nota
Diagrama de clases del modelo de dominio	No se ha realizado el diagrama de clases	Se ha realizado, pero no desde un punto de vista conceptual o no se ha utilizado bien la notación	Se ha planteado bien el modelo, pero tiene demasiados errores	Se ha utilizado bien la notación, pero el diagrama no es del todo correcto o faltan clases y relaciones basándose en la especificación de requisitos	Se ha realizado correctamente el diagrama de clases y se ha utilizado bien la notación	**60%**	
Glosario de clases	No se ha realizado el glosario de clases		Se ha realizado, pero no se han descrito todas las clases o no se ha explicado su significado	Se han descrito todas las clases y se ha explicado su significado, pero no se incluye la descripción de sus principales atributos y métodos	Se han descrito todas las clases y se ha explicado correctamente su significado, atributos y métodos principales	**10%**	
						TOTAL	

El tercer hito se corresponde con la entrega de la versión final. La rúbrica para evaluar el tercer hito, igualmente accesible en el campus virtual, se presenta en la Tabla 7.7.

Tabla 7.7. Rúbrica para evaluar el tercer hito del trabajo final

	Insuficiente (0)	Mal (2)	Debe mejorar (4)	Cumple las expectativas (7)	Excelente (10)	Peso	Nota
Estilo del documento	No cumple el estilo definido para las páginas de contenido		Los encabezados no cumplen el estilo definido para las páginas de contenido	Cumple el estilo definido para las páginas de contenido, pero no se han introducido saltos de página	Cumple el estilo definido para las páginas de contenido e incluye los saltos de página	**5%**	
Vista de interacción	No se han realizado los diagramas de secuencia	No se ha utilizado bien la notación o los diagramas tienen errores muy graves	Se han realizado menos de 10 diagramas de secuencia o no se ha utilizado bien la notación	Se han realizado entre 10-15 diagramas de secuencia y todos son correctos	Se han realizado más de 15 diagramas de secuencia y todos son correctos	**50%**	
Propuesta de arquitectura	No se ha realizado la propuesta arquitectónica		Se ha realizado, pero es incorrecta	Se ha realizado, pero no es óptima	Se ha realizado y es óptima	**40%**	
Glosario	No se ha realizado el glosario			Se ha realizado, pero tiene faltas de ortografía o no está expresado correctamente	Se ha realizado y está correctamente redactado	**5%**	
						TOTAL	

Se podrá realiza una defensa bajo demanda del equipo docente, en cuyo caso, aunque haya habido división de tareas, todos los miembros del grupo tienen la obligación de conocer el producto completo. Además, en las últimas sesiones de trabajo grupal se podrá presentar, de forma opcional, el trabajo realizado en una sesión organizada para tal fin.

La media de las notas obtenidas en las tres entregas computará un 90% de la nota final del trabajo y el 10% restante será el desempeño evaluado por los compañeros del grupo.

En caso de no obtener la nota mínima de 5, se realizará otra entrega con las correcciones oportunas en la segunda convocatoria de la asignatura.

Para aquellos estudiantes que, teniendo que hacer el trabajo final, hayan elegido la opción enfocada a una entrega única, sin evaluación continua, tendrán que realizar una entrega única e igualmente podrán ser convocados a una defensa grupal si así lo estima oportuno el equipo docente, aunque también existe una rúbrica para su calificación accesible en el campus virtual (Figura 7.37) y que se puede ver en la Tabla 7.8. El resto de las condiciones se comparte con los estudiantes de la modalidad de evaluación continua.

Figura 7.37. Captura del campus virtual con la información del trabajo final de la asignatura (orientada a la modalidad de evaluación final). Curso 2017-2018

Tabla 7.8. Rúbrica para evaluar las prácticas finales no desarrolladas por evaluación continua

	Insuficiente (0)	Mal (2)	Debe mejorar (4)	Cumple las expectativas (7)	Excelente (10)	Peso	Nota
Portada	No tiene portada		No aparecen todos los datos (título, subtítulo, versión, fecha, autores) ni cumple el estilo definido	Aparecen todos los datos, pero no cumple el estilo definido	Aparecen todos los datos y cumple el estilo definido	2%	

	Insuficiente (0)	Mal (2)	Debe mejorar (4)	Cumple las expectativas (7)	Excelente (10)	Peso	Nota
Tabla de contenidos	No tiene tabla de contenidos		Tiene tabla de contenidos, pero no cumple el estilo definido ni se ha generado automáticamente	Tiene tabla de contenidos que cumple el estilo definido, pero no se ha generado automáticamente	Tiene tabla de contenidos generada automáticamente y cumple el estilo definido	**2%**	
Estilo del documento	No cumple el estilo definido para las páginas de contenido		Los encabezados no cumplen el estilo definido para las páginas de contenido	Cumple el estilo definido para las páginas de contenido, pero no se han introducido saltos de página	Cumple el estilo definido para las páginas de contenido e incluye los saltos de página	**2%**	
Objetivos	No se han definido los objetivos relacionados con la funcionalidad		Se han definido los objetivos, pero no son correctos	Se han definido correctamente los objetivos	Destacan por su originalidad	**3%**	
Requisitos de información	No se han definido los requisitos de información		Se han definido los requisitos de información, pero no se han descrito correctamente	Se han descrito correctamente los requisitos de información, pero falta información que se menciona en los casos de uso	Se han descrito correctamente todos los requisitos de información	**3%**	
Requisitos no funcionales	No se han definido los requisitos no funcionales		Se han definido requisitos no funcionales, pero no son correctos	Se han definido correctamente entre 1-3 requisitos no funcionales	Se han descrito correctamente más de 3 requisitos no funcionales	**3%**	
Diagrama de casos de uso	No se ha realizado el diagrama de casos de uso		Se ha realizado el diagrama, pero no se ha utilizado bien la notación	Se ha utilizado bien la notación, pero no se han definido bien todos los casos de uso	Se han definido correctamente los casos de uso y se ha utilizado correctamente la notación	**4%**	
Descripción de actores	No se han descrito los actores		No hay diagrama de actores y el problema lo requiere o el diagrama de actores no es correcto	El diagrama de actores no es óptimo	Se han descrito correctamente todos los actores	**3%**	
Descripción de casos de uso	No se han descrito los casos de uso		Se han descrito los casos de uso, pero los pasos del escenario principal no están bien descritos o los casos de uso no se corresponden con el diagrama	Se han descrito los casos de uso, pero no se han definido excepciones, precondiciones o post-condiciones en ninguno de los casos de uso	Se han descrito correctamente todos los casos de uso y se corresponden con el diagrama	**9%**	
Matriz de rastreabilidad: obj-req	No se ha realizado la matriz de objetivos con requisitos		Se ha realizado la matriz, pero no es correcta	Se ha realizado la matriz, pero no todos los requisitos están asociados a un objetivo	Se ha realizado la matriz de objetivos con requisitos correctamente	**1%**	
Matriz de rastreabilidad: req-req	No se ha realizado la matriz de requisitos con requisitos		Se ha realizado la matriz, pero no es correcta	Se ha realizado la matriz, pero no aparecen todos los requisitos	Se ha realizado la matriz de requisitos con requisitos correctamente	**1%**	
Memoria técnica	No se ha realizado la memoria		Se ha realizado, pero no cumple todos los criterios definidos: 5 páginas como mínimo y los 6 apartados indicados	Tiene todos los apartados, llega al mínimo de páginas, pero tiene faltas de ortografía o no está expresado correctamente	Tiene todos los apartados, llega al mínimo o supera el número de páginas y está escrito correctamente	**8%**	

	Insuficiente (0)	Mal (2)	Debe mejorar (4)	Cumple las expectativas (7)	Excelente (10)	Peso	Nota
Diagrama de clases del modelo de dominio	No se ha realizado el diagrama de clases	Se ha realizado, pero no desde un punto de vista conceptual o no se ha utilizado bien la notación	Se ha planteado bien el modelo pero tiene demasiados errores	Se ha utilizado bien la notación, pero el diagrama no es del todo correcto o faltan clases y relaciones basándose en la especificación de requisitos	Se ha realizado correctamente el diagrama de clases y se ha utilizado bien la notación	**20%**	
Glosario de clases	No se ha realizado el glosario de clases		Se ha realizado, pero no se han descrito todas las clases o no se ha explicado su significado	Se han descrito todas las clases y se ha explicado su significado, pero no se incluye la descripción de sus principales atributos y métodos	Se han descrito todas las clases y se ha explicado correctamente su significado, atributos y métodos principales	**4%**	
Vista de interacción	No se han realizado los diagramas de secuencia	No se ha utilizado bien la notación o los diagramas tienen errores muy graves	Se han realizado menos de 10 diagramas de secuencia o no se ha utilizado bien la notación	Se han realizado entre 10-15 diagramas de secuencia y todos son correctos	Se han realizado más de 15 diagramas de secuencia y todos son correctos	**20%**	
Propuesta de arquitectura	No se ha realizado la propuesta arquitectónica		Se ha realizado, pero es incorrecta	Se ha realizado, pero no es óptima	Se ha realizado y es óptima	**12%**	
Glosario	No se ha realizado el glosario			Se ha realizado, pero tiene faltas de ortografía o no está expresado correctamente	Se ha realizado y está correctamente redactado	**3%**	
						TOTAL	

Si la práctica se supera con una nota mínima de un 5 quedará superada para futuros cursos académicos en caso de suspender la asignatura.

Las competencias que se asocian a esta actividad son las siguientes: CC1; CC2; CC8; CC16; IS2; IS4; TI1; CT2; CT3; CT4; CT5; CT8; CT9; CT10; CT11; CT12; CT13; CT14; CT16; CT17; CT18; CT19; CT20; CT21; CT22.

7.6.7. Modalidades para cursar la asignatura

Como se ha venido explicando, la docencia de la asignatura se ha organizado bajo un enfoque activo que obliga a los estudiantes a asistir y participar en las sesiones de clase que se han organizado tomando el trabajo final como hilo conductor.

Sin embargo, por más que este enfoque activo es más beneficioso para la formación de los estudiantes, es una aproximación que no todo el mundo está en condiciones de cursar, existen repetidores que pueden tener ya superada la práctica obligatoria, estudiantes que compaginan trabajo con sus estudios y no asisten a clase, incompatibilidades de horarios con asignaturas de otros cursos, estudiantes que se descuelgan de la opción de evaluación continua, etc.

Para facilitar que todos los estudiantes matriculados tengan la oportunidad de superar la asignatura se han definido dos itinerarios o modalidades. Estas modalidades se explican en la primera sesión de presentación de la asignatura y se les habilita un espacio en el campus virtual para que elijan cómo van a cursar la asignatura (apartado *Antes de comenzar*, ver Figura 7.38).

Figura 7.38. Captura del campus virtual del bloque en el que los estudiantes eligen la modalidad en la que van a cursar la asignatura

La modalidad o itinerario A es el que refleja un enfoque convencional orientado a una evaluación final. Tiene las siguientes características [829] (p. 16):

- No se realiza evaluación continua, es decir, este apartado de la calificación final o se tiene guardado de otros años o se pierde.
- La asistencia a las sesiones de clase es voluntaria y tiene un carácter mayormente pasivo, aunque se les invita a participar en los debates, preguntas, etc.
- Se pueden realizar los exámenes de tipo test parciales porque estos se orientan a eliminar materia del examen final, no computan en la evaluación continua.
- Se deberá realizar una entrega única de la práctica final y pueden ser requeridos para una defensa grupal de la misma.
- Está recomendada para aquellos que tengan conflicto de horario y, especialmente orientada a quienes tienen parte de la asignatura superada de cursos anteriores (práctica obligatoria y evaluación continua).

La modalidad o itinerario B es el que tiene un enfoque activo orientado a la evaluación continua. Tiene las siguientes características [829] (p. 17):

- La asistencia es obligatoria, al menos al 75% de las sesiones de teoría y práctica.
- Se debe estar integrado en un grupo para el desarrollo de las actividades colaborativas.
- Se pueden realizar los exámenes de tipo test parciales.

- Se pueden realizar los ejercicios de modelado individuales, que computan para la evaluación continua.
- Se puede participar en los talleres de prácticas, que computan para la evaluación continua.
- La práctica obligatoria se realiza de forma incremental con tres entregas obligatorias (dos parciales y una final).
- Defensa del trabajo final bajo demanda del equipo docente.

7.6.8. Evaluación

La asignatura presenta una evaluación que combina la evaluación de las competencias que tienen que haber adquirido los estudiantes, llevando a la práctica los conocimientos adquiridos, con la demostración de una comprensión de los conocimientos fundamentales que se han impartido en la asignatura.

Se sigue en un enfoque que todas las actividades realizadas tengan un peso en la calificación final, computando en alguno de los tres apartados que intervienen en la misma: conocimientos fundamntales, práctica final obligatoria y evaluación continua. Además, se pide que se obtengan unos mínimos en la parte de conocimientos fundamentales y en la práctica final obligatoria, lo que hace que la fórmula para el cálculo de la calificación final sea un tanto compleja, como se aprecia en la Tabla 7.9.

Para clarificar el procedimiento recogido en la Tabla 7.9 se va a proceder a explicar cada uno de los componentes que intervienen en el cálculo de calificación final.

El apartado de los conocimientos fundamentales se orienta a evaluar si el estudiante ha adquirido, por un lado, los conocimientos teóricos básicos de la asignatura, para lo que se va a utilizar el examen tipo test, y si los comprende para lo que se utilizarán preguntas cortas de respuesta abierta; por otro lado, en este apartado, el estudiante debe demostrar individualmente sus competencias a la hora de realizar modelos conceptuales, para lo que se le plantearán ejercicios de modelado.

El hito evaluable de los conocimientos fundamentales es el examen final de la asignatura, que tiene un peso en la calificación final de la misma de 0,4, pero para que esta parte compute en la calificación global debe haberse obtenido un mínimo de un 4 el examen. Este examen final, a su vez, se compone de dos partes que computan con el mismo peso en la nota del mismo, una parte de preguntas tipo test y una parte de problemas de modelado conceptual y de preguntas de respuesta abierta y corta. Para

que la nota de este examen sea calculada se debe alcanzar una puntuación mínima de 4 puntos en cada una de las partes del mismo. Si en la primera convocatoria se supera el 4 en alguna de las partes, pero no en las dos, el estudiante puede decidir guardar esa nota parcial para la segunda convocatoria. Si después de las dos convocatorias no ha alcanzado un mínimo de un 4 en ambas partes del examen, esta parte no se habría superado y la asignatura estaría suspensa, no guardándose ninguna de las partes de este examen para futuros cursos.

Tabla 7.9. Componentes de la evaluación final de la asignatura e hitos evaluables

	Componente en la evaluación final						
Hito evaluable	**Conocimientos fundamentales (CF)**			**Práctica Final obligatoria (PF)**			**Evaluación continua (EC)**
	Precondición	*Nota*	*Comentario*	*Precondición*	*Nota*	*Comentario*	
Examen conocimientos básicos: Test Parcial 1 (TP_1)		TP_1					
Examen conocimientos básicos: Test Parcial 2 (TP_2)	SI $TP_1 \geq 3$	TP_2	SI $TP_2 \geq 3$ Y $((TP_1+TP_2)/2) \geq 4$ ENTONCES $CB=((TP_1+TP_2)/2$ SINO !CB				
Examen final (EF)	SI ($CB \geq 4$) Y ($MPR \geq 4$)	**EF=(CB+MPR)/2**	SI ($CB<4$) !CB para segunda convocatoria SI ($MPR<4$) !MPR para segunda convocatoria				
Examen Final *Parte Conocimientos Básicos (Test) (CB)*	SI !CB	CB					
Examen Final *Parte Modelado y Preguntas Razonadas (MPR)*	SI !MPR	MPR					
Trabajo Final (TF)				SI $TF \geq 5$	**TF**	SI $TF \geq 5$, TF para cualquier curso	
1 entrega				Modalidad A	$TF=E_1$		
3 entregas				Modalidad B	$TF=(E_1+E_2+E_3)/3$		
Ejercicios							$Ejerc = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i}{n}$
Defensa Taller (DT)							DT
Participación Taller (PT)							PT
Participación clase (PC)							PC
Presentación Público del Trabajo Final (PPTF)							PPTF
NOTA	**CF = EF**			**PF = TF**			**EC = Ejerc+DT+PT+PC+PPTF**
NOTA FINAL (NF)	**NF = CF*0,4 + PF*0,35 + EC*0,25** **SI NF≥5 Se ha superado la asignatura**						

Como la cantidad de materia y conceptos es elevada, se realizan dos pruebas parciales de tipo test, de forma que, si el estudiante saca una media superior o igual a 4 entre

ambas, sin que ninguna de las notas sea inferior a un 3, habría eliminado la parte de preguntas tipo test del examen final y, por tanto, solo debería realizar la segunda parte del mismo, esto es, la parte problemas de modelado conceptual y de preguntas de respuesta abierta y corta.

La práctica final obligatoria tiene un peso en la calificación global de 0,35, siempre que se obtenga un mínimo de un 5. Tiene el cometido de evaluar las competencias prácticas de la asignatura y, fundamentalmente, la competencia transversa de trabajo en equipo. Es la nota que se haya conseguido en la evaluación del trabajo final, que dependiendo de la modalidad puede constar de una sola entrega (modalidad A) o de tres entregas (modalidad B o de evaluación continua). Al igual que en el examen final, el estudiante tiene dos convocatorias para superar la práctica final obligatoria. Si se obtiene una nota superior o igual a 5 en la práctica obligatoria y el estudiante no supera la asignatura, puede guardar esta nota para cualquier curso futuro en el que se vuelva a matricular de la asignatura.

Con el apartado de evaluación continua se busca evaluar y valorar la participación activa del estudiante en las sesiones de clase presencial, tanto de teoría como de práctica, por lo que se exige un mínimo de asistencia a dichas sesiones del 75%. Esta parte no requiere un mínimo, se puede guardar para futuros cursos si no se supera la asignatura, pero no se puede recuperar dentro de un mismo curso académico porque es el resultado de la participación en clase. Se tienen varios hitos evaluables, el que más peso tiene es la evaluación de ejercicios cortos de modelado conceptual que se plantean y se recogen en clases aleatorias, con un mínimo de dos veces. En este apartado de evaluación continua computan las defensas de los talleres, la participación activa en las sesiones de teoría y de talleres, así como una presentación breve en público del trabajo final.

Los elementos de evaluación, congruentemente con lo que se ha presentado en la Tabla 7.9, se dividen en dos grupos. En primer lugar, se han definido 21 ítems de evaluación para todos los estudiantes. En segundo lugar, un conjunto de 4 ítems para los estudiantes que no aprobaron la asignatura en la primera convocatoria y que cuentan con una segunda convocatoria para mejorar sus calificaciones y aprobar la asignatura. La Tabla 7.10 muestra cada elemento con el tipo de valor (numérico para elementos cuantitativos y texto para elementos cualitativos), el rango de valores y una descripción.

Hay algunos elementos cualitativos que aparecen como cuantitativos en la Tabla 7.10 porque se han analizado utilizando rúbricas que transforman las medidas cualitativas en cuantitativas.

Tabla 7.10. Elementos usados para la evaluación de la asignatura. Fuente: Basada en: [969]

Ítem de evaluación	Tipo	Rango	Descripción
Ausencia	Numérico	0 – 47	Número de faltas a las clases presenciales de teoría y práctica
Participación	Texto	-	Comentarios sobre la participación en las clases presenciales
Taller 1	Numérico	0 – 1,25	Nota obtenida por presentar su solución o participar durante el primer taller
Taller 2	Numérico	0 – 1,25	Nota obtenida por presentar su solución o participar durante el segundo taller
Taller 3	Numérico	0 – 1,25	Nota obtenida por presentar su solución o participar durante el tercer taller
Informe del Taller	Numérico	0 – 1	Nota por entregar el informe del taller presentado previamente
Ejercicio 1	Numérico	0 – 10	Nota obtenida en el primer ejercicio UML (diagrama de clase) recogido como parte de la evaluación continua
Ejercicio 2	Numérico	0 – 10	Nota obtenida en el segundo ejercicio UML (diagrama de clase) recogido como parte de la evaluación continua
Evaluación continua	Numérico	0 – 10	La suma de: media del ejercicio 1 y ejercicio 2; taller 1, taller 2 y taller 3 con un máximo de 1.25 puntos; informe del taller; y presentación
Hito 1	Numérico	0 – 10	Resultado de la rúbrica para evaluar el hito 1 del trabajo final
Hito 2	Numérico	0 – 10	Resultado de la rúbrica para evaluar el hito 2 del trabajo final
Hito 3	Numérico	0 – 10	Resultado de la rúbrica para evaluar el hito 3 del trabajo final
Trabajo final	Numérico	0 – 10	Media de la evaluación de los tres hitos (o nota de la evaluación única para la modalidad de no evaluación continua)
Presentation	Numérico	0 – 1	Evaluación de la presentación en clase del trabajo final
Test 1	Numérico	0 – 10	Nota del primer test parcial sobre conceptos básicos
Test 2	Numérico	0 – 10	Nota del segundo test parcial sobre conceptos básicos
Nota global de los test parciales	Numérico	0 – 10	Media de los dos tests parciales
Examen final (parte test) C1	Numérico	0 – 10	Nota de la parte de test del examen final (primera convocatoria)
Examen final (parte modelado) C1	Numérico	0 – 10	Nota de la parte de modelado y preguntas de respuesta corta del examen final (primera convocatoria)
Nota global del examen final C1	Numérico	0 – 10	Media de las dos partes del examen final (primera convocatoria)
Calificación final de la asignatura C1	Numérico	0 – 10	Suma del 25% de la evaluación continua, 35% del proyecto final y 40% del examen final total y una parte subjetiva relacionada con la participación en clase, interés, etc. (primera convocatoria)
Examen final (parte test) C2	Numérico	0 – 10	Nota de la parte de test del examen final (segunda convocatoria)
Examen final (parte modelado) C2	Numérico	0 – 10	Nota de la parte de modelado y preguntas de respuesta corta del examen final (segunda convocatoria)
Nota global del examen final C2	Numérico	0 – 10	Media de las dos partes del examen final (segunda convocatoria)
Calificación final de la asignatura C2	Numérico	0 – 10	Suma del 25% de la evaluación continua, 35% del proyecto final y 40% del examen final total y una parte subjetiva relacionada con la participación en clase, interés, etc. (segunda convocatoria)

7.6.9. Tutorías

La acción tutorial es continua a través del campus virtual y bajo demanda si necesitan tratar aspectos que requieren consultar varios diagramas o el número de dudas es mayor, porque es más fácil y rápido encontrar un hueco común en las agendas de los profesores y de los estudiantes que tener que ceñirse a unas horas de consulta estipuladas que pueden no ser efectivas con respecto a los temas a abordar.

No obstante, el número de peticiones de tutoría presencial se reduce bastante por la interacción que se tiene en las sesiones de trabajo grupal en la práctica final, lo que les permite solventar muchas de sus dudas relativas a esta práctica en las horas presenciales de clase.

7.6.10. Recursos

Para el desarrollo de la asignatura se cuenta con una serie de recursos.

Figura 7.39. Captura con la parte inicial del espacio de la asignatura Ingeniería de Software I en el campus virtual Studium, donde destacan la información básica y los principales canales de interacción

El espacio de la asignatura en el campus virtual institucional, Studium, es el principal repositorio de materiales, a la vez que canal de información y medio de interacción. Ya se ha ido viendo en los subapartados anteriores como el campus virtual está muy presente en la organización de la docencia de esta asignatura, por más que sea una docencia presencial. En la Figura 7.39 se presenta la vista inicial de la asignatura en el campus virtual y en ella se pueden apreciar, además de la información básica y los foros principales, los tuits asociados al *hashtag* oficial de la asignatura (#is1usal18 para la edición del curso 2017-2018) o avisos especiales como la posible participación en el proyecto WYRED [970-972] aportando su opinión sobre la Sociedad Digital.

En la parte de contenidos están los materiales docentes de la asignatura, desarrollados por el profesorado de la asignatura y que se convierten en una de las principales fuentes de referencia [973]. Estos contenidos están disponibles y organizados en el campus virtual, pero además se cumple con el compromiso de los docentes con el conocimiento abierto [416], por lo que los materiales docentes están licenciados bajo licencia *Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional* (ver Figura 7.40). Para su libre distribución se ha creado una colección en el repositorio del Grupo de Investigación GRIAL (https://goo.gl/M8JfNd) y una comunidad en Zenodo (https://goo.gl/XXS5t6).

Figura 7.40. Licencia elegida para compartir los materiales docentes producidos por los docentes de la asignatura

En el desarrollo de los temas se recomiendan los capítulos u obras completas con las que completar el estudio de cada uno de ellos. Estas obras de referencia constituirían la bibliografía recomendada de la asignatura y que se muestra a continuación.

- G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [931].

- I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000 [942].
- C. Larman, *UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado*, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [907].
    - De este libro existe una edición más moderna, pero no disponible en español:
        - C. Larman, *Applying UML and patterns. An introduction to object-oriented analysis and design and the Unified Process*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2004 [908].
- S. L. Pfleeger, *Ingeniería del Software. Teoría y Práctica*. Argentina: Prentice Hall, 2002 [909].
- M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004 [721].
- R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010 [910].
    - De este libro existe una edición más moderna, pero no disponible en español:
        - R. S. Pressman y B. R. Maxim, *Software Engineering: A practitioner's approach*, 8th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2015 [720].
- J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy y W. Lorensen, *Modelado y diseño orientados a objetos. Metodología OMT*. Hertfordshire, UK: Prentice-Hall International, 1996 [949].
    - De este libro existe una edición más moderna, pero no disponible en español:
        - M. R. Blaha y J. R. Rumbaugh, *Object-oriented modeling and design with UML*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 2004 [819].

- J. Rumbaugh, I. Jacobson y G. Booch, *El Lenguaje Unificado de Modelado manual de referencia*, 2ª ed. (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007 [933].
- S. Sánchez Alonso, M. Á. Sicilia Urbán y D. Rodríguez García, *Ingeniería del Software. Un enfoque desde la guía SWEBOK*. Madrid, España: Ibergarceta Publicaciones, 2011 [899].
- I. Sommerville, *Ingeniería de Software*, 9ª ed. Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación, México, 2011 [717].
    - De este libro existe una edición más moderna, pero no disponible en español:
        - I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Essex, England: Pearson Education Limited, 2016 [745].

Además, se incluye un conjunto reducido de referencias secundarias que pueden completar algún aspecto más concreto del temario o ampliar en foco hacia la asignatura de Ingeniería de Software II, concretamente:

- E. Gamma, R. Helm, R. Johnson y J. Vlissides, *Patrones de Diseño. Elementos de software orientado a objetos reutilizable*. Madrid, España: Pearson Educación, 2003 [974].
- J. Garzás, *Peopleware y equipos ágiles con prácticas de management 3.0*. Madrid, España: 233 grados de TI, 2017 [975].
- B. Meyer, *Construcción de software orientado a objetos*, 2ª ed. Madrid, España: Prentice Hall, 1999 [976].
- S. R. Schach, *Ingeniería de Software clásica y orientada a objetos*, 6ª ed. México: McGraw-Hill, 2006 [977].
- E. Yourdon, *Análisis Estructurado Moderno*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1993 [920].

También hay otras fuentes, diferentes a los libros, que son especialmente útiles en algunos temas. Se recomiendan las siguientes:

- A. Durán y B. Bernárdez, "Metodología para el análisis de requisitos de sistemas software (versión 2.2)," Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, 2001. Disponible en: https://goo.gl/yuGje1 [978].

- A. Durán y B. Bernárdez, "Metodología para la elicitación de requisitos de sistemas software (versión 2.3)," Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, Informe Técnico LSI-2000-10, 2002. Disponible en: https://goo.gl/rhV8eV [932].
- Object Management Group, "Unified Modeling Language specification version 2.5.1," Object Management Group, Needham, MA, USA, formal/17-12-05, 2017. Disponible en: https://goo.gl/kaE82a [843].
- K. Pohl, "Requirements Engineering: An Overview," en *Encyclopedia of Computer Science and Technology*, vol. 36, A. Kent y J. Williams, Eds., New York, USA: Marcel Dekker, 1997. Disponible en: https://goo.gl/ojZsbN [979].

Por último, aunque no se utiliza ninguna herramienta CASE en concreto y se deja total libertad para que cada estudiante decida con cuál o cuáles va a trabajar, se le ofrecen algunas recomendaciones:

- ArgoUML (https://goo.gl/JnmivP).
- Draw.io (https://goo.gl/vRyrss).
- Enterprise Architect (https://goo.gl/uQ8yg6).
- GenMyModel (https://goo.gl/jXvQBK).
- Modelio (https://goo.gl/H9wPm5).
- Microsoft Visio (https://goo.gl/zqS9kc).
- Rational DOORS (https://goo.gl/Be2gVF).
- REM (https://goo.gl/Dtk59e).
- Software Engineering Tutor – SET (https://goo.gl/kWBaWM) [980].
- Visual Paradigm (https://goo.gl/Jin8Ew).

7.6.11. Matriz de trazabilidad de las competencias

En la Tabla 7.11 se ha realizado una matriz de trazabilidad entre las competencias propuestas en la asignatura y los elementos de contenido y de actividad propuestos en la misma.

Tabla 7.11. Matriz de trazabilidad de las competencias propias de la asignatura Ingeniería de Software I

	Elemento de conocimiento / Actividad									
Competencia	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**Talleres**	**Práctica Final**
CB5	•	•						•		
CC1			•	•					•	•
CC2			•	•	•	•	•			•
CC8				•			•			•
CC16	•		•		•	•				•
IS2				•					•	•
IS4				•			•		•	•
TI1	•	•			•	•				•
CT1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CT2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CT3				•			•		•	•
CT4					•	•				•
CT5									•	•
CT8										•
CT9							•		•	•
CT10		•							•	•
CT11	•								•	•
CT12									•	•
CT13										•
CT14	•									•
CT16				•			•		•	•
CT17										•
CT18	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CT19					•	•				•
CT20									•	•
CT21									•	•
CT22					•	•				•

7.7. Evaluación de la implementación del enfoque activo en la asignatura Ingeniería de Software I

7.7.1. Diseño de un instrumento de tipo pre-test / post-test

La evaluación del desempeño docente corre a cargo de la Unidad de Evaluación de la Calidad de la Universidad de Salamanca, que pasa encuestas a los estudiantes de los grados cada dos cursos académicos. Estos cuestionarios cumplen una función y dan cierta información al profesor sobre su desempeño docente, pero realmente la realimentación que este recibe sobre aspectos de grano fino es escasa o en muchos casos inexistente.

El cambio metodológico hacia un enfoque activo como el que se dio en la asignatura Ingeniería de Software I requiere de una información mucho más profunda que las encuestas oficiales. Los resultados obtenidos ya ofrecen un indicador obvio de referencia sobre el éxito o el fracaso de la innovación docente, pero tanto si funciona y se quiere mejorar como si no se obtienen los resultados esperados, se necesita un

conocimiento mucho más detallado de cómo fue percibido y entendido el proceso de cambio.

Por este motivo se diseñaron un cuestionario pre-test y un cuestionario post-test [981] para evaluar el efecto del cambio metodológico llevado a cabo en la asignatura, con el objetivo de mejorar las calificaciones finales obtenidas por los estudiantes que cursan la asignatura. Se trata, pues, de evaluar el impacto conseguido al implementar una metodología activa en una asignatura que en cursos anteriores ha utilizado una metodología tradicional.

Los instrumentos se han elaborado a partir de una adaptación de trabajos previos y preguntas definidas *ad hoc*. En primer lugar, para el pre-test se ha utilizado el cuestionario *CEVEAPEU,* Cuestionario de Evaluación de las Estrategias de Aprendizaje de los Estudiantes Universitarios [982], elaborado y validado por investigadores de la Universidad de Valencia con el objetivo de proporcionar un instrumento más completo que los clásicamente utilizados para la evaluación de estrategias de aprendizaje. En segundo lugar, para medir el grado de satisfacción con las medidas implementadas, se ha utilizado un cuestionario de satisfacción publicado como anexo en la tesis doctoral "Evaluación del impacto de una metodología docente, basada en el aprendizaje activo del estudiante, en computación en ingenierías" realizada por la Dra. Dña. Ana Belén González Rogado [983].

El pre-test se compone de dos partes, un conjunto de preguntas de contexto definidas *ad hoc* y el cuestionario *CEVEAPEU*. El post-test se compone de tres partes: se mantiene una de las preguntas de contexto, relacionada con el grado de satisfacción con los estudios que se están realizando; el cuestionario *CEVEAPEU* para evaluar estilos de aprendizaje; y se incluye un conjunto de preguntas de satisfacción relacionadas con el cambio metodológico implementado.

La encuesta se puede utilizar en asignaturas relacionadas con la Ingeniería Informática con el fin de evaluar la implementación de una metodología activa en el plan de la asignatura. Aunque el segundo instrumento, el post-test, tiene preguntas centradas en las acciones llevadas a cabo en una asignatura en concreto, se puede modificar para adaptar el instrumento a otras asignaturas. En este caso se ha utilizado en el curso 2016-2017, concretamente en el grupo A de la asignatura Ingeniería de Software I, sin grupo de control.

Ambos cuestionarios (pre y post test)[20] se implementaron usando Google Forms. Tras aplicar los instrumentos, se consiguieron 51 respuestas válidas en el pre-test y 44 en el post-test.

A continuación, se van a mostrar algunos gráficos con los resultados de estos cuestionarios.

En la Figura 7.41 se recoge el sexo de las personas que contestaron el pre-test, 41 hombres (80,4%) y 10 mujeres (19,6%).

Figura 7.41. Sexo de los participantes en el pre-test

La Figura 7.42 presenta el curso más alto en el que están matriculados los estudiantes de la asignatura que contestaron el pre-test, en el que predomina el segundo curso con un 88,2% de las respuestas obtenidas.

Figura 7.42. Curso más alto en el que están matriculados de los participantes en el pre-test

La Figura 7.43 muestra la distribución de los años de nacimiento de los participantes en el pre-test.

[20] Para comparar los resultados de ambos instrumentos, se utilizó un identificador único que estaba presente tanto en el pre-test como en el post-test. Para ello, se pedía a los estudiantes que restaran de su DNI una fecha significativa para ellos y elegida por individualmente por cada uno de ellos (por ejemplo, su fecha de nacimiento).

Figura 7.43. Año de nacimiento de los participantes en el pre-test

En la Figura 7.44 se muestra el orden de prioridad al elegir el Grado en Ingeniería Informática, el cual fue elegido como primera opción por el 90,2% de los participantes en el pre-test.

Figura 7.44. Orden de elección de la carrera de los participantes en el pre-test

En la Figura 7.45 se presenta el nivel de estudios de los padres de aquellos que contestaron el pre-test.

Figura 7.45. Nivel de estudios de los progenitores de los participantes en el pre-test

La Figura 7.46 recoge las notas de entrada en la Universidad, vía prueba de acceso, de los participantes en el pre-test.

Figura 7.46. Nota de entrada en la Universidad (PAU) de los participantes en el pre-test

La Figura 7.47 presenta información sobre las veces que se han matriculado en la asignatura Ingeniería de Software I los estudiantes que han contestado el pre-test.

Figura 7.47. Información sobre el número de veces que se han matriculado en la asignatura los participantes en el pre-test

En la Figura 7.48 se recoge el grado de satisfacción con los estudios cursados en el Grado en Ingeniería Informática hasta el momento de comenzar la asignatura de

Ingeniería de Software I. En la Figura 7.50 se recoge la misma información de los participantes en el post-test, es decir, preguntada tras haber cursado esta asignatura.

Figura 7.48. Satisfacción con los estudios realizados hasta el momento de comenzar la asignatura de Ingeniería de Software I de los participantes en el pre-test

En la Figura 7.49 se presentan algunas de las respuestas de los participantes en el pre-test a las preguntas relacionadas con sus estilos de aprendizaje. Igualmente, se hace lo propio con las respuestas de los participantes en el post-test en la Figura 7.51.

Figura 7.49. Preguntas relacionadas con los estilos de aprendizaje de los estudiantes participantes en el pre-test

Figura 7.50. Satisfacción con los estudios realizados hasta el momento de haber finalizado la asignatura de Ingeniería de Software I de los participantes en el post-test

Figura 7.51. Preguntas relacionadas con los estilos de aprendizaje de los estudiantes participantes en el post-test

En la Figura 7.52 se recoge la opinión de los participantes en el post-test sobre su metodología de trabajo personal en el estudio de la asignatura Ingeniería de Software I, por su parte en la Figura 7.53 se ve su grado profundidad en el estudio de la asignatura.

Figura 7.52. Valoración de la metodología personal de trabajo en la asignatura Ingeniería de Software I de los estudiantes participantes en el post-test

Figura 7.53. Grado de profundidad en el estudio de la asignatura Ingeniería de Software I de los estudiantes participantes en el post-test

En la Figura 7.54 se recoge la percepción que han tenido los estudiantes que han contestado el post-test sobre la metodología activa utilizada en la asignatura.

Figura 7.54. Percepción sobre la metodología activa seguida en asignatura Ingeniería de Software I por parte de los estudiantes participantes en el post-test

En la Figura 7.55 se presenta la satisfacción personal, en la Figura 7.56 la utilidad percibida sobre algunos de los recursos facilitados y en la Figura 7.57 la valoración de algunas de las actividades desarrolladas, siempre desde la perspectiva de aquellos que contestaron el post-test.

Figura 7.55. Satisfacción general con la asignatura Ingeniería de Software I por parte de los estudiantes participantes en el post-test

Figura 7.56. Utilidad percibida de algunos de los recursos para el estudio de la asignatura Ingeniería de Software I por parte de los estudiantes participantes en el post-test

Figura 7.57. Valoración de algunas de las actividades realizadas en la asignatura Ingeniería de Software I por parte de los estudiantes participantes en el post-test

Las figuras siguientes dan una estimación del tiempo que invierten los estudiantes (desde la perspectiva de aquellos que han contestado el post-test) en las diferentes partes de la asignatura, concretamente en las clases presenciales (Figura 7.58), en las tutorías presenciales (Figura 7.59), en las tutorías virtuales (Figura 7.60), en horas de estudio (Figura 7.61), en preparar exámenes (Figura 7.62), en hacer ejercicios (Figura 7.63), en los talleres (Figura 7.64, Figura 7.65 y Figura 7.66) y en el trabajo final (Figura 7.67).

Figura 7.58. Tiempo invertido en ir a las clases presenciales (participantes en el post-test)

Figura 7.59. Tiempo invertido en las tutorías presenciales (participantes en el post-test)

Figura 7.60. Tiempo invertido en las tutorías virtuales (participantes en el post-test)

Figura 7.61. Tiempo invertido horas de estudio (participantes en el post-test)

Figura 7.62. Tiempo invertido para preparar los exámenes (participantes en el post-test)

Figura 7.63. Tiempo invertido en hacer ejercicios (participantes en el post-test)

Figura 7.64. Tiempo invertido en el Taller 1 (participantes en el post-test)

Figura 7.65. Tiempo invertido en el Taller 2 (participantes en el post-test)

Figura 7.66. Tiempo invertido en el Taller 3 (participantes en el post-test)

Figura 7.67. Tiempo invertido en el Trabajo Final (participantes en el post-test)

7.7.2. Análisis de los resultados obtenidos en el curso 2016-2017

El grupo A de la asignatura Ingeniería de Software I contó, en el curso 2016-2017, con 72 estudiantes, de los que 60 se matriculaba en la asignatura por primera vez (83,33%), cuatro lo hacían por segunda vez (5,55%), tres lo hacían por tercera vez (4,17%), tres se matriculaban por cuarta vez (4,17%) y dos se matriculaban por quinta vez (2,78%). Solo 10 eran mujeres (14%) y 62 hombres (86%). La mayoría de ellos tenían 20 años y todos estaban en el rango de edad de 20-30 años. 63 estudiantes (87,5%) seleccionaron la

modalidad de evaluación continua (Modalidad B), mientras que 9 (12,5%) seleccionaron la modalidad de evaluación final (Modalidad A).

El análisis de resultados se ha hecho poniendo el foco en la modalidad de evaluación continua (Modalidad B) [969], más concretamente en los hitos de aprendizaje de esta modalidad, como se presentó en la Tabla 7.10.

En la Tabla 7.12 se presentan los estadísticos descriptivos básicos por cada una de las pruebas realizadas a los estudiantes de Modalidad B (entre los que se incluyen el examen final, pero solo en la primera convocatoria). Las variables analizadas están comprendidas en un rango de 0-10 puntos, como suele ser habitual en el sistema de evaluación de estudiantes en España.

Tabla 7.12. Resultados descriptivos para estudiantes con Modalidad B (n=63). Fuente: Basada en: [969]

Variables	N	Mín.	Máx.	Md	Desv.Es.	Asim.	Curt.	Q1	Q2	Q3
Ejercicio 1	55	2,0	8,5	5,145	1,474	0,109	0,634	4,00	5,00	6,50
Ejercicio 2	62	0,00	10,00	2,976	2,292	0,937	0,599	1,44	2,75	4,00
Test 1	63	0,53	10,00	4,702	1,964	0,112	0,595	3,00	4,56	6,32
Test 2	50	1,17	9,33	4,330	1,692	0,374	0,662	3,17	4,33	5,21
Test Media	63	0,26	9,66	4,069	1,976	0,012	0,595	2,86	4,30	5,47
E. Continua	63	0,25	10,50	4,682	2,185	0,516	0,595	3,12	4,37	6,00
Trabajo Final	63	6,35	10,00	8,413	1,002	-0,570	0,595	7,50	8,70	9,20
Test C1	61	2,27	9,66	4,937	1,369	0,451	0,604	4,05	4,91	5,78
Supuestos C1	61	0,50	8,75	4,746	2,152	-0,219	0,604	3,08	4,85	6,40

La nota más baja (como media) de las recogidas en la Tabla 7.12 se tiene en el ítem de evaluación "Ejercicio 2", esto es debido a que el momento temporal en el que se recogió este ejercicio de modelado conceptual con diagramas de clase, que puntuaba en la evaluación continua, los estudiantes estaban trabajando en cerrar el hito 1, centrado en casos de uso. La nota más alta (como media) se tiene en el "Trabajo Final", debido a que es el trabajo que hace de hilo conductor de la modalidad de evaluación continua, con realimentación continua sobre los hitos entregados que permiten a los estudiantes corregir sus errores y mejorar el trabajo de una manera continua. De igual forma, el ítem "Ejercicio 2" es el que muestra una mayor variabilidad en las notas, con una desviación estándar de 2,292. El motivo de esta dispersión es porque el modelado es una tarea que requiere una gran capacidad de abstracción que tarda en adquirirse y que debe sustentarse en unos profundos conocimientos del lenguaje de modelado, que si no están bien asentados por una práctica continua pueden causar problemas al llevarlos a la práctica. Por el contrario, el ítem de evaluación más homogéneo es el "Trabajo Final", con una desviación estándar de 1,002, porque refleja la evaluación final de ese ítem entregado y corregido incrementalmente, con opciones de solventar

los problemas detectados en las entregas anteriores. Esta diferencia en variabilidad se observa también a través de las puntuaciones de los cuartiles 1, 2 y 3.

Como se puede observar en la Tabla de Normalidad (Tabla 7.13), todas las distribuciones correspondientes a las puntuaciones en pruebas de evaluación, a excepción del "Trabajo Final" (p<0,01), siguen una distribución normal (n.s. p<0,05), lo que permite aplicar tratamiento paramétrico en los siguientes análisis estadísticos multivariado.

Tabla 7.13. Resultados de la prueba de normalidad para la distribución de las variables del estudio. Fuente: Basada en: [969]

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ejercicio 1	0,119	44	0,134	0,975	44	0,432
Ejercicio 2	0,121	44	0,113	0,949	44	0,051
Test 1	0,077	44	0,200*	0,971	44	0,332
Test 2	0,103	44	0,200*	0,975	44	0,460
Test Media	0,073	44	0,200*	0,958	44	0,111
E. Continua	0,110	44	0,200*	0,963	44	0,163
Trabajo	0,186	44	0,001	0,931	44	0,011
Test C1	0,060	44	0,200*	0,971	44	0,321
Supuestos C1	0,099	44	0,200*	0,958	44	0,110

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla 7.14. Correlaciones entre las puntuaciones de las distintas pruebas. Fuente: Basada en: [969]

		Ejercicio 1	Ejercicio 2	E. Continua	Test 1	Test 2	Test Media	Test C1	Supuestos C1
Ejercicio 1	Corr. de Pearson	1							
	N	55							
Ejercicio 2	Corr. de Pearson	0,400**	1						
	N	54	62						
E. Continua	Corr. de Pearson	0,626**	0,778**	1					
	N	55	62	72					
Test 1	Corr. de Pearson	0,443**	0,404**	0,454**	1				
	N	55	62	67	67				
Test 2	Corr. de Pearson	0,270	0,370*	0,419**	0,476**	1			
	N	45	49	52	52	52			
Test Media	Corr. de Pearson	0,462**	0,452**	0,519**	0,907**	0,876**	1		
	N	55	62	72	67	52	72		
Test C1	Corr. de Pearson	0,463**	0,405**	0,395**	0,740**	0,709**	0,812**	1	
	N	55	60	68	65	52	68	68	
Supuestos C1	Corr. de Pearson	0,432**	0,430**	0,508**	0,580**	0,468**	0,603**	0,621**	1
	N	55	60	68	65	52	68	68	68

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

En la Tabla 7.14 se comprueba la correlación entre las puntuaciones de las distintas pruebas (teniendo en cuenta que la auto-correlación no se considera, es decir, la variable "E. Continua" es resultado directo de otras dos variables "Ejercicio 1" y "Ejercicio 2" porque se deriva de ellas). Al analizar la tabla de correlaciones bivariadas, se observa que las correlaciones son significativas (n.s. p<0,05) entre todas las variables (distintas de 0) y oscilan entre 0,03 y 0,5 entre las variables no auto-correlacionadas. Esto da una idea de la relación que hay entre la producción de los

estudiantes. Es decir, se observa una cierta coherencia en los resultados, quien es evaluado con calificación alta en los test, también lo hace en el resto de las pruebas y al revés.

Finalmente, se va a analizar la variabilidad de la nota final de la primera convocatoria, Nota Final C1, que será la variable criterio, que se calcula a partir de las calificaciones en las diferentes pruebas, que serán las variables predictoras: Ejercicio 1, Ejercicio 2, E. Continua, Trabajo Final, Test 1, Test 2, Test Media, Test C1 y Supuestos C1. El objetivo es conocer cuál de todas las pruebas explica mayor porcentaje de la variabilidad de las notas finales en una primera convocatoria. Es decir, qué prueba es la que más discrimina entre los estudiantes que han pasado por la Modalidad B (aprendizaje activo) y más contribuye a la nota final.

Según se observa en la Tabla 7.15, después de realizar un análisis de regresión paso a paso (*stepwise regression*), el porcentaje de varianza del criterio explicada por los predictores en el modelo más exhaustivo es de un 89,7% y la variable que más explica es "Supuestos C1" (a).

Tabla 7.15. Resumen del modelo para la variable criterio: Nota Final C1. Fuente: Basada en: [969]

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	0,765[a]	**0,585**	0,574	0,95928	0,585	50,805	1	36	0,000
2	0,869[b]	**0,755**	0,741	0,74807	0,170	24,199	1	35	0,000
3	0,920[c]	**0,847**	0,834	0,59931	0,092	20,531	1	34	0,000
4	0,939[d]	**0,882**	0,868	0,53388	0,035	9,845	1	33	0,004
5	0,947[e]	**0,897**	0,880	0,50801	0,014	4,447	1	32	0,043

a. Variables predictoras: (Constante), Supuestos C1
b. Variables predictoras: (Constante), Supuestos C1, Trabajo Final
c. Variables predictoras: (Constante), Supuestos C1, Trabajo Final, Ejercicio 2
d. Variables predictoras: (Constante), Supuestos C1, Trabajo Final, Ejercicio 2, Test C1
e. Variables predictoras: (Constante), Supuestos C1, Trabajo Final, Ejercicio 2, Test C1, Ejercicio 1

El modelo de regresión se muestra en la Tabla 7.16. Se tiene en cuenta que el rango de puntuaciones es igual para todas las variables.

Tabla 7.16. Coeficientes (a) para el modelo final sobre la variable criterio Nota Final C1. Fuente: Basada en: [969]

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típico	Beta		
5	(Constante)	-1,249	0,692		-1,805	0,081
	Supuestos C1	0,236	0,058	0,330	4,059	0,000
	Trabajo Final	0,430	0,083	0,321	5,153	0,000
	Ejercicio 2	0,176	0,039	0,300	4,559	0,000
	Test C1	0,271	0,088	0,246	3,075	0,004
	Ejercicio 1	0,136	0,065	0,130	2,109	0,043

a. Variable dependiente: Nota Final C1

De la Tabla 7.16 se deduce que la ecuación de regresión en puntuaciones directas es:

$$\hat{y} = -1{,}249 + 0{,}236\, Supuestos\ C1 + 0{,}43\, Trabajo\ Final + 0{,}176\, Ejercicio\ 2 + 0{,}271\, Test\ C1 + 0{,}136\, Ejercicio\ 1$$

El mismo equipo docente coincidió en la impartición de la asignatura Ingeniería de Software I en el curso académico 2013-2014. En esa ocasión se aplicó una metodología tradicional. Los ítems de evaluación que utilizaron esta metodología fueron casi los mismos ítems evaluados con la metodología activa en el curso académico 2016-1017 (Taller 1, Taller 2, Taller 3, Informe del Taller, Ejercicio 1, Ejercicio 2, Evaluación continua, Trabajo final, Test 1, Test 2, Test Media, Test C1, Supuestos C1, Nota Examen Final C1, Calificación Final C1, Test C2, Supuestos C2, Nota Examen Final C2, Calificación Final C2).

La comparación se realiza entre los resultados obtenidos por los estudiantes del Grupo A de la asignatura Ingeniería de Software I del curso académico 2013-2014 y los resultados obtenidos por los estudiantes que han cursado la Modalidad B durante el curso académico 2016-2017. En el curso 2013-2014, el Grupo A constaba de 79 estudiantes, de los que 50 se matricularon en la asignatura por primera vez (63,29%), 22 por segunda vez (27,85%) y 7 por tercera vez (8,86%). 17 estudiantes eran mujeres (21,52%) y 62 hombres (78,48%).

Una de las principales diferencias entre ambas experiencias es la puntuación obtenida en el trabajo final. En ambos cursos académicos los estudiantes se dividieron en grupos de tres miembros, excepto en casos particulares con dos miembros, para trabajar en el trabajo final. Aunque en 2013-1204 hubo más estudiantes, algunos de ellos se matricularon por segunda o más veces y decidieron mantener sus calificaciones relacionadas con el trabajo final. Finalmente, 23 grupos en 2013-2014 y 22 grupos en 2016-2017 tuvieron que entregar el trabajo final. En 2013-2014, 8 de los 23 trabajos finales tuvieron una calificación de suspenso o no se presentaron (34,78%); por el contrario, en 2016-2017 ningún trabajo final recibió una calificación de suspenso o no se presentó, es decir todos recibieron como poco la calificación de "Aprobado". Además, en 2013-2014 no todos los trabajos finales se entregaron en primera convocatoria y solo se aprobaron 10 de los trabajos finales presentados en dicha, sin embargo, en la primera convocatoria de 2016-2017 se entregaron todos los trabajos finales y aprobaron 20 trabajos en primera convocatoria.

La nota promedio de los trabajos finales que aprobaron en 2013-2014 fue de 6,4 sobre 10, mientras que en 2016-2017 fue de 8,37 sobre 10 (1,97 puntos de diferencia). Una comparación de las calificaciones en ambos cursos se muestra en la Tabla 7.17.

Tabla 7.17. Comparación de las notas del trabajo final en el curso 2013-2014 y en el curso 2016-2017. Fuente: Basada en: [969]

Nota	2013-2014	2016-2017
Sobresaliente	1	6
Notable	6	14
Aprobado	8	2
Suspenso	5	0
No presentado	3	0
Total	23	22

En cuanto al examen final en 2016-2017, 61 de los 63 estudiantes que cursaron la Modalidad B hicieron el examen final en primera convocatoria y 35 lo aprobaron (57,38%). Sin embargo, 7 de los 9 estudiantes que cursaron la Modalidad A (metodología tradicional) hicieron el examen y solo uno lo aprobó (14,29%). Esto supone un 50% de los estudiantes aprobaron la asignatura en primera convocatoria. Durante el curso 2013-2014, 65 de los 79 estudiantes hicieron el examen final en la primera convocatoria, pero solo 10 lo aprobaron (15,38% de los estudiantes que hicieron el examen final y 12,86% del número total de estudiantes matriculados); porcentaje similar al de los estudiantes en la modalidad A en 2016-2017.

Finalmente, en el curso 2016-2017 el 69,44% (50 de 72) de los estudiantes matriculados en la asignatura aprobaron, donde el 63,89% fueron estudiantes que seleccionaron la Modalidad B (46 de 72) y el 5,56% fueron estudiantes que seleccionaron la Modalidad A (4 de 72). Por otro lado, en 2013-2014 solo el 41,71% (33 de 79) aprobó la asignatura. La Tabla 7.18 muestra una comparación entre las calificaciones finales en ambos cursos, con una metodología tradicional en 2013-2014 y una metodología activa en 2016-2017.

Tabla 7.18. Comparación de las notas finales entre el curso 2013-2014 y el curso 2016-2017. Fuente: Basada en: [969]

Nota	2013-2014	2016-2017
Matrícula de Honor	0	1
Sobresaliente	1	2
Notable	3	20
Aprobado	29	27
Suspenso	34	12
No presentado	12	1
Total	79	63

Para determinar la igualdad o no en porcentajes de calificaciones, se ha realizado un contraste no paramétrico basado en la prueba de chi-cuadrado (nivel de significancia de $p<0,05$). El contraste de la hipótesis ofrece un chi-cuadrado de 174,84, con 5 grados de libertad, con un valor asociado de probabilidad de aceptación de la hipótesis de igualdad menor que $p<0,001$. Por tanto, existe una clara diferencia entre los resultados académicos de los dos cursos académicos, a favor de la experiencia realizada en 2016-

2017, en la que se ha aplicado una metodología de aprendizaje activo. Más específicamente, la diferencia ocurre en la disminución del porcentaje de suspensos y no presentados y el porcentaje de notables, como se muestra en la Figura 7.68.

Figura 7.68. Comparación en términos porcentuales de la distribución del rendimiento académico entre los cursos 2013-2014 y 2016-2017

Tabla 7.19. Serie histórica de los resultados de los grupos impartidos de Ingeniería de Software I desde la implantación del Grado en Ingeniería Informática

Asignatura: **Ingeniería del Software I** Código: **101118** Centro: **Facultad de Ciencias** Carácter: **Troncal** **Grado en Ingeniería en Informática**											
Convocatorias			*Matriculados*	*Presentados*	*Tasa rendimiento*	*Tasa éxito*	***% sobre presentados***				
							SU	*AP*	*NT*	*SB*	*MH*
Curso	**2011-2012 Grupo B**	**1ª**	**42**	**31**	**0,74**	**0,29**	(n=22) **70,97%**	(n=7) **22,58%**	(n=2) **6,45%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
		2ª	**33**	**24**	**0,73**	**0,50**	(n=12) **50%**	(n=12) **50%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
	2012-2013 Grupo B	**1ª**	**75**	**64**	**0,85**	**0,23**	(n=49) **75,56%**	(n=12) **18,75%**	(n=3) **4,69%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
		2ª	**60**	**47**	**0,78**	**0,40**	(n=28) **59,57%**	(n=15) **31,91%**	(n=4) **8,51%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
	2013-2014 Grupo A	**1ª**	**83**	**66**	**0,80**	**0,21**	(n=52) **78,79%**	(n=12) **18,18%**	(n=1) **1,5%**	(n=1) **1,5%**	(n=0) **0%**
		2ª	**69**	**52**	**0,75**	**0,37**	(n=33) **63,46%**	(n=18) **34,61%**	(n=1) **1,92%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
	2013-2014 Grupo B	**1ª**	**92**	**78**	**0,85**	**0,18**	(n=64) **82,05%**	(n=9) **11,54%**	(n=5) **6,41%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
		2ª	**78**	**63**	**0,81**	**0,32**	(n=43) **68,25%**	(n=17) **26,98%**	(n=3) **4,76%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
	2014-2015 Grupo B	**1ª**	**98**	**83**	**0,85**	**0,39**	(n=51) **61,45%**	(n=17) **20,48%**	(n=11) **13,25%**	(n=3) **3,61%**	(n=1) **1,20%**
		2ª	**66**	**46**	**0,70**	**0,46**	(n=25) **54,35%**	(n=15) **32,61%**	(n=6) **13,04%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
	2015-2016 Grupo B	**1ª**	**97**	**83**	**0,86**	**0,19**	(n=67) **80,72%**	(n=12) **14,46%**	(n=4) **4,82%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
		2ª	**81**	**67**	**0,82**	**0,46**	(n=35) **52,24%**	(n=22) **32,84%**	(n=9) **13,43%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
	2016-2017 Grupo A	**1ª**	**76**	**68**	**0,89**	**0,57**	(n=31) **45,6%**	(n=17) **25%**	(n=17) **25%**	(n=2) **2,9%**	(n=1) **1,5%**
		2ª	**39**	**30**	**0,77**	**0,57**	(n=13) **43,3%**	(n=13) **43.3%**	(n=4) **13,4%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**

Para cerrar este apartado, en la Tabla 7.19 se recoge la serie histórica de los resultados de los grupos impartidos de Ingeniería de Software I desde que se implantó el Grado en Ingeniería Informática en el curso 2011-2012. Estos datos se obtienen de las estadísticas resumen de las actas oficiales de cada convocatoria y puede existir alguna discrepancia con los datos manejados en los análisis realizados. Esto se debe a que los análisis se han hecho con los datos reales de los estudiantes que participaron en el grupo impartido y las actas recogen personas que abandonaron la asignatura sin cursarla y acuerdos con los profesores del otro grupo, por el que personas que oficialmente aparecen en el acta de un grupo, efectivamente lo cursan y se examinan en el otro por mejor compatibilidad de horarios, de forma que al final se traslada la calificación al grupo donde aparecen.

7.8. Reflexión final

La Ingeniería de Software se ha constituido como una disciplina con un cuerpo de conocimiento propio que sirve como base para constituir los estudios de Ingeniería en Informática en España, apostando por la dimensión ingenieril sobre el resto propuestas curriculares internacionales, orientadas a la ciencia de la computación, la ingeniería de computadores, los sistemas de información o las tecnologías de la información.

Como materia, la Ingeniería de Software dentro de los planes de estudios actuales relacionados con la Ingeniería en Informática de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca cubre los aspectos fundamentales, los aspectos del modelado de requisitos y de diseño y los fundamentos de gestión de proyectos en el Grado; y aspectos avanzados de ingeniería conducida por modelos en el Máster Universitario en Ingeniería Informática o modelado de la ingeniería web en el Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Todas ellas han sido impartidas en algún momento por quien defiende la presente plaza de Catedrático de Universidad.

De todas estas asignaturas, se ha seleccionado Ingeniería de Software I porque es la primera asignatura del bloque de Ingeniería de Software y tiene el cometido de introducir los fundamentos de la materia y los fundamentos de la ingeniería de requisitos, desde su captura y gestión a su modelado y documentación. Además, se lleva impartiendo esta asignatura de introducción a la Ingeniería de Software ininterrumpidamente desde el curso 1996-1997 en la Universidad de Burgos y desde el curso 1998-1999 en la Universidad de Salamanca, es decir, 22 años.

La experiencia con esta asignatura hace que se conozca lo difícil que resulta esta materia para los estudiantes de Ingeniería en Informática. Las principales dificultades identificadas son:

- Es la primera asignatura que presenta a los estudiantes una dimensión de ingeniería de los estudios y que la relaciona con la profesión de ingeniero en informática.
- Es una asignatura que introduce unos métodos, técnicas y herramientas que son difíciles de asimilar con el tamaño de los trabajos que se pueden desarrollar en el ámbito de una asignatura y con el trabajo en grupo que, como mucho, involucra a dos o tres estudiantes.
- Los conceptos y la actividad de modelado requieren de una capacidad de abstracción que estudiantes de segundo de grado no han desarrollado completamente.
- El modelado y la documentación son tareas menos atractivas que la programación.
- El estudiante, normalmente, no es hasta después de haber acabado los estudios y tener unos años de experiencia cuando empieza a entender, con suerte de la labor desempeñada, la necesidad del enfoque de ingeniería en el desempeño de la profesión.

Consciente de estas dificultades, durante estos años impartiendo la asignatura se han desarrollado y experimentado diferentes innovaciones orientadas a mejorar la atracción de los estudiantes hacia la asignatura y sus resultados académicos. Así, entre otras diversas iniciativas, se han definido planes de calidad [551, 556] y protocolos de evaluación por pares[548, 549], se ha definido un protocolo de sesión de taller basado en el aprendizaje basado en problemas [23], se han desarrollado herramientas CASE que facilitasen la realización de modelos y de documentación [980, 984-986], se han explorado estrategias de adaptación de la asignatura al EEES [479, 904, 905], se ha apostado por digitalizar contenidos y actividades para potenciar el campus virtual de la asignatura y para compartirlos en abierto [504], se ha explorado la realización de prácticas externas virtuales en empresas internacionales [156, 157, 159], se ha analizado el desempeño de los estudiantes de la asignatura utilizando analíticas de aprendizaje [987-994] o se ha apostado por concienciar sobre la perspectiva del género en los estudios y en la profesión de ingeniero en informática [713, 714, 966, 967].

Sin embargo, la innovación que más calado y mejores resultados ha venido con el cambio metodológico para implantar una metodología activa basada en el aprendizaje basado en problemas [969], que toma la práctica final obligatoria como el hilo conductor de la asignatura, para lo que se planifican contenidos y las actividades de forma que alimenten el desarrollo de este trabajo en grupo. La planificación compagina una aproximación basada en las fases de Inicio y Elaboración del Proceso Unificado [775] con uso de técnicas propias de los métodos ágiles [975] y del Proceso *Software* Personal (PSP) [995, 996].

Ya se conocían múltiples ejemplos de la aplicación de métodos activos en diversos campos [200, 470, 951, 997, 998] y especialmente en la ingeniería [202, 983, 999, 1000] y en la asignatura de Ingeniería de Software I desde su primera edición se habían aplicado ciertas partes que buscaban la participación activa de los estudiantes, pero no fue hasta el curso 2016-2017 cuando se hizo el cambio completo hacia el enfoque activo.

El cambio metodológico ha permitido aumentar el número de estudiantes que aprueban la asignatura en la primera convocatoria. En particular, el porcentaje ha aumentado aproximadamente un 20%, del 41,71% al 63,89%, con una alta tasa de éxito en los estudiantes que seleccionaron la modalidad con un enfoque de aprendizaje activo. Además, el promedio de las calificaciones finales ha aumentado en 1,49 puntos sobre 10.

En cuanto al trabajo final, que ha de desarrollarse en grupos, el aprendizaje activo a través del aprendizaje basado en proyectos ha permitido alcanzar una tasa de éxito del 100% en la modalidad basada en aprendizaje activo, con una nota promedio de 8,37 sobre 10 puntos. El porcentaje de aprobados ha aumentado alrededor del 35% entre el curso 2013-2014 y el curso 2016-2017.

Además, el número de estudiantes que han superado el examen final en la primera convocatoria también ha aumentado sobre un 35%, del 12,86% al 50%. Además, el porcentaje de aprobados en el curso 2013-2014 es similar al porcentaje de aprobados en la modalidad de no evaluación continua en 2016-2017, ambos con una metodología tradicional.

Capítulo 8. Gobierno de Tecnologías de la Información

Antonio Fraguas de Pablo «Forges»

17/01/1942 – 22/02/2018

In memoriam

Las tecnologías y los sistemas de información (TSI) se han convertido en uno elemento imprescindible y estratégico para la supervivencia de las organizaciones, ya que de las TSI dependen el buen funcionamiento y la evolución de sus procesos de negocio, así como la información que necesitan para tomar sus decisiones operacionales, tácticas y estratégicas [1001].

Para ello la estrategia sobre las Tecnologías de la Información (TI) debe estar convenientemente alineada con la estrategia empresarial, a través de un enfoque integrado y global para la mejora del negocio, la alineación de las TI, el desarrollo de estrategias, la ejecución y la gestión de las TI y sus recursos.

Por este motivo, cada día cobra más interés el gobierno y la gestión de las TSI, temas en los que el director de TI, conocido de forma habitual como CIO (*Chief Information Officer*), está llamado a desempeñar un papel fundamental, como responsable de implementar un conjunto de buenas prácticas de gobierno y de gestión de las diferentes áreas relacionadas con la prestación de servicios, desarrollo de *software*, seguridad, etc. Al mismo tiempo, las personas que deben llevar a cabo esta tarea deben tener las habilidades directivas adecuadas, tales como gestión del cambio, gestión de equipos y resolución de conflictos, gestión del tiempo y negociación, entre otras [1002]. Este rol de CIO es un perfil profesional al que pueden optar los ingenieros en informática con un nivel de cualificación superior propio de un máster universitario.

Desde un punto de vista disciplinar, las tecnologías de la información pueden definirse como [679] (p. 18):

> *Information Technology is the study of systemic approaches to select, develop, apply, integrate, and administer secure computing technologies to enable users to accomplish their personal, organizational, and societal goals.*

Como continuidad a la parte de Ingeniería de Software este Proyecto Docente, se ha elegido el Gobierno de Tecnologías de la Información como un aspecto complementario por el que un ingeniero en informática puede orientar su vida profesional tras unos años de experiencia.

El enfoque docente que se defiende para este apartado del Proyecto Docente va a diferir bastante del que se podría esperar o se encuentra tradicionalmente en esta asignatura en otras universidades. En lugar de utilizar un enfoque centrado en las normas, se ha decido un enfoque derivado directamente de la experiencia previa en el gobierno de las TSI de la Universidad de Salamanca, de forma que se va a seguir una propuesta de *role playing* para simular el contexto de un departamento de informática en el que los estudiantes se vean involucrados desde el primer momento y durante toda la asignatura en el desarrollo de plan estratégico de TI para una organización real con un enfoque de aprendizaje-servicio [528, 529]. Este es un enfoque compartido con

el Dr. D. Faraón Llorens Largo de la Universidad de Alicante, de donde se tomó la idea original [1003, 1004], que se ha ido discutiendo, matizando y desarrollando [526] a lo largo de las 4 ediciones de esta asignatura, desde el curso académico 2014-2015 [439] hasta el actual 2017-2018 [1002].

8.1. Definición de Gobierno de Tecnologías de la Información

El concepto de Gobierno de las Tecnologías y Sistemas de Información, más conocido como Gobierno TI o como Gobernanza de TI, se viene tratando más o menos implícitamente desde la década de 1970, si bien esta acepción comienza a utilizarse a finales de la década de 1990 [1005, 1006].

A continuación, se van a presentar algunas de las múltiples definiciones que se han dado de Gobierno TI.

> *IT governance is the responsibility of the board of directors and executive management. It is an integral part of enterprise governance and consists of the leadership and organizational structures and processes that ensure that the organization's IT sustains and extends the organization's strategies and objectives.* **IT Governance Institute** [1007].

> *IT Governance is the organisational capacity exercised by the Board, executive management and IT management to control the formulation and implementation of IT strategy and in this way ensure the fusion of business and IT.* **Wim Van Grembergen** [1008].

> *Estructuras de dirección y de organización, procesos y mecanismos de relación que aseguran que las TI de la organización soporten y extiendan sus estrategias y objetivos.* **Wim Van Grembergen et al.** [1009].

> *Especificación del marco sobre los derechos y responsabilidades de decisión para alentar el comportamiento deseable del uso de las TI.* **Peter Weill** [1010].

El gobierno de las TI debe ser integral e incluir tanto los procesos de gobierno como las perspectivas de estructura, integrando las estructuras y procesos de gobierno, el alineamiento de negocio, las operaciones de TI y la mediación del desempeño y la entrega de valor. **Tomi Dahlberg y Hannu Kivijärvi** [1011].

El alineamiento estratégico de las TI con la organización de forma tal que se consigue el máximo valor de negocio por medio del desarrollo y mantenimiento de un control y responsabilidades efectivas, gestión del desempeño y gestión de riesgos de las TI. **Phyl Webb, Carold Pollard y Gail Ridley** [1012].

El gobierno de TI, siendo una parte integral del gobierno corporativo, consiste en los procesos y las estructuras organizativas y de liderazgo que garantizan que la organización de TI sustenta y refuerza las estrategias y los objetivos de la organización. De esta forma el gobierno de TI no debe entenderse como una función más del departamento de TI, sino que es una responsabilidad conjunta de la dirección ejecutiva de la organización y de la dirección de TI. **José Antonio Ojeda** [1013].

El sistema mediante el cual se dirige y controla el uso actual y futuro de las tecnologías de la información. **ISO/IEC 38500:2008** [1014].

El término Gobierno TI es un componente o un subconjunto de la Gobernanza Organizacional y es sinónimo de los términos Gobierno Corporativo de TI, Gobernanza Empresarial de TI y Gobierno Organizacional de TI. **ISO/IEC 38500:2015** [1015].

8.2. Marco conceptual del Gobierno de Tecnologías de la Información

El gobierno de una organización se resume de forma sencilla en que esta está haciendo las cosas adecuadas y adecuadamente en el tiempo oportuno. Esto requiere que los directivos toman las decisiones correctas obteniendo los resultados esperados, para lo que se necesita que las tecnologías de la información funcionen de manera adecuada. Todo ello sobre la base de que “adecuadas” y “adecuadamente” son conceptos relativos

que variarán de una organización a otra y que evolucionarán con el tiempo al cambiar los objetivos de la organización.

La implementación del Gobierno TI viene determinada por diferentes circunstancias [1016]:

- La ética y la cultura de la organización y el sector al que pertenece.
- Las leyes, regulaciones y guías de actuación, tanto internas como externas.
- La misión, visión y valores de la organización.
- Los módulos de la organización relativos a los roles y responsabilidades.
- Las políticas y las prácticas de gobierno de la organización y la industria.
- El plan de negocio y los propósitos estratégicos de la organización.

Phyl Webb et al. [1012] destacan cinco elementos que definen el Gobierno TI:

1. Alineamiento estratégico.
2. Entrega de valor de negocio a través de las TI.
3. Gestión del desempeño.
4. Gestión de riesgos.
5. Control y responsabilidades.

8.2.1. Diferencia entre gobierno y gestión de las TI

La gestión de las TI está más enfocada al suministro interno de TI y tiene su orientación temporal en el presente, el gobierno de las TI es más amplio porque, además, pretende atender a las demandas externas y en un horizonte temporal futuro [1017].

Por ello, la gestión se centra en administrar e implementar las estrategias propias del funcionamiento diario, mientras que el gobierno se encarga de fijar dichas estrategias junto con la política y la cultura de la organización.

El gobierno se refiere al marco de responsabilidad global que coordina todas las actividades de gestión respecto a todos los *stakeholders* (agentes), el gobierno corporativo corresponde principalmente con la junta o consejo de gobierno, el equipo de gestión ejecutiva y los accionistas. El gobierno de las tecnologías, por su parte, se centra en el uso de la tecnología para satisfacer los objetivos de la organización fijados por la dirección [1018]. Por ello, el gobierno corporativo incluye aspectos del gobierno de las TI, ya que, sin una gestión eficaz de las TI, los encargados de las

responsabilidades corporativas no podrían desempeñarse de una forma efectiva [1019].

El gobierno de las TI se encarga de alinear el plan de las TIC con el plan de negocio o plan estratégico de la empresa, mientras que el departamento TIC será el encargado de gestionar las áreas específicas con los nuevos servicios u operaciones que se puedan ir incorporando, como se refleja en la Figura 8.1.

El Gobierno TI es ver a nivel de bosque, mientras que la Gestión TI es ver a nivel de árbol [1020].

Figura 8.1. Las TIC como apoyo a la gestión de las empresas. Fuente: Adaptada de [1021] (p. 22)

8.2.2. Las ecuaciones fundamentales del Gobierno TI

Dos son las ecuaciones fundamentales para entender el Gobierno TI [1022]:

1. Demanda ↔ Oferta: La demanda del negocio gobierna la oferta de las TI que, a su vez, proporciona la capacidad de negocio que exige el servicio de las TI.
2. Sistemas de negocio = personas + procesos + estructura + tecnología: Es un hecho que la tecnología de la información, por sí sola, no hace nada; los resultados solo se obtienen cuando se combinan las TI con los otros tres factores vitales para construir un sistema de negocio.

8.2.2.1. Demanda ↔ Oferta

Las organizaciones invierten en TI porque quieren alcanzar un resultado de negocio que sea consistente con su propósito. Las TI tienen un propósito para el negocio (deben ayudar a hacer el negocio). Esta noción es intrínseca a cualquier inversión o

aplicación en TI. El propósito de negocio debe ser identificable en los términos de negocio y debería encajar en alguna de estas tres clases [1022]:

- *Capacidad estratégica*: posibilita a la organización la realización de algo que antes no podía hacer.
- *Capacidad operacional*: posibilita a la organización la conducción de su negocio actual de forma eficaz y eficiente.
- *Conformidad regulatoria*: posibilita a la organización la satisfacción de los requisitos de los reguladores externos.

La conformidad regulatoria es la licencia de la organización para continuar en el negocio. Debe tenerse en cuenta y deben crearse las capacidades necesarias cuando se planifica e implanta la capacidad estratégica, además debe ser parte integral y eficaz de la capacidad operacional en desarrollo. En realidad, mientras que la conformidad regulatoria puede citarse como una razón (completamente válida) para gastar en TI, es un subconjunto de las otras dos, que son las razones principales para invertir en TI.

Se puede clasificar el uso de la TI por una organización como *Demanda*. Si la organización no estuviera en el negocio elegido, o no siguiera el camino de desarrollo estratégico elegido, o no operara en sus entornos regulados elegidos, el uso de las TI sería diferente. La demanda de las TI, efectuada por el negocio, está específicamente dirigida por las elecciones de sus líderes del negocio sobre cuál es el negocio, cómo y dónde opera, cómo compite y cómo evoluciona. De modo similar, se puede clasificar la prestación de las TI a la organización como *Oferta*.

Parece sensato que la oferta se ajuste a la demanda, lo que posibilita que la organización realice el negocio que pretende, para lo que sigue su camino de desarrollo estratégico y opera en sus entornos regulados elegidos.

El modelo representado en la Figura 8.2 resalta que la demanda y la oferta suponen una relación simbiótica entre dos ámbitos. El ámbito del Negocio y el ámbito de las TI. Cada uno de ellos tiene su propio conjunto de problemas y responsabilidades, pero ninguno puede o debería existir y operar eficazmente sin ser también eficaz el otro.

En resumen:

- El ámbito del negocio es responsable de la demanda, que es un producto de la planificación y de la operación del negocio.

- El ámbito de las TI es responsable de la oferta, que supone la planificación, la organización, la implementación y la ejecución de las TI que se precisa para posibilitar el negocio: sustentar su intención estratégica y hacer sus operaciones cotidianas más fiables y eficaces.

- Oferta: prestación de las TI a la organización
- Demanda: uso de las TI por la organización

Figura 8.2. La ecuación Demanda ↔ Oferta. Fuente: Adaptada de [1022]

El modelo también introduce la noción de cambio organizativo, es decir, el proceso por medio del que el futuro estratégico que pretende la organización se hace realidad día a día.

La gran mayoría de la industria de la mejora de las TI se ha centrado en el ámbito de la oferta. Los marcos de referencia y normas se han desarrollado ampliamente por especialistas en TI y, sobre todo, se venden a especialistas en TI, con la intención de hacer la oferta de la TI tan eficaz como sea posible.

Comparativamente, se ha prestado muy poca atención al ámbito de la demanda del negocio y, en muchos casos, la escasa atención prestada ha sido para estudiarla solo desde el punto de vista de la oferta de las TI. Centrarse en el lado de la demanda supone comprender que las TI no son realmente más que una herramienta del negocio y que es, en última instancia, el negocio quien determina cómo usa eficazmente esa herramienta.

La TI no puede separarse y gestionarse de modo independiente del negocio, como tampoco pueden separarse los recursos humanos o las Finanzas. La responsabilidad del éxito en el uso de las TI no puede atribuirse solo al equipo de TI. La realidad de un negocio contemporáneo es que la demanda y la oferta de las TI están tan íntimamente relacionadas y son tan fundamentales para el desempeño del negocio, que el éxito real

en el uso de las TI solo puede venir de un enfoque altamente integrado de planificación y dirección en el uso de las TI, que implique a ambos lados (demanda y oferta) de la ecuación.

La comprensión de la demanda del negocio y saber adaptar la oferta a su medida no es solo un asunto de especialistas en TI. Para que las organizaciones sean eficaces, el negocio debe comprender la capacidad y la oportunidad en el uso de las TI, así como los riesgos asociados con las decisiones de usarla o no.

8.2.2.2. Sistemas de negocio = personas + procesos + estructura + tecnología

Las operaciones de cualquier negocio pueden describirse como un sistema. En las organizaciones eficaces, es probable que el sistema, o un conjunto interrelacionado de sistemas que componen el negocio, estén organizados, sean coherentes, se comprendan bien y se encuentren en evolución para adaptarse a las circunstancias cambiantes internas y externas. En las organizaciones menos eficaces, a veces es evidente lo contrario: Los sistemas de negocio no están tan bien organizados (tal vez sean hasta caóticos), no se comprenden y no evolucionan.

Figura 8.3. Elementos clave del sistema de negocio. Fuente: Adaptada de [1022]

Para la mayoría de las organizaciones, el sistema completo de negocio está compuesto de subsistemas que se integran en puntos clave para asegurar una operación global efectiva. Hay muchos modos de identificar los sistemas de negocio, los ámbitos

comunes para los sistemas de negocio incluyen el suministro, la producción, la distribución, las ventas, el *marketing* y las finanzas.

Para comprender mejor qué compone un sistema de negocio, se puede adaptar el modelo de cambio organizativo [1023, 1024]. Este modelo propone que un sistema de negocio está compuesto por cuatro elementos que interaccionan, personas, estructura, tecnología y proceso, como se muestra en la Figura 8.3.

El punto clave del modelo de Leavitt es que los cuatro elementos interaccionen para hacer que un sistema de negocio opere. Generalmente, cambiar uno de los elementos que interaccionan tendrá consecuencias sobre los otros elementos. Sin embargo, no se asegura que cambiar un elemento tendrá el impacto deseado en los otros y, para mantener el sistema en equilibrio, se precisa dejar muy claros los cambios necesarios en cada uno de ellos.

Cada sistema de negocio opera en el contexto de su entorno externo de negocio (contexto de negocio), sobre el que tiene relativamente poco control directo y al cual debe adaptarse con el tiempo.

El contexto, para un sistema de negocio, incluye otras organizaciones y personas: sus proveedores, competidores, clientes, mercado laboral, educadores, reguladores, etc. Dentro de este contexto se diseñan e implementan los sistemas de negocio, usando cuatro bloques básicos:

- Personas, que trabajan en el sistema y proporcionan el *pegamento* esencial para tratar con la incertidumbre.
- Proceso, que es un conjunto de tareas, independientemente del grado de automatización y de cómo se obtienen, que se ejecutan para alcanzar los resultados.
- Estructura, que proporciona límites divisorios en la operación (como la geografía o el tiempo) y que da autoridad para la toma de decisiones.
- Tecnología, que posibilita la productividad, desempeño, control y numerosas otras características esenciales para cualquier negocio actual.

Estos cuatro bloques básicos interaccionan para hacer que un sistema de negocio opere. Sintonizando y ajustando los bloques individuales y sus interacciones, los sistemas de negocio pueden también ajustarse en muchas dimensiones, como producción, velocidad, fiabilidad, coste y adaptabilidad.

Comprender la naturaleza del sistema de negocio es clave para comprender el papel de las TI para dar soporte al negocio. Las organizaciones usan las TI para posibilitar que personas, proceso y estructura puedan organizarse de nuevas maneras, más eficaces y más fiables, con mayor capacidad, mayor alcance y mayor disponibilidad.

La aplicación de las TI, por sí sola, no produce automáticamente sistemas de negocio mejorados.

Al aumentar la capacidad de la tecnología de la información y perfeccionarse el uso de las TI por los líderes del mercado y los innovadores, ha quedado claro que la oportunidad de velocidad y volumen que presenta la TI es trivial si se compara con las nuevas oportunidades que aparecen sobre sobre procesos, personas y estructura. Las organizaciones pueden hacer cosas ahora que antes eran imposibles. Las personas pueden realizar tareas que antes no podrían hacer y las organizaciones pueden extenderse más allá de sus antiguos límites: temporales y geográficos y tamaño. Las tecnologías de la información se han convertido en el posibilitador de una notable transformación en las organizaciones y el uso inteligente de la tecnología ha ocasionado una enorme transformación de las organizaciones e incluso de los mercados.

Producir un cambio real y eficaz en un sistema de negocio exige una atención directa, capaz y centrada sobre las cuatro partes del sistema. El cambio debe ser planificado y gestionado, para que pueda implantarse según una secuencia lógica, con todas las interdependencias intermedias adecuadamente resueltas. Esto es el cambio organizativo integral.

- *Teniendo en cuenta el proceso.* Los procesos de negocio son el conjunto de actividades que un negocio emprende para lograr sus objetivos. En un negocio bien gestionado los procesos deberían estar bien comprendidos, claramente definidos y optimizados. El uso inicial de las TI se centraba principalmente en la automatización de procesos rutinarios, para aumentar la velocidad y el volumen y para reducir el costo del trabajo repetitivo.

  Pero las capacidades actuales de las TI hacen que se use, fundamentalmente, para redefinir de modo esencial cómo funciona el proceso y posibilitar procesos completamente nuevos. En mayor escala, es importante comprender que, cuando una organización está invirtiendo en TI, lo está haciendo para

mejorar su capacidad y, por ello, es casi seguro que ajustará sus procesos. Para que ese ajuste sea el correcto, hacen falta habilidades específicas para el diseño y la implantación de los procesos de negocio, que son distintas de las necesarias para la planificación e implantación de la tecnología de la información.

- *Teniendo en cuenta a las personas.* En muchos casos las iniciativas de TI fracasan porque no tienen en cuenta que las personas pueden tener muchos roles en un sistema de negocio. Pueden ser trabajadores dentro del sistema, clientes del sistema, supervisores del sistema, proveedores del sistema o, tal vez, simples observadores del sistema. Para que un sistema sea eficaz necesita estar en armonía con las personas que participan en él. Esa armonía se logra por medio de la sintonía en todas las dimensiones de la relación. Proceso, estructura y tecnología deberían diseñarse con una completa comprensión de las personas que están en el sistema, al tiempo que debería darse a esas personas la formación y desarrollo preciso para que puedan realizar su parte del proceso con la mayor eficacia.

  Ahora hay un nuevo aspecto emergente del componente *personas*. Con la aparición de la era digital, cada vez más personas están familiarizadas, se sienten a gusto con las tecnologías y piden un mayor uso y acceso a las capacidades que las TI permiten. Esta característica, que necesita tratarse al tiempo que conductas, a menudo radicalmente opuestas de las personas de generaciones anteriores, significa que el componente *personas* debe tratarse no solo como respuesta a un cambio posibilitado por la TI, sino como un motor esencial para lograr nuevos enfoques de uso de las TI.

- Por último, *teniendo en cuenta la estructura*. Habitualmente, al pensar sobre la estructura, se tiende a pensar en su organigrama. Este es solo uno de los aspectos importantes de la estructura en el caso de un negocio contemporáneo. Cuando se usan las TI para posibilitar nuevas capacidades de negocio puede haber un impacto espectacular en la estructura.

Es importante que, para lograr un uso eficaz, eficiente y aceptable de las TI, el cambio posibilitado por ella se trate desde un punto de vista del sistema integra, prestando igual atención a cada elemento y asegurando que todos reciban atención real.

En resumen:

- Las tecnologías de la información se usan para posibilitar que las organizaciones alcancen resultados específicos. Se debería confiar en que los resultados deseados sean claros, específicos, medibles, apropiados y alcanzables.
- Pero las tecnologías de la información por sí solas rara vez alcanzan resultados específicos. Hay aspectos del sistema de negocio que las TI no pueden producir, ni siquiera con los máximos grados de automatización.
- La realidad es que las tecnologías de la información, por sí solas, no hacen nada. Los resultados solo se obtienen cuando las TI se combinan con los otros tres ingredientes vitales para obtener un sistema de negocio.
- El Sistema de Negocio = (Personas + Proceso + Estructura + Tecnología). Esto es un concepto vital e inmutable que, si se olvida, conduce a menudo a que las nuevas inversiones en TI sean, como mínimo, conflictivas y frecuentemente nocivas.

8.2.3. Marcos y normas para el gobierno y la gestión de las tecnologías

Existen multitud de marcos para el gobierno y la gestión de las TSI [1025] (ver Figura 8.4). Cabe destacar COSO [1026, 1027], COBIT 5 [1028], CMMi [871], UNE-ISO/IEC 27001:2017 [1029-1031], ISO/IEC 33001:2015 [1032], ISO/IEC 15408:2009 [1033-1035], ITIL [1036-1038] o PMBOK [1039-1043]. Algunos se centran en áreas muy concretas, como ISO/IEC 15408:2009 o PMBOK, mientras que otros son más amplios, como COBIT o COSO.

La inclusión en el sector de las TIC de criterios de gestión basados en calidad, la seguridad y la protección ambiental han contribuido al reenfoque de en el papel de las normas, para entender a los sistemas informáticos como parte de un conjunto de componentes que interactúan entre sí y aportan valor.

AENOR presentó en 2006 su respuesta en el ámbito de certificación para las TIC con una hoja de ruta para el gobierno y la gestión de las TIC (ver Figura 8.5). Se proponía un cambio cultural en el que el Centro de Proceso de Datos deja de ser un departamento que hace que todo funcione para convertirse en una pieza más del engranaje de la organización que se enfoca hacia los objetivos del negocio.

Figura 8.4. Marcos para el gobierno y la gestión de las TSI. Fuente: [1021] (p. 23)

Figura 8.5. Modelo de gobierno y gestión de las TIC propuesto por AENOR. Fuente: Basado y actualizado de [1021] (p. 25) y de [1044] (p. 13)

El modelo propone dos certificaciones para la parte de gobierno corporativo de las TIC y del sistema de gestión de continuidad del negocio: ISO/IEC 38500:2008 [1014], que es anulada por la actual ISO/IEC 38500:2015 [1015], y UNE 71599-2:2010 [1045], que será anulada hasta llegar a la actual UNE-ISO 22301:2015 [1046].

El modelo de AENOR divide al área de gestión en dos campos, por un lado, los sistemas de gestión de servicios de TI y los sistemas de gestión de la seguridad de la información. Con la implantación de los sistemas de gestión de servicios de TI, UNE-

ISO/IEC 20000-1:2011 [1047], se alcanza la calidad en los servicios de las TIC considerando los objetivos de negocio, que se ve complementada con las buenas prácticas recogidas en la norma UNE-ISO/IEC 20000-2:2015 [1048]. Con la implantación de los sistemas de gestión de la seguridad de la información, UNE-ISO/IEC 27001:2007 [1049], anulada por la UNE-ISO/IEC 27001:2017 [1050], se logra gestionar los riesgos de los sistemas de información y, por tanto, la seguridad de los mismos, que se completa con el código de prácticas para los controles de seguridad de la información definidos en la norma UNE-ISO/IEC 27002:2017 [1051]. Esto conlleva minimizar los posibles riesgos de las TIC y devolver la calidad y confianza a los sistemas de información.

El segundo campo del área de gestión es en el que se agrupan las actividades de desarrollo de programas enfocado a la calidad del *software*: SPICE ISO 15504 [1044] y modelos de ciclo de vida ISO/IEC/IEEE 12207:2017 [759], UNE-ISO/IEC 19770-1:2008 [1052] e ISO/IEC 19770-1:2017 [1053]. Este modelo puede completarse con la serie de normas ISO/IEC/IEEE 29119 [1054-1058] sobre pruebas de *software*, con la familia de normas ISO/IEC 25000:2014 [1059] sobre calidad de productos *software* y los perfiles de ciclo de vida para pequeñas entidades ISO/IEC 29110:2016 [1060].

Figura 8.6. Partes constitutivas de ISO/IEC 15504. Fuente: [1044] (p. 16)

La serie de normas ISO/IEC 15504, conocida como normas SPICE, es un conjunto de normas internacional para establecer y mejorar la capacidad y madurez de los procesos de las organizaciones en la adquisición, suministro, desarrollo, operación, evolución y soporte de productos y servicios. Esta serie proporciona un marco de trabajo para la evaluación del proceso y establece los requisitos mínimos para realizar una evaluación que asegure la repetitividad y la consistencia de las valoraciones

obtenidas. Se estructuraba en diez partes, tal y como se muestra en la Figura 8.6. Sin embargo, desde 2015 a 2017 se han ido sustituyendo por las normas ISO/IEC 33000 [1032, 1061-1069], tal y como se refleja en la Figura 8.7.

Figura 8.7. ISO/IEC 15504 vs. ISO/IEC 33000. Fuente: https://goo.gl/XLh7b4

8.3. Descripción de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información

En el diseño del Plan de Estudios del Máster Universitario en Ingeniería Informática [437], en el que se participó como miembro de la Comisión Académica para el estudio de viabilidad y elaboración del título de Máster, nombrada a tal efecto por acuerdo de Consejo de Departamento de Informática y Automática de 13 de octubre de 2011, se reconoce la necesidad de que la labor profesional de un egresado de este máster universitario tenga competencias en dirección y gestión de empresas y proyectos informáticos, haciendo hincapié en la propia actividad directiva así como en los aspectos diferenciales respecto a otro tipo de proyectos en el ámbito empresarial. Para ello, se dedica un módulo de 12 ECTS a la *Dirección y Gestión*, que se reparten en dos asignaturas, *Creación de empresas de base tecnológica* (6 ECTS – impartida por el área de conocimiento de Organización de Empresas) y *Gobierno de Tecnologías de la Información* (6 ECTS – impartida por el área de conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial).

Concretamente, la asignatura *Gobierno de Tecnologías de la Información* busca cubrir los aspectos de gobernanza de las tecnologías, tópico que se considera esencial en la

propuesta conjunta de IEEE CS y de ACM del *Information Technology Curricula 2017* (IT2017) [679] (p. 50), aspectos no cubiertos en el Grado en Ingeniería Informática ni en el resto de asignaturas de este u otros másteres universitarios en la Universidad de Salamanca.

Desde su concepción, se quiso huir de una asignatura que se centrase fundamentalmente en los marcos normativos para el gobierno de las tecnologías. Al contrario, se buscaba que tuviera un enfoque completamente activo en el que se transmitiese la experiencia adquirida como gestor universitario responsable de toda la tecnología de la Universidad de Salamanca, como gestor de proyectos profesional y de investigación y como líder de un grupo de investigación interdisciplinar. Se eligió para ello una aproximación de aprendizaje-servicio [527, 1070].

Esta concepción no es la forma habitual de orientar la asignatura y se ha tomado como modelo a la asignatura *Dirección estratégica de las tecnologías de la información* (https://goo.gl/Gs3eu4) del Máster Universitario en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante impartida por el Dr. D. Faraón Llorens Largo [1003, 1004], con el que se comparte la visión de innovación docente y la experiencia en gestión como Vicerrector encargado del gobierno TI en la universidad.

De hecho, los principios de esta asignatura se basan en ocho mantras que se presentan el primer día de clase y se remarcan a lo largo de toda la asignatura [1002, 1071]:

Mantra 0. A partir de este momento ya no soy un estudiante de ingeniería informática sino el director de TI (CIO) de una organización para la que trabajo.

Mantra 1. Ya tengo suficientes conocimientos técnicos, así que ahora mi objetivo es prepararme en habilidades directivas y conocer mi organización, para hacer que las TI representen un valor que permita que mi organización tenga una ventaja competitiva.

Mantra 2. Como CIO debo salir del territorio conocido y cómodo del departamento TI y debo aliarme con las áreas funcionales para crear valor en la organización.

Mantra 3. Debo dirigir y planificar estratégicamente las TI de acuerdo a los objetivos perseguidos por la organización y, por tanto, la estrategia de TI debe estar alineada con la estrategia de la organización y al servicio de esta.

Mantra 4. Las TI son una realidad y una necesidad inexcusable, como instrumento de cambio y modernización, como posibilitadoras de hacer las cosas de otra forma, por lo que tienen un carácter estratégico y horizontal y, por tanto, deberían formar parte de la planificación global de la organización.

Mantra 5. Las principales responsabilidades relacionadas con la gobernanza de las TI deben recaer y ser apoyadas directamente por la más alta dirección.

Mantra 6. Las TI son una herramienta fundamental para la dirección y planificación estratégica de las organizaciones y el marco de la gestión de la información, ya no es tan solo una estructura de apoyo accesoria, sino que es la base esencial del rendimiento corporativo.

Mantra 7. La información es la clave no solamente para gestionar e interpretar el presente, sino sobre todo para construir el futuro del negocio.

Para realizar la descripción de esta asignatura se va a seguir un patrón basado en el propuesto en [903] y utilizado en el proyecto de innovación US14/04 [904].

8.3.1. Datos básicos

En la Tabla 8.1 se recogen los datos básicos de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información.

Tabla 8.1. Datos de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información

Asignatura	Gobierno de Tecnologías de la Información
Código de Asignatura	000302431
Titulación	Máster en Ingeniería Informática
Código de Titulación	4314452
Bloque formativo	Dirección y Gestión
Centro	Facultad de Ciencias
Código de Centro	37007912
Áreas de Conocimiento	Arquitectura y Tecnología de Computadores Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial Ingeniería de Sistemas y Automática Lenguajes y Sistemas Informáticos
Departamento	Informática y Automática
Curso de inicio	2014-2015
Curso actual	2017-2018
Carácter	Obligatorio
ECTS	6
Unidad temporal	Segundo semestre
Coordinador de la Asignatura	Dr. D. Francisco José García Peñalvo
Profesorado	Dr. D. Francisco José García Peñalvo

8.3.2. Objetivos de aprendizaje

Como se ha explicado anteriormente, esta es la asignatura dedicada a la gobernanza de las TI en todo el currículo de los diferentes títulos de Ingeniería en Informática que se imparten en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca.

Desde el punto de vista profesional, la asignatura se centra en que el ingeniero en informática, con un nivel de máster universitario o MECES 3, perciba que, aunque lo más probable es que no de forma inmediata tras su egreso, puede orientar su carrera profesional al gobierno de las TI de una organización, para lo que se va utilizar una perspectiva más práctica que teórica, sin dejar de lado, por supuesto, los conocimientos necesarios para entender este dominio profesional.

Concretamente, los objetivos de aprendizaje de la asignatura son:

- O1 Capacidad de realizar un plan estratégico TI para una organización.
- O2 Capacidad para gestionar la evolución y el cambio de las TI.
- O3 Conocer las principales habilidades directivas de un CIO (*Chief Information Officer*).
- O4 Capacidad para describir los principales estándares, marcos de trabajo, normas y guías de buenas prácticas para el Gobierno de las Tecnologías de la Información.

8.3.3. Competencias

En la Tabla 8.2 se recogen las competencias de la asignatura.

Tabla 8.2. Competencias de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información

Tipo	Código	Competencia
Básica	**CB6**	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
Básica	**CB7**	Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente
Básica	**CB8**	Los estudiantes serán capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
Básica	**CB9**	Los estudiantes sabrán comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
Básica	**CB10**	Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Tipo	Código	Competencia
General	**CG3**	Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares
General	**CG9**	Capacidad para comprender y aplicar la responsabilidad ética, la legislación y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero en Informática
General	**CG10**	Capacidad para aplicar los principios de la economía y de la gestión de recursos humanos y proyectos, así como la legislación, regulación y normalización de la informática
Específica Dirección y Gestión	**CE-DG1**	Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería Informática, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares
Específica Dirección y Gestión	**CE-DG2**	Capacidad para la planificación estratégica, elaboración, dirección, coordinación y gestión técnica y económica en los ámbitos de la Ingeniería Informática relacionados, entre otros con: sistemas, servicios, redes, infraestructuras o instalaciones informáticas y centros o factorías de desarrollo *software*, respetando el adecuado cumplimiento de los criterios de calidad y medioambientales y en entornos de trabajo multidisciplinares
Específica Dirección y Gestión	**CE-DG3**	Capacidad para la dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación
Específica Tecnologías Informáticas	**CE-TI1**	Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar y administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas, servicios y contenidos informáticos
Específica Tecnologías Informáticas	**CE-TI2**	Capacidad para comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de redes de nueva generación, los modelos de componentes, *software* intermediario y servicios
Específica Tecnologías Informáticas	**CE-TI5**	Capacidad para analizar las necesidades de la información que se plantean en un entorno y llevar a cabo en todas sus etapas el proceso de construcción de un sistema de información
Específica Tecnologías Informáticas	**CE-TI6**	Capacidad para diseñar y evaluar sistemas operativos y servidores, y aplicaciones y sistemas basados en computación distribuida

Las competencias genéricas y transversales son especialmente requeridas por los empleadores de los egresados del Máster Universitario en Ingeniería Informática, como se ha podido constatar recientemente al participar el 27 de febrero de 2018 en la reunión del profesorado y empleadores con el comité externo para la renovación de la acreditación de este Máster Universitario.

En el Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios (Edición Máster 2017) [151] se analizan 25 competencias genéricas, agrupadas en cuatro grandes grupos o dimensiones: *habilidades y actitudes*, *competencias sistémicas*, *competencias cognoscitivas y metodológicas* y *competencias interpersonales* (Tabla 8.3). Además, se incluye una variable para recoger, de forma agregada, las competencias específicas del máster.

Tabla 8.3. Competencias genéricas analizadas en el Barómetro de Empleabilidad y Empleo Universitarios (Edición Máster 2017). Fuente: [151] (p. 56)

Habilidades y actitudes	Competencias sistémicas	Competencias cognoscitivas y metodológicas	Competencias interpersonales
Habilidades en TIC	Capacidad de aprendizaje autónomo	Capacidad para la resolución de problemas	Capacidad para trabajar en equipo
Comunicación oral y escrita	Adaptabilidad a nuevas situaciones	Capacidad para tomar decisiones	Capacidad de trabajo en equipo interdisciplinar
Idiomas	Creatividad	Capacidad de análisis	Capacidad de trabajo en contexto diverso y multicultural
Organización	Innovación	Capacidad para gestionar la presión	Capacidad de trabajo en contexto internacional
Habilidades interpersonales	Motivación por la calidad		Capacidad para asumir responsabilidades
Compromiso ético en el trabajo	Iniciativa personal		Capacidad crítica
Sensibilidad en temas medioambientales y sociales	Autonomía e independencia		
	Liderazgo		

El estudio aborda tres perspectivas para la valoración de las competencias: el nivel de competencias requerido en el último empleo, el nivel que poseen en el momento de la encuesta y la contribución del máster en su adquisición.

Figura 8.8. Valoración del nivel de competencias requerido en el último empleo, por dimensiones. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 57)

En relación al nivel de competencias requerido en el último empleo, las competencias genéricas más requeridas son las cognoscitivas y metodológicas (ver Figura 8.8). Entre las competencias analizadas, las tres más requeridas en el empleo son la "capacidad para la resolución de problemas", la "adaptabilidad a nuevas situaciones" y la "capacidad para gestionar la presión", mientras que las tres menos requeridas son el "dominio de las competencias específicas del máster", la "capacidad de trabajo en

contexto internacional" y la "comunicación oral y escrita en otros idiomas" (ver Figura 8.9).

Figura 8.9. Valoración del nivel de competencias genéricas requerido en el último empleo. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 58)

Si este mismo análisis se hace desde el prisma de la rama de Ingeniería y Arquitectura, las dos primeras no cambian, pero la tercera es la "capacidad de análisis", mientras que la "capacidad para gestionar la presión" pasa del tercer al quinto lugar. Por su parte, las tres que se consideran menos requeridas son la "comunicación oral y escrita en otros idiomas", el "dominio de las competencias específicas del máster" y la "sensibilidad por temas medioambientales y sociales" (ver Figura 8.10).

Figura 8.10. Valoración del nivel de competencias genéricas requerido en el último empleo. Rama de Ingeniería y Arquitectura. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 60)

Cuando se pregunta por el nivel de competencias que tienen los egresados en la actualidad, las competencias interpersonales son las que aparecen en primer lugar (ver Figura 8.11). Las tres que poseen las personas tituladas en mayor medida son el "compromiso ético en el trabajo", la "capacidad para asumir responsabilidades" y la "autonomía e independencia", mientras las que menos son la "capacidad de trabajo en contexto internacional", el "dominio de las competencias específicas del máster" y la "comunicación oral y escrita en otros idiomas" (ver Figura 8.12). Si este mismo análisis se hace desde el prisma de la rama de Ingeniería y Arquitectura, las tres que más dicen tener son el "compromiso ético en el trabajo", la "capacidad del trabajo autónomo" y la "capacidad para trabajar en equipo", siendo las tres que menos "Liderazgo", el "dominio de las competencias específicas del máster" y la "comunicación oral y escrita en otros idiomas" (ver Figura 8.13), aunque en todos los casos con una puntuación mayor que en términos generales.

Figura 8.11. Valoración del nivel de competencias que poseen los egresados, por dimensiones. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 62)

Figura 8.12. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 63)

Figura 8.13. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados. Rama de Ingeniería y Arquitectura. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 65)

Los participantes en el Barómetro expresan que su nivel de competencias es, según su opinión, superior al que requieren en sus empleos, aunque los desajustes son pequeños, correspondiendo el mayor a las competencias interpersonales (ver Figura 8.14).

Figura 8.14. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados y el requerido en el último empleo, por dimensiones. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 67)

En la Figura 8.15 se presenta esta comparativa, pero teniendo en cuenta las competencias analizadas y lo mismo, pero solo para la rama de Ingeniería y Arquitectura, se presenta en la Figura 8.16.

Figura 8.15. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados y el requerido en el último empleo. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: https://goo.gl/yR28GP

Figura 8.16. Valoración del nivel de competencias genéricas que poseen los egresados y el requerido en el último empleo. Rama de Ingeniería y Arquitectura. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: https://goo.gl/yR28GP

Por último, se estudia la valoración de los egresados sobre el grado de contribución del máster universitario a la adquisición de competencias, que son, en general, positivas, aunque no demasiado elevadas. Por grupos de competencias, los egresados consideran que en las habilidades y actitudes la aportación del máster ha sido insuficiente (ver Figura 8.17). En el resto de grupos la valoración es positiva. Entre las competencias analizadas en este Barómetro, aquellas en las que la contribución de la universidad ha sido, en opinión de los titulados del máster, mayor, son la "capacidad de aprendizaje autónomo", la "capacidad de análisis" y el "dominio de las competencias específicas del máster". Las competencias en las que la contribución de la universidad ha sido menor, son las "habilidades en TIC" (seguramente influye en que en el nivel de máster estas se den por adquiridas), la "sensibilidad por temas medioambientales y sociales", la "capacidad de trabajo en contexto internacional" y el "comunicación oral y escrita en otros idiomas". En general, las competencias más relevantes en el mercado de trabajo son también relevantes en la universidad, por ejemplo, la "capacidad de aprendizaje autónomo" y la "capacidad para la resolución de problemas" (ver Figura 8.18). Para terminar con los datos de este Barómetro sobre las competencias genéricas en los másteres, en la Figura 8.19 se presenta esta valoración, pero solo para el caso de la rama de Ingeniería y Arquitectura.

Figura 8.17. Valoración de la contribución de la Universidad en la adquisición de competencias, por dimensiones. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 73)

Figura 8.18. Valoración de la contribución de la Universidad en la adquisición de competencias. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 74)

Figura 8.19. Valoración de la contribución de la Universidad en la adquisición de competencias. Rama de Ingeniería y Arquitectura. Escala: 1 (nivel muy bajo) - 7 (nivel muy alto). Fuente: [151] (p. 76)

Los datos del Barómetro de Empleabilidad y Empleo Universitarios y la opinión de los empleadores no son más que dos casos que ahondan en la necesidad de potenciar estas competencias en los estudios de máster. En la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información se tiene muy presente y el enfoque aprendizaje-servicio va a dar un marco idóneo para desarrollarlas.

8.3.4. Organización de las sesiones de clase

Como se ha venido comentando, el foco de esta asignatura no está en los conocimientos teóricos sino en la aplicación práctica de los mismos. Se va a buscar desde la primera clase que los estudiantes cambien su rol y se conviertan en componentes de un equipo que tiene que acometer un servicio en el tiempo que dura la asignatura y rendir cuenta de sus avances a un responsable superior (el profesor) y organizarse en sesiones de trabajo colaborativas.

Es por ello que la organización de las clases minimizará el tiempo de exposición teórica en pro de las sesiones de trabajo colaborativo, a la vez que se potencian las habilidades directivas: liderazgo, creatividad, resolución de conflictos, trabajo en equipo, expresión oral y escrita, etc.

Toda la asignatura se organiza en cuatro ámbitos, que se presentan en la Figura 8.20 para introducir un código color y así poder localizarlos fácilmente en las siguientes figuras:

- Prospectiva tecnológica.
- Habilidades directivas.
- Planificación estratégica.
- Gobierno de las TI.

Figura 8.20. Ámbitos en los que se organiza la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Cada color representará un ámbito de la asignatura. Fuente: [1002] (p. 24)

Con la organización en estos ámbitos y tomando como referencia profesional el rol del CIO, en la Figura 8.21 se tiene el mapa de contenidos que se abordan en la asignatura.

Figura 8.21. Mapa de contenidos la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 25)

Las actividades que se desarrollan en la asignatura se clasifican en (ver Figura 8.22):

- *Lecciones.* Serán las clases de conceptos teóricos con una base de lección magistral. En un esquema presencial se han programado seis lecciones de duración (máxima) de dos horas cada una.
- *Talleres.* Se utiliza el formato taller para dar una aproximación más práctica a alguno de los temas. En un esquema presencial se han programado dos talleres de duración (máxima) de dos horas cada uno.
- *Debates/exposiciones.* En un enfoque activo el debate es continuo en las lecciones, en los talleres y en las sesiones de trabajo colaborativo. Se han programado cuatro debates, cada uno de ellos representando a un ámbito, pero se dan de forma transversal durante toda la asignatura.
- *Entregables.* La realización de las tareas se organiza como los entregables de un proyecto.

Figura 8.22. Tipos de actividades de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Cada icono representa un tipo de actividad en los diferentes ámbitos de la asignatura. Fuente: [1002] (p. 26)

Ya de forma específica, las seis lecciones o sesiones de teoría se recogen en la Figura 8.23; los dos talleres y los cuatro debates en la Figura 8.24; y los entregables en la Figura 8.25.

Figura 8.23. Lecciones de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 27)

Figura 8.24. Talleres y debates de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 28)

E1 *Plan Estratégico TI de la organización X (con resumen ejecutivo y presentación)*

E1.1 *Plan de proyecto*

E1.2 *Guión de las entrevistas*

E1.3 *DAFO de la organización X*

E1.4 *Mapa conceptual del Plan Estratégico*

E2 *Memoria proyecto "tiempo creativo" y presentación en formato pecha-kucha*

Figura 8.25. Entregables de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 29)

Combinando el mapa de contenidos de la Figura 8.21 con las actividades propuestas, se obtendría el mapa de actividades de la asignatura, tal y como se muestra en la Figura 8.26.

Figura 8.26. Mapa de actividades de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Fuente: [1002] (p. 39)

Como ejemplo de una planificación temporal de las actividades de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información, en la Tabla 8.4 se recoge la planificación real que se desarrolló en el curso 2016-2017, incluyendo todos los cambios debidos a festivos, imprevistos, cambios de planificación para ajustar el desarrollo de las clases a la realización del plan estratégico TI. Además, es interesante destacar como se utilizan diferentes espacios, un aula de clase de teoría normal para el desarrollo de las lecciones y trabajo autónomo, mientras que se utiliza la Sala de Juntas de la Facultad para simular mejor el entorno de las reuniones de trabajo colaborativo.

Tabla 8.4. Planificación temporal de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información en el curso 2016-2017

Semana	Día	Lugar	Actividad
1	14/2/17	Sala de Juntas	Presentación de la asignatura
1	15/2/17	Aula D2	L1
2	21/2/17	Sala de Juntas	Presentación Trabajo, Arranque del proyecto, Borrador del E1.1, Primeras tomas de decisiones
2	22/2/17	Aula D2	L2
3	28/2/17	Sala de Juntas	Plan Estratégico
3	1/3/17	Aula D2	L3
4	7/3/17	Aula SUN	Tiempo para proyecto creativo
4	8/3/17	Aula D2	Tiempo para proyecto creativo
5	14/3/17	Sala de Juntas	Plan estratégico
5	15/3/17	Aula D2	L4
6	21/3/17	Sala de Juntas	Plan estratégico / Taller 1
6	22/3/17	Aula D2	L5
7	28/3/17	Sala de Juntas	Plan estratégico
7	29/3/17	Aula D2	L6 / Taller 2
8	4/4/17	Sala de Juntas	Plan Estratégico
8	5/4/17	Aula D2	Tiempo para proyecto creativo
9	18/4/17	Sala de Juntas	Tiempo para el desarrollo de tareas
9	19/4/17	Aula D2	Tiempo para el desarrollo de tareas
10	25/4/17	Sala de Juntas	Plan Estratégico
10	26/4/17	Aula D2	Plan Estratégico
11	2/5/17	Sala de Juntas	Plan Estratégico
11	3/5/17	Aula D2	Tiempo para proyecto creativo
12	9/5/17	Sala de Juntas	Plan Estratégico
12	10/5/17	Aula D2	Tiempo para el desarrollo de tareas / Entrega de los proyectos creativos
13	16/5/17	Sala de Juntas	Presentación de los proyectos creativos
13	17/5/17	Aula D2	Tiempo para el desarrollo de tareas
14	23/5/17	Sala de Juntas	Plan Estratégico
14	24/5/17	Aula D2	Tiempo para el desarrollo de tareas
15	30/5/17		Entrega del Plan Estratégico

Obviamente, en el presente curso (2017-2018), al pasarse a una modalidad semipresencial, se debe variar la organización de las sesiones. En la modalidad semipresencial se tienen cuatro sesiones presenciales de cuatro horas de duración cada una (más una sesión extra de unos 45 minutos). No se renuncia en absoluto a la filosofía de aprendizaje-servicio y a los métodos activos. Las sesiones se organizan de la siguiente manera:

- Sesión 1: Presentación de la asignatura; Presentación del trabajo; Visión global de la asignatura.
- Sesión 2: Planificación temporal del trabajo; Calendario de entrevistas; Debates sobre los ámbitos de la asignatura.
- Sesión 3: Trabajo sobre el DAFO.
- Sesión 4: Presentaciones de los trabajos creativos. Ultimar plan estratégico.
- Sesión Extra: Presentación del plan estratégico a los responsables de la organización elegida.

En la planificación semipresencial, el campus virtual servirá para el desarrollo de los debates y el taller del modelo GTI4U. También se harán los seguimientos del trabajo y se programará alguna videoconferencia grupal para facilitar la interacción cuando los foros del campus virtual no sean efectivos.

8.3.5. Temario (Lecciones)

El temario de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información, que se corresponde con lo que se han denominado lecciones, se compone de seis entradas, que están accesibles en el espacio de la asignatura en el campus virtual institucional, Studium, de la Universidad de Salamanca (ver Figura 8.27):

Lección 1 R-evolución Tecnológica.

Lección 2 Habilidades directivas y gestión del cambio.

Lección 3 Dirección estratégica.

Lección 4 Gobierno de las tecnologías de la información.

Lección 5 El director de TI (CIO).

Lección 6 La cartera de proyectos.

Figura 8.27. Captura del campus virtual del bloque con las lecciones de la asignatura Gobierno de Tecnologías

8.3.5.1. Lección 1 – R-evolución Tecnológica

Resumen

Esta lección se ubica, y es la única, en el ámbito de la prospectiva tecnológica. El gobierno de las TI requiere el control de la evolución tecnológica dentro de la organización. Una organización excelente, dentro de un entorno de cambio y competencia, es aquella que logra anticiparse al futuro y no solo la que sigue un comportamiento adaptativo. La digitalización de una organización no es un objetivo en sí mismo, sino que supone un proceso de transformación que va a exigir cambios y adaptaciones, sabiendo, además, que la resistencia al cambio es uno de los problemas con los que debe lidiar cualquier CIO o director de informática. Para planificar una implantación de TI en cualquier organización, el responsable de ello debe conocer muy bien las tendencias tecnológicas, las fases por las que pasa el ciclo de vida de cualquier innovación tecnológica y las fases de adopción de una innovación en las organizaciones. Como ejemplo, tomando el ejemplo del sector educativo que va a ser una constante en la asignatura, se cierra el tema con el debate sobre qué tecnologías no deberían verse ignoradas por ningún CIO educativo, tomando como inicio base para este debate lo presentada en [1072, 1073].

Descriptores

Digitalización; ecosistemas tecnológicos; innovación tecnológica; modelo de difusión tecnológica; adopción tecnológica; *hype cycles*; prospectiva tecnológica.

Competencias

CB6; CB10; CE-DG1; CE-TI2; CE-TI15; CE-TI16.

Contenidos

6. El mundo digital.
7. Curvas de lo digital.
8. Prospectiva tecnológica.
9. Leyes de lo digital.

Recursos

Recursos docentes:

- R-evolución Tecnológica [1074].

Bibliografía[21]*:*

1. G. Bell, "Bell's law for the birth and death of computer classes," *Communications of the ACM,* vol. 51, no. 1, pp. 86-94, 2008. doi: 10.1145/1327452.1327453 [1075].
2. G. Bell, "Moore's Law evolved the PC industry; Bell's Law disrupted it with players, phones, and tablets: New Platforms, tools, and sevices," Microsoft Research, San Francisco, CA, USA, Technical Report, MSR-TR-2014-2, 2014. Disponible en: https://goo.gl/2eJPbZ [1076].
3. M. Castells, *La Galaxia Internet*. Barcelona, España: Areté, 2001 [1077].
4. A. Cornellá, *Infoxicación: Buscando un orden en la información*, 2ª ed. (Libros Infonomía, no. 39). Barcelona, España: Zero Factory S.L., 2010. Disponible en: https://goo.gl/24WuXG [1078].
5. J. J. Fernández García, *Más allá de Google* (Libros Infonomía, no. 38). Barcelona, España: Zero Factory, S. L., 2008. Disponible en: https://goo.gl/2Qm4kT [1079].
6. R. H. Frank y P. J. Cook, *The winner-take-all society: Why the few at the top get so much more than the rest of us*. New York, NY, USA: Penguin Books, 1996 [1080].
7. T. L. Friedman, *La tierra es plana. Breve historia del mundo globalizado del siglo XXI*. Madrid, España: Ediciones Martínez Roca, 2006 [1081, 1082].
8. A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems," *Science of Computer Programming,* vol. 129, pp. 20-34, 2016. doi: 10.1016/j.scico.2016.03.010 [1083].
9. F. J. García-Peñalvo, "Ecosistemas tecnológicos universitarios," en *UNIVERSITIC 2017. Análisis de las TIC en las Universidades Españolas*, J. Gómez, Ed. pp. 164-170, Madrid, España: Crue Universidades Españolas, 2018 [609].
10. M. Krogerus y R. Tschäppeler, *El pequeño libro de las grandes decisiones: 50 modelos para el pensamiento estratégico*. Boadilla del Monte, Madrid, España: Alienta Editorial, 2011 [1084].
11. R. Kurzweil, *How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed*. London: Penguin Books, 2012 [1085].

[21] En esta asignatura las lecturas recomendadas se derivan de la propia bibliografía.

12. P. Lévy, *Inteligencia colectiva. Por una antropología del ciberespacio*. Washington, DC, USA: Organización Panamericana de la Salud, 2004. Disponible en: https://goo.gl/PjgDor [1086, 1087].
13. J. Maeda, *Las leyes de la simplicidad. Diseño, tecnología, negocios, vida* (Libertad y cambio). Barcelona, España: Gedisa, 2006 [1088].
14. C. Magro, J. Salvatella, M. Álvarez, O. Herrero, A. Paredes y G. Vélez, *Cultura digital y transformaciones de las organizaciones. 8 competencias digitales para el éxito profesional*, Barcelona, España: RocaSalvatella, 2014. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/PUfx4y [1089].
15. N. Negroponte, *El mundo digital*. Barcelona, España: Ediciones B, 1995 [1090, 1091].
16. G. Smallberg, "Los sesgos son el olfato que nos advierte del meollo de las cosas," en *Este libro le hará más inteligente: Nuevos conceptos científicos para mejorar su pensamiento*, J. Brockman, Ed. Transiciones, pp. 91-93, Barcelona, España: Paidós, 2012 [1092].
17. M. Stevenson, *Un viaje optimista por el futuro*, 2ª ed. Barcelona: Galaxia Gutenberg, 2011 [165].
18. N. N. Taleb y A. S. Mosquera, *El cisne negro: El impacto de lo altamente improbable*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica, 2008 [1093].
19. D. J. Watts, *Six Degrees: The Science of a Connected Age*. New York, NY, USA: W. W. Norton & Company, Inc., 2004 [1094].

8.3.5.2. Lección 2 – Habilidades directivas y gestión del cambio

Resumen

Esta lección se ubica, y es la única, en el ámbito de las habilidades directivas. En esta lección se aborda la respuesta a la pregunta ¿qué habilidades directivas debe tener un CIO? Para ello se desarrollan las que forman la nube de palabras representada en la Figura 8.28.

Figura 8.28. Habilidades directivas de un CIO. Fuente: [1095] (p. 3)

Descriptores

Habilidades directivas; negociación; creatividad; delegación de tareas; gestión de tiempo; gestión de equipos; resolución de conflictos; inteligencia emocional; liderazgo; gestión del cambio.

Competencias

CB6; CB9; CB10; CG3; CG9; CG10; CE-DG2; CE-DG3.

Contenidos

1. Habilidades directivas.
2. Negociación.
3. Creatividad.
4. Delegación de tareas.
5. Gestión de tiempo.
6. Gestión de equipos.
7. Resolución de conflictos.
8. Inteligencia emocional.
9. Liderazgo.
10. Gestión del cambio.

Recursos

Recursos docentes:

- Habilidades directivas y gestión del cambio [1095].

Bibliografía:

1. A. J. Acosta, N. Fernández Pérez y M. Mollón Matías, *Recursos humanos en empresas de turismo y hostelería*. Madrid: Pearson Alhambra, 2008 [1096].
2. N. M. Barlow, *Re-think. Piensa diferente*. Barcelona, España: Alienta Editorial, 2007 [1097].
3. T. Bates, *Cómo gestionar el cambio tecnológico: Estrategias para los responsables de centros universitarios* (Biblioteca de educación. Nuevas tecnologías, no. 6). Barcelona, España: Gedisa, 2001 [1098].
4. K. Blanchard, P. Zigarmi y D. Zigarmi, *Leadership and the one minute manager: Increasing effectiveness through situational leadership* (The One Minute Manager). New York, NY, USA: William Morrow and Company, Inc., 1996 [1099].
5. J. Dyer, H. Gregersen y C. M. Christensen, *The Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators*. Boston, Massachusetts, USA: Harvard Business Review Press, 2011 [1100].
6. P. Hersey, K. H. Blanchard y D. E. Johnson, *Management of Organizational Behavior*, 10th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2012 [1101].
7. J. C. Hunter, *La paradoja. Un relato sobre la verdadera esencia del liderazgo*, 8ª ed. Madrid, España: Empresa Activa, 2013 [1102].
8. IBM, "Capitalizing on complexity. Insights from the Global Chief Executive Officer Study," IBM Global Business Services, Somers, NY, USA, GBE03297-USEN-00, 2010. Disponible en: https://goo.gl/avJZzY [1103].
9. S. Johnson, *¿Quién se ha llevado mi queso? Cómo adaptarnos a un mundo en constante cambio*, 53ª ed. (Narrativa empresarial). Madrid, España: Empresa Activa, 2000 [1104, 1105].
10. M. Krogerus y R. Tschäppeler, *El pequeño libro de las grandes decisiones: 50 modelos para el pensamiento estratégico*. Boadilla del Monte, Madrid, España: Alienta Editorial, 2011 [1084].
11. J. Mateo, *Cuentos que mi jefe nunca me contó*, 4ª ed. (Aula maestra). Madrid, España: LID Editorial Empresarial, 2011 [1106].

12. W. Poundstone, *El dilema del prisionero: John von Neumann, la teoría de juegos y la bomba* (Ciencia y técnica. Matemáticas, no. 2200). Madrid, España: Alianza Editorial, 2005 [1107].
13. K. Robinson, *El elemento: Descubrir tu pasión lo cambia todo*. Barcelona, España: Conecta, 2012 [1108].
14. M. Stevenson, *Un viaje optimista por el futuro*, 2ª ed. Barcelona: Galaxia Gutenberg, 2011 [165].

8.3.5.3. Lección 3 – Dirección estratégica

Resumen

Esta lección se ubica, y es la única, en el ámbito de la planificación estratégica. En esta lección se van a sentar las bases de la planificación estratégica, es decir, de cómo desarrollar un plan estratégico sectorial de tecnologías de la información. Se va a definir el proceso a seguir, con especial atención a los fundamentos de cómo realizar un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) y un análisis CAME.

Descriptores

Planificación estratégica; Plan estratégico; DAFO; CAME.

Competencias

CB7; CB8; CB9; CB10; CG3; CG9; CG10; CE-DG2.

Contenidos

1. Dirección estratégica y calidad total.
2. Planificación estratégica.
3. El plan estratégico.
4. Análisis DAFO.
5. Análisis CAME.
6. Gestión del conocimiento digital.
7. Inteligencia de negocio.
8. Herramientas para la explotación de la información.
9. Visualización de la información.

Recursos

Recursos docentes:

- Dirección estratégica [1109].

Bibliografía:

1. J. Cortadellas y A. Jorge, *La mejor universidad del mundo. Claves para la imprescindible y urgente reconversión de las universidades*. Barcelona, España: Profit Editorial, 2012 [1110].
2. J. Davis, G. J. Miller y A. Russell, *La revolución de la información. Cómo utilizar el modelo de evolución de la información para que su empresa crezca*. Barcelona, España: Bresca Profit, 2008 [1111].
3. F. J. García-Peñalvo, "Gestión del conocimiento digital," presentado en Máster Internacional de Gestión Universitaria (MIGU). 6ª Edición (Edición Latinoamericana) (12 de julio de 2012), Salamanca, España, 2012. Disponible: https://goo.gl/bLp2pA [388].
4. M. Krogerus y R. Tschäppeler, *El pequeño libro de las grandes decisiones: 50 modelos para el pensamiento estratégico*. Boadilla del Monte, Madrid, España: Alienta Editorial, 2011 [1084].
5. D. McCandless, *La información es bella* (No ficción 2 general). Barcelona, España: RBA Integral, 2010 [1112].
6. I. Nonaka y H. Takeuchi, *The knowledge creating company*. New York, NY: Oxford University Press, 1995 [1113].
7. Oficina de Cooperación Universitaria, *Libro Blanco Inteligencia Institucional en Universidades*. Madrid, España: OCU (Oficina de Cooperación Universitaria), 2013 [1114].
8. F. Trías de Bes Mingot y Á. Rovira Celma, *La buena suerte. Claves de la prosperidad* (Narrativa empresarial). Madrid, España: Empresa Activa, 2004 [1115].

8.3.5.4. Lección 4 – Gobierno de las tecnologías de la información

Resumen

Esta lección es la primera de las tres lecciones que se ubican el ámbito del gobierno de las TI. En esta lección se dan los fundamentos del gobierno de las tecnologías de la

información. Además de las definiciones y conceptos básicos, este tema introduce los marcos y normas para el gobierno y la gestión de las tecnologías.

Descriptores

Planificación estratégica; Plan estratégico; DAFO; CAME.

Competencias

CB6; CB10; CG9; CG10; CE-DG1; CE-DG3.

Contenidos

1. La importancia de las Tecnologías de la Información para una organización.
2. Gobierno de las TI.
3. La norma ISO/IEC 38500.
4. Otros modelos de referencia para el Gobierno de las TI.

Recursos

Recursos docentes:

- Gobierno de las tecnologías de la información [1020].

Bibliografía:

1. A. Bosch Pujol y E. Laborde Malo de Molina. (2011). *Modelo IT Governance/IT Security en Ámbitos Educativos*. Disponible en: https://goo.gl/4HGRJ5 [1116].
2. A. Fernández Martínez y F. Llorens Largo Eds., "Gobierno de las tecnologías de la información para universidades." Madrid: Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, 2012. Disponible en: https://goo.gl/vqMeed [1117].
3. C. M. Fernández Sánchez y M. G. Piattini Velthuis Eds., "Modelo para el gobierno de las TIC basado en las normas ISO." Madrid: AENOR, 2012 [1001].
4. IT Governance Institute, *Board Briefing on IT Governance*, 2nd ed. Rolling Meadows, IL, USA: IT Governance Institute, 2003 [1007].
5. IT Governance Institute, *IT Governance Global Status Report—2008*. Rolling Meadows, IL, USA: IT Governance Institute, 2008 [1118].
6. A. H. Maslow, "A Theory of Human Motivation," *Psychological Review*, vol. 50, pp. 370-396, 1943. doi: 10.1037/h0054346. Disponible en: https://goo.gl/Y6zL1U [1119].
7. J. A. Ojeda, "Un marco integrado para el gobierno de TI," Fujitsu Services Limited 2008 [1013].

8. M. Toomey, *Bailando el vals con el elefante. Una guía exhaustiva para la dirección y el control de la tecnología de la información*. Victoria, Australia: Infonomics Pty Ltd., 2012 [1022, 1120].
9. W. Van Grembergen, "Introduction to the minitrack "IT governance and its mechanisms" HICSS 2002," en *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2002 (10-10 January 2002, Big Island, HI, USA)* p. 3097, USA: IEEE, 2002. doi: 10.1109/HICSS.2002.994349 [1008].
10. W. Van Grembergen y S. De Haes, *Enterprise Governance of IT: Achieving strategic aligment and value*. New York, NY, USA: Springer, 2009. doi: 10.1007/978-0-387-84882-2 [1121].
11. W. Van Grembergen, S. De Haes y E. Guldentops, "Structures, Processes and Relational Mechanisms for IT Governance," en *Strategies for Information Technology Governance*, W. Van Grembergen, Ed. pp. 1-36, Hershey, PA, USA: Idea Group Publishing, 2004. doi: 10.4018/978-1-59140-140-7.ch001 [1009].
12. P. Weill y J. W. Ross, "IT Governance on one page," Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA, MIT Sloan Working Paper, 4517-04, 2004. Disponible en: https://goo.gl/q5PJdE. doi: 10.2139/ssrn.664612 [1122].

8.3.5.5. Lección 5 – El director de TI (CIO)

Resumen

Esta lección es la segunda de las tres lecciones que se ubican el ámbito del gobierno de las TI. Se centra en la figura del director de TI o CIO y en las responsabilidades que tiene en la dirección de las TI.

Descriptores

CIO; perfiles de un CIO; externalización.

Competencias

CB6; CG3; CG9; CG10; CE-DG2; CE-DG3; CE-TI2; CE-TI15.

Contenidos

1. Introducción.
2. Responsabilidades relacionadas con la dirección de las TI.
3. El director de TI (CIO – *Chief Information Officer*).

4. Externalización de los servicios TI.

Recursos

Recursos docentes:

- El director de TI (CIO) [1123].

Bibliografía:

1. R. Contreras, "El CIO asumirá nuevos roles que le vinculan más a la estrategia de negocio," *Computing*, Madrid, España: BPS Business Publications, 2013, Disponible en: https://goo.gl/A4WCPz [1124].
2. B. Egner. (2013). Bridging the gap: The new relationship between CIOs & CMOs. En: *DMNotes*. Disponible en: https://goo.gl/WizZMw [1125].
3. D. Ertel, "Turning negotiation into a corporate capability," *Harvard Business Review*, vol. 77, no. 3, pp. 55-60, 62-70, 213, 1999. Disponible en: https://goo.gl/mAqHXY [1126].
4. EY, *The DNA of the CIO. Opening the door to the C-suite*, UK: Ernst & Young, 2014. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/Dgrgj3 [1127].
5. Forrester Consulting, "Bridging the gap between technology and business needs. The changing role of the CIO," Forrester Consulting, Cambridge, MA, USA, 2013. Disponible en: https://goo.gl/hfCXXb [1128].
6. IBM, "The IBM Global CIO Study 2011. Cuando el CIO es "esencial"," en "CIO C-suite Studies," IBM España, Madrid, España, CIE03073-ESES-02, 2011. Disponible en: https://goo.gl/RsyswK [1129].
7. IBM, "IBM Global CEO Study 2012. Liderar en un mundo hiperconectado," en "CEO C-suite Studies," IBM España, Madrid, España, GBE03485-ESES-00, 2012. Disponible en: https://goo.gl/Vmes5a [1130].
8. D. Roberts y B. P. Watson Eds., "Confessions of a successful CIO: How the best CIOs tackle their toughest business challenges," The Wiley CIO series. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2014. doi: 10.1002/9781119204930 [1131].
9. S. Sieber, J. Valor y V. Porta, "La externalización de los Servicios de TIC y el Business Process Outsourcing (BPO)," en "IESE Ocassional Paper," IESE Business School - Universidad de Navarra, Barcelona, España, OP 08/2, 2007. Disponible en: https://goo.gl/DhHHNq [1132].

8.3.5.6. Lección 6 – La cartera de proyectos

Resumen

Esta lección es la última de las ubicadas en el ámbito del gobierno de las TI. Se centra en definir qué es una cartera de proyectos y cómo se gestiona.

Descriptores

Gobierno TI; Cartera de proyectos TI.

Competencias

CB6; CB10; CG10; CE-DG2.

Contenidos

1. Cartera de proyectos TI.
2. Implantación de una cartera de proyectos TI.
3. Agentes implicados en la cartera de proyectos TI.

Recursos

Recursos docentes:

- La cartera de proyectos [1133].

Bibliografía:

1. A. Fernández Martínez, "Modelo de Gobierno de las TI para Universidades (GTI4U)," en *Gobierno de las TI para universidades*, A. Fernández Martínez y F. Llorens-Largo, Eds. pp. 145-159, Madrid, España: Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, 2012 [1134].
2. A. Fernández Martínez. (2016). *Impulsando el gobierno de las TI mediante una cartera de proyectos de las TI*. Disponible en: https://goo.gl/PNpcgQ [1135].

8.3.6. Talleres

Los talleres tienen el cometido de dedicar una sesión monográfica a un aspecto concreto del temario. Se tienen programados dos talleres, el primero de carácter más aplicado dedicado al análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) y el segundo para cerrar el bloque de Gobierno TI de la asignatura con la presentación de un caso de estudio sobre un marco de referencia de gobierno TI

para las universidades, de forma que con este segundo taller se tiene el objetivo de acercar más a la realidad este bloque porque es el que se imparte de una forma más teórica.

8.3.6.1. Taller sobre el análisis DAFO

Este es el primero de los talleres que se tienen organizados en la asignatura y está ligado al ámbito o bloque de planificación estratégica. Se organiza después de haber introducido los contenidos teóricos sobre qué es un DAFO y su análisis y los estudiantes han realizado el DAFO del plan estratégico que están desarrollando. En una sesión monográfica se va haciendo el análisis de cada dimensión del DAFO, dimensiones que se corresponden con los ejes estratégicos identificados. De esta manera, se consigue que se prioricen los objetivos operacionales y las acciones asociadas para definir un plan estratégico realista en un plano temporal de unos dos o tres años, que se considera adecuado para un plan estratégico TI.

Para llevar a cabo este análisis se sigue la rúbrica que presenta en la Figura 8.29 y en la Figura 8.30.

Este taller es crucial para el desarrollo del plan estratégico TI. No existe una obligación de cómo repartirse el trabajo, el jefe de proyecto puede asignar tareas en función de la composición del equipo, aunque lo más habitual es que haya una organización del equipo de trabajo en función de los ejes estratégicos identificados y cada grupo se encargue de realizar el DAFO del eje estratégico. Sin embargo, en este taller cada grupo expone y defiende su DAFO y al final habrá una votación de todos los miembros del equipo, no solo de los participantes en el DAFO específico del eje, para determinar el peso de cruce entre cada uno de los ítems identificados (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) como la media aritmética de todas las puntuaciones recibidas y, de esta manera, decidir qué estrategia (ofensiva, defensiva, adaptativa o de supervivencia) o combinación de ellas se decide para cada eje, que se verá expresada en objetivos estratégicos, objetivos operacionales y acciones.

Este taller tiene asociadas las siguientes competencias: CB7; CB8; CB9; CG3; CE-DG2; CE-DG3; CE-TI2; CE-TI15; CE-TI16.

Gobierno de Tecnologías de la Información
Máster Universitario en Ingeniería Informática
Facultad de Ciencias
Universidad de Salamanca

Francisco José García Peñalvo
Departamento de Informática y Automática
Curso 20XX/20XX

Plan Estratégico TI del _____

Análisis DAFO

Realizar por eje estratégico

Fortalezas:

- F1:
- F2:
- F3:
- F4:

Debilidades:

- D1:
- D2:
- D3:
- D4:

Oportunidades:

- O1:
- O2:
- O3:
- O4:

Amenazas:

- A1:
- A2:
- A3:
- A4:

Plan Estratégico TI _____ Análisis DAFO – Página 1 de 2

Figura 8.29. Rúbrica para el análisis DAFO (página 1 de 2)

Gobierno de Tecnologías de la Información

Cruce matriz DAFO:

- **Estrategia Ofensiva**: ¿Si se potencia esta Fortaleza se podrá aprovechar mejor esta Oportunidad?
- **Estrategia Defensiva**: ¿Si se potencia esta Fortaleza se podrá defenderse mejor de los efectos de esta Amenaza?
- **Estrategia Adaptativa**: ¿Si se supera esta Debilidad se podrá aprovechar mejor esta Oportunidad?
- **Estrategia de supervivencia**: ¿Si se supera esta Debilidad se podrá defenderse mejor de los efectos de esta Amenaza?

Poner un valor entre 0 (nada) y 5 (totalmente)

	O1	O2	O3	O4		A1	A2	A3	A4		
F1											
F2											
F3											
F4											
D1											
D2											
D3											
D4											

Problema Estratégico General:

Solución Estratégica General:

Análisis DAFO Página 2 de 2

Figura 8.30. Rúbrica para el análisis DAFO (página 2 de 2)

8.3.6.2. Taller sobre el marco de referencia GTI4U

Este segundo y último taller de la asignatura se ubica en el ámbito o bloque temático del gobierno TI y se planifica temporalmente después de haber impartido las tres lecciones de este bloque y, con ello, haber terminado las clases de contenido teórico. Tiene como principal objetivo acercar a los estudiantes a la realidad del gobierno TI

con un caso real y de un dominio conocido por todos como es la Universidad. Por ello se ha elegido el modelo GTI4U [1134], desarrollado por un grupo de investigadores españoles para la Conferencia de Rectores Españoles (CRUE).

Las universidades españolas, al igual que cualquier otra organización, necesitan implantar sistemas de gobierno de sus TI si desean mejorar su rendimiento y efectividad. Para ello, el primer paso es conseguir la implicación de sus altos directivos, que deben comprender cuáles son los principios de un adecuado gobierno de las TI. Este objetivo se puede alcanzar utilizando la norma ISO 38500 [1015], aunque en el caso de las universidades resulta insuficiente y esto ha motivado el diseño y validación de un marco de referencia de Gobierno de las TI para Universidades (GTI4U). Este marco se basa y respeta por completo al modelo de gobierno TI propuesto por la norma ISO 38500. Pero a la vez, proporciona una serie de herramientas para que sea fácilmente implementado en un entorno universitario. El objetivo último sería que la universidad que implemente el modelo GTI4U también consiga, en un futuro, certificarse fácilmente con la norma ISO 38500.

La estructura del modelo GTI4U se muestra en la Figura 8.31. Este modelo se compone de tres niveles. El primer nivel incluye todos los elementos de la norma ISO 38500. El segundo nivel está compuesto por un Modelo de Madurez (MM) para cada principio, que se utilizará para establecer en qué nivel de madurez de gobierno de las TI se encuentra la universidad. Por último, el tercer nivel incluye los indicadores que van a servir para medir hasta qué punto se satisfacen los criterios presentados en la norma.

Figura 8.31. Estructura del modelo GTI4U. Fuente: [1134] (p. 148)

Las competencias asociadas a este taller son: CB6; CB10; CG9; CE-DG1.

8.3.7. Plan estratégico TI

El desarrollo de un plan estratégico TI para una organización, institución o servicio real, es el hilo conductor de toda la asignatura.

Como se ha explicado anteriormente, el enfoque de la asignatura se basa en que los estudiantes tomen el rol de un departamento TI que tiene como objetivo realizar el plan estratégico TI de dicha organización.

La organización será seleccionada por el responsable de la asignatura, que buscará un caso que se adapte al tamaño del grupo para que sea un trabajo factible en tiempo y esfuerzo.

El desarrollo de este plan estratégico de debe definir como un proyecto que tiene una planificación en la que se deben incluir los entregables E1, E1.1, E1.2, E1.3 y E1.4, tal y como se detallaron en la Figura 8.25.

El equipo de trabajo se organizará en una estructura que, si el número de miembros lo permite, tenga los siguientes roles:

- Jefe de proyecto, que tendrá la responsabilidad de:
    - Realizar plan de proyecto (Entregable 1.1).
    - Definir calendario.
    - Definir y asignar tareas.
    - Establecer hitos.
    - Proceder a la entrega de los entregables E1, E1.1, E1.2, E1.3, E1.4.
    - Gestionar riesgos.
- Secretario de las reuniones, que tendrá la responsabilidad de:
    - Levantar las actas de las reuniones de seguimiento del proyecto (asistentes, tareas realizadas, tareas pendientes, acuerdos tomados, documentos utilizados, etc.).
    - Publicar las actas para que se conozcan por todos.
    - Aprobar el acta de la sesión anterior en la siguiente sesión (si hay cambios deben incorporarse).
- Miembros del equipo, que tendrán la responsabilidad de:
    - Realizar las tareas asignadas.

Las principales tareas para el desarrollo del plan estratégico TI son las siguientes:

- Analizar planes estratégicos existentes. Para ello se le facilitan el Plan Estratégico General de la Universidad de Salamanca (2013-2018) [120] y los planes estratégicos TI desarrollados en cursos anteriores [1136-1138].
- Elaboración de un guion para las entrevistas (Entregable E1.2).
- Realización de entrevistas.
- Establecimiento del horizonte.
- Elaboración de la misión y de los valores.
- Identificación de los grupos implicados y los factores clave.
- Determinación de los ejes estratégicos.
- DAFO por ejes estratégicos (Entregable E1.3).
- Identificación de escenarios y formulación de la visión por ejes.
- Identificación de objetivos estratégicos por ejes.
- Definición de la visión compartida.
- Incorporación de los proyectos innovadores seleccionados.
- Redacción del Plan Estratégico en formato APA (Entregable E1).
- Redacción del resumen ejecutivo en formato APA (Entregable E1) que incluya un mapa conceptual del Plan Estratégico TI (Entregable E1.4).
- Preparación de la presentación (Entregable E1) que se realizará ante representantes de la institución, con presencia del profesor de la asignatura.

La evaluación del Plan Estratégico TI se realizará conforme a los siguientes hitos ponderados:

- Evaluación del desempeño (40%):
    - Evaluación continua – participación en las sesiones reflejada en las actas (15%).
    - Evaluación individualizada razonada (20%):
        - De cada integrante del equipo por parte del jefe de proyecto (y del adjunto del jefe de proyecto en caso de definirse este rol) (20%).
        - Ponderada del jefe de proyecto (y del adjunto al jefe de proyecto en caso de definirse este rol) por parte de cada miembro (20%).
    - Metaevaluación del profesor (5%).
- Evaluación del proceso (30%), realizada por el profesor.

- Evaluación del producto (30%), media ponderada de los asistentes a la presentación del Plan Estratégico TI.

Esta actividad se ha concebido como aproximación de aprendizaje-servicio [526, 528, 529]. Hay diferentes caracterizaciones posibles del concepto de aprendizaje servicio, gracias a su carácter poliédrico y versátil [527], algunas que enfatizan más los roles del profesorado y la comunidad en el proceso, mientras que otras hacen de la justicia social y el cambio en el sistema sus objetivos explícitos.

La *Corporation for National and Community Service* define el aprendizaje servicio como un método en el que los estudiantes aprenden y se desarrollan a través de la participación activa en experiencias de servicio cuidadosamente organizadas que satisfacen las necesidades reales de la comunidad, que se integran en el currículo académico de los estudiantes o proporcionan tiempo estructurado para la reflexión y que mejoran lo que se enseña en la escuela ampliando el aprendizaje del estudiante más allá del aula y en la comunidad [1139].

Por su parte, Robert Sigmon [1140] define aprendizaje servicio como un enfoque de educación experiencial que se basa en el aprendizaje recíproco. Esta definición fue posteriormente precisada a través de una tipología que compara diferentes programas que combinan servicio y aprendizaje, así esta definición amplió la idea anterior de aprendizaje recíproco para incluir la noción importante de que el aprendizaje servicio solo ocurre cuando hay un equilibrio entre objetivos de aprendizaje y los resultados de servicio. De acuerdo con esto, los programas de aprendizaje servicio se distinguen de otros enfoques de educación experiencial por su intención de beneficiar igualmente al proveedor y al destinatario del servicio, así como para asegurar un enfoque igualitario tanto en el servicio prestado como en el aprendizaje que está ocurriendo [1141].

La definición de aprendizaje servicio de Robert Sigmon [1140, 1141] sirve para el enfoque que se quiere seguir en esta asignatura porque el aprendizaje servicio ocurre solo cuando ambas partes del proceso de servicio se benefician de las actividades desarrolladas, pudiéndose distinguir esta propuesta y los objetivos perseguidos de otros tipos de programas de servicios como el voluntariado, los servicios a la comunidad o programas de prácticas en las instituciones.

Concretamente, el aprendizaje servicio se consigue a través del desarrollo de un plan estratégico TI para una organización real, con la que los estudiantes tienen que

colaborar, y a la que finalmente deben entregarle el plan estratégico para que puedan realizar los cambios y mejoras detectadas en el proceso. Para poder entender esta propuesta como una experiencia de aprendizaje servicio, se cuidan los siguientes aspectos:

1. *Se aborda como un proyecto.* Se define el alcance, se establecen las relaciones con la entidad participante y se define un calendario.
2. *El aprendizaje está intencionadamente planificado.* El proyecto de trabajo articula de forma explícita el aprendizaje de los contenidos curriculares. Se planifican las actividades concretas, adecuadas al marco de la asignatura y siempre orientadas a la solución del problema planteado.
3. *Los estudiantes tienen un protagonismo activo.* Ellos son los protagonistas de la acción, que la desarrollan trabajando en grupo y colaborando con las personas responsables del departamento TI de la entidad colaboradora (intentando interferir lo menos posible en las labores de la institución) y bajo la supervisión del docente responsable de la asignatura que jugará el rol de CIO o jefe del departamento de consultoría que está formado por los estudiantes.
4. *Servicio solidario.* El servicio tiene que atender necesidades reales del servicio TI de la organización. Las organizaciones seleccionadas tienen una misión de servicio público, por lo que la ayuda a mejorar su estrategia TI repercute en la organización directamente y en la sociedad por transitividad. Además, uno de los compromisos que se buscan es lograr que el uso de las tecnologías sea más eficiente en cuanto consumo energético y ayude a eliminar cualquier tipo de exclusión por motivos de género, discapacidad, etc.
5. *El beneficio es recíproco.* Ambas partes deben beneficiarse del proceso. Los estudiantes aprenden de realizar el servicio, la institución recibe un plan estratégico real, que refleja sus fortalezas y oportunidades y sus debilidades y amenazas, con un conjunto de acciones para poder desarrollar estrategias en un plano temporal de dos años.
6. *Se realiza una evaluación multifocal.* Se evalúa el grupo de trabajo en su conjunto y la labor individual de cada uno de ellos. La evaluación del proceso la realiza el profesor, la evaluación de su labor en el equipo de trabajo la realizan entre sí, teniendo que razonar las calificaciones a los compañeros. Además, se evalúa el producto, que tienen que presentar en una sesión de

trabajo ante los directivos de la organización que recibe el plan estratégico realizado.

Además, este enfoque de aprendizaje servicio conecta perfectamente con otras líneas de innovación docente:

- *Educación basada en competencias.* Tanto en cuanto a las competencias específicas de la asignatura como competencias transversales (entrevista, presentación, realización de informes, pensamiento estratégico, pensamiento crítico, capacidad de síntesis, liderazgo, trabajo en grupo, etc.).
- *Aprendizaje basado en retos.* Además de ser un servicio, supone un reto para el equipo de trabajo, un desempeño en la vida real.
- *Emprendimiento.* Esta experiencia acerca a los estudiantes a la realidad de las organizaciones y les abre los ojos sobre posibles vías de emprendimiento.
- *Convivencia.* Tienen que conocer el contexto en el que se desarrolla el servicio, tienen, por tanto, que experimentar una inmersión en un ambiente que les obliga a salir de su zona de confort.
- *Creatividad.* No pueden limitarse a quedarse con lo que ven, tienen que proponer iniciativas creativas que se puedan implantar en el contexto de la organización a la que están dando el servicio.
- *Gamificación* [190, 1142, 1143]. Hay una parte de juego en sus propuestas creativas, que desarrollan de forma individual, pero compiten por que sean aceptadas como líneas de acción en el plan estratégico TI final.
- *Clase invertida* [201, 1144, 1145]. Se están transfiriendo determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y se utiliza el tiempo de clase, junto a la experiencia docente, para conseguir un enfoque de aprendizaje activo [199].

Las competencias asociadas a esta actividad son: CB7; CB8; CB9; CG3; CG9; CG10; CE-DG1; CE-DG2; CE-DG3; CE-TI1; CE-TI2; CE-TI15.

8.3.8. Proyecto "Tiempo creativo"

En el planteamiento de la asignatura se tiene una apuesta decidida por el desarrollo de las habilidades y competencias transversales. Concretamente, entre otras, la creatividad es una de las competencias que se tiene especialmente en cuenta. Ya se ha podido ver en el Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los egresados de másteres universitarios [151] como los egresados entienden que la creatividad no es una de las

competencias destacadas en la que ellos se sientan especialmente fuertes (ver, por ejemplo, la Figura 8.13) ni consideran que los estudios de máster les estén formando con especial intensidad en esta competencia (ver, por ejemplo, la Figura 8.19). Este dato contrasta con el informe que realizó IBM en 2010 *Capitalizing on complexity* [1103], en el que se identificó la creatividad como la primera de las competencias del liderazgo en una encuesta realizada a 1.500 CEO.

En la asignatura se ha tomado como ejemplo los casos de *Hora del contrabando* de 3M o *Innovative Time Off* de Google (tiempo libre para la innovación), que promueven que el 15%-20% de la jornada laboral se dedique a nuevas ideas especulativas, con el único requisito de que los participantes compartan sus ideas con sus colegas. Aunque siempre la realidad es menos *bonita* que el ideal que transmite [1146], esta sigue pareciendo muy interesante para incorporarla a la asignatura de Gobierno de Tecnologías de la Información.

> *The use of 20 percent has waxed and waned over the years, humming along at about 10 percent of utilization when we last measured. In some ways, the idea of 20 percent time is more important than the reality of it. It operates somewhat outside the lines of formal management oversight, and always will, because the most talented and creative people can't be forced to work.* **Laszlo Bock** [1147].

> *Here is what [20 percent time] is not: A fully fleshed corporate program with its own written policy, detailed guidelines, and manager. No one gets a "20 percent time" packet at orientation, or pushed into distracting themselves with a side project. Twenty percent time was always operated on a somewhat ad hoc basis, providing an outlet for the company's brightest, most restless, and most persistent employees – for people determined to see an idea through to completion, come hell or high water. For example, engineer Paul Buchheit worked on Gmail for two and half years before he finally persuaded company brass, who worried about stretching Google too far beyond search, to launch the thing.* **Ryan Tate** [1148].

Así, en el contexto de la asignatura se les propone que, de forma individual, dediquen un 15% del tiempo (22 horas aproximadamente) a un proyecto personal y creativo relacionado con los servicios que pueden ofrecer a la institución para la que se está haciendo el Plan Estratégico TI.

El trabajo creativo es el entregable E2 de la asignatura. Debe presentarse y justificarse ante todos los compañeros siguiendo el modelo *pecha-kucha* (presentación automática de 20 diapositivas de 20 segundos cada una, 20 diapositivas x 20 segundo/diapositiva = 400 segundos = 6 minutos 40 segundos, https://goo.gl/dSShdr).

Cada participante en la sesión tendrá una rúbrica para evaluar todos los proyectos. Los proyectos que obtengan una puntuación superior al 75% serán incluidos en el Plan Estratégico TI y tendrán un 25% extra de puntuación para su ponderación en la nota final de la asignatura. No se evalúa el resultado sino el trabajo hecho durante ese tiempo y la originalidad y creatividad de la idea.

Las competencias asociadas a esta actividad son: CB6; CB9; CE-DG1; CE-TE1; CE-TI2.

8.3.9. Evaluación

La evaluación de la asignatura se basa en la evaluación de los dos trabajos realizados, uno de forma colaborativa (Plan Estratégico TI) y otro de forma individual (Proyecto Creativo). El contar con un grupo reducido de estudiantes ayuda a realizar un seguimiento muy personalizado, ver cómo se integran para la realización del trabajo en grupo y cómo van adquiriendo los conceptos básicos de la asignatura.

En los apartados correspondientes ya se ha explicado cómo se califica cada uno de estos trabajos, de forma que la nota final es la suma ponderada de cada una de las calificaciones, donde el Plan Estratégico TI contribuye con un peso del 85% y el Proyecto Creativo con un 15%. La Tabla 8.5 resume el cálculo de la calificación de esta asignatura.

Tabla 8.5. Evaluación final de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información

	Hito evaluable	
Dimensión	**Plan Estratégico TI (PE-TI)**	**Proyecto Creativo (PC)**
Desempeño (D) – Subcomponentes: Evaluación Continua (EC); Evaluación por Pares (EP); Metaevaluación (M)	D = EC*0,15 + EP*0,2 + M*0,05	
Proceso (P)	P	
Producto (Pr)	$Pr = \frac{\sum_{i=1}^{n} NotaAsistente_i}{n}$	
PromedioParticipantes		$PC = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} NotaParticipante_i}{n-1}$
PromedioCorregido		SI PC ≥ 7,5 entonces PC ← PC + (PC*0,25)
NOTA	**PE-TI = D + P*0,3 + Pr*0,3**	**PC**
NOTA FINAL (NF)	**NF = PE*085 + PC*01,5**	

8.3.10. Tutorías

La acción tutorial es continua a través del campus virtual y bajo demanda si se necesitara resolver alguna cuestión relacionada con el desarrollo del Plan Estratégico TI que provocase un parón en su trabajo. De esta manera es más fácil y rápido encontrar un hueco común en las agendas de los profesores y de los estudiantes que tener que ceñirse a unas horas de consulta estipuladas que pueden no ser efectivas con respecto a los temas a abordar.

No obstante, el número de peticiones de tutoría presencial se reduce bastante por la interacción que se tiene en las sesiones de trabajo grupal para el desarrollo del Plan Estratégico TI.

8.3.11. Recursos

Para el desarrollo de la asignatura se cuenta con una serie de recursos. Tanto físicos como lógicos. En cuanto a los recursos físicos, es importante comentar como al menos una sesión por semana cuando la asignatura se planifica en modo presencial y el 50% de las sesiones presenciales cuando se hace en modo semipresencial se desarrollan en la sala de reuniones de la Facultad de Ciencias. Esto se hace para romper el contexto de aula tradicional y que el contexto ayuda a los estudiantes a meterse en el rol de que están siendo partícipes de un encargo real y de que la sesión de trabajo no es una clase al uso, sino una rendición de cuentas de los avances, una exposición de problemas y alternativas y una planificación de los siguientes pasos a realizar en el Plan Estratégico TI.

El espacio de la asignatura en el campus virtual institucional, Studium, es el principal repositorio de materiales, a la vez que canal de información y medio de interacción. El campus virtual ha estado muy presente en la organización de la docencia de esta asignatura, tanto en su formato presencial, como, obviamente, en su formato semipresencial. En la Figura 8.32 se presenta la vista inicial de la asignatura en el campus virtual y en ella se pueden apreciar, además de la información básica y el foro principal, los tuits asociados al *hashtag* oficial de la asignatura (#gtiusal18 para la edición del curso 2017-2018).

En la parte de contenidos están los materiales docentes de la asignatura, desarrollados por el profesorado de la asignatura y que se convierten en una de las principales fuentes de referencia de la misma [1149]. Estos contenidos están disponibles y organizados en el campus virtual, pero además se cumple con el compromiso de los

docentes con el conocimiento abierto [416], por lo que los materiales docentes están licenciados bajo licencia *Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional*. Para su libre distribución se ha creado una colección en el repositorio del Grupo de Investigación GRIAL (https://goo.gl/62GRos) y una comunidad en Zenodo (https://goo.gl/7BzwBV).

Figura 8.32. Captura con la parte inicial del espacio de la asignatura Gobierno de Tecnologías de Información en el campus virtual Studium, donde destacan la información básica y los principales canales de interacción

Al ser una asignatura de máster, cada tema tiene asociada la bibliografía de referencia, que se compone de fuentes complementarias, lecturas para los que estén interesados en aspectos concretos y diverso material audiovisual disponible en Internet. No existe una bibliografía que cubra los diferentes ámbitos de la asignatura y, por ello, no se incluye en este apartado ninguna selección específica, sino que se recomienda revisar cada tema concreto, como ha quedado explícito en los apartados en los que las lecciones se han ido desarrollando.

8.3.12. Matriz de trazabilidad de las competencias

En la Tabla 8.6 se ha realizado una matriz de trazabilidad entre las competencias propuestas en la asignatura y los elementos de contenido y de actividad propuestos en la misma.

Tabla 8.6. Matriz de trazabilidad de las competencias propias de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información

	Elemento de conocimiento / Actividad							
Competencia	**L1**	**L2**	**L3**	**L4**	**L5**	**L6**	**PE-TI**	**PC**
CB6	•	•		•	•	•		•
CB7			•				•	
CB8			•				•	
CB9		•	•				•	•
CB10	•	•	•	•		•		
CG3		•	•		•		•	
CG9		•	•	•	•		•	
CG10		•	•		•	•	•	
CE-DG1	•			•			•	•
CE-DG2		•	•		•	•	•	
CE-DG3		•		•	•		•	
CE-TI1							•	•
CE-TI2	•				•		•	•
CE-TI15	•				•		•	
CE-TI16	•							

8.4. Resultados académicos

En la Tabla 8.7 se recoge la serie histórica de los resultados de los grupos impartidos de Gobierno de Tecnologías de Información desde que se implantó el Máster Universitario en Ingeniería Informática en el curso 2014-2015, es decir, tres ediciones porque la cuarta corresponde al curso actual y no se tienen estos datos. Los datos se obtienen de las estadísticas resumen de las actas oficiales de cada convocatoria.

Tabla 8.7. Serie histórica de los resultados de los grupos impartidos de Gobierno de Tecnologías de la Información desde la implantación del Máster Universitario en Ingeniería Informática

Asignatura: **Gobierno en Tecnologías de la Información**											
Código: **302431** Centro: **Facultad de Ciencias** Carácter: **Troncal** **Máster Universitario en Ingeniería Informática**											
Convocatorias			*Matriculados*	*Presentados*	*Tasa rendimiento*	*Tasa éxito*	***% sobre presentados***				
							SU	*AP*	*NT*	*SB*	*MH*
Curso	**2014-2015**	**1º**	**10**	**10**	**1**	**0,8**	(n=2) **20%**	(n=0) **0%**	(n=1) **10%**	(n=6) **60%**	(n=1) **10%**
		2ª	**2**	**2**	**1**	**0**	(n=2) **100%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**
	2015-2016	**1ª**	**7**	**7**	**1**	**1**	(n=0) **0%**	(n=2) **28,58%**	(n=1) **14,28%**	(n=4) **57,14%**	(n=0) **0%**
	2016-2017	**1ª**	**21**	**4**	**0,19**	**1**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**	(n=3) **75%**	(n=1) **25%**
		2ª	**17**	**1**	**0,06**	**0**	(n=1) **100%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**	(n=0) **0%**

Los datos del curso 2016-2017 presentados en la Tabla 8.7 pueden resultar un tanto sorprendentes, especialmente si se comparan con los cursos anteriores, pero tienen la justificación en el hecho de los 4 estudiantes que aprobaron siguieron la asignatura de forma presencial, involucrándose activamente y obteniendo unos resultados sobresalientes. Sin embargo, 17 estudiantes extranjeros fueron admitidos en el mes de abril, cuando se llevaban dos meses de trabajo, no vinieron nunca a clase. Aunque se les hizo una planificación específica para ellos, pero solo uno llego a presentarse sin lograr superar la asignatura.

8.5. Reflexión final

La asignatura de Gobierno de Tecnologías de la Información ha significado un enorme reto personal que se ha acometido con un gran entusiasmo y los resultados obtenidos, en cuanto a desempeño académico de los estudiantes, participación activa y realimentación percibida, han sido plenamente satisfactorios.

Desde el primer momento de su definición en el Plan de Estudios del Máster Universitario en Ingeniería Informática [437, 703] se planteó la asignatura como una gran oportunidad para que los ingenieros en informática egresados de este máster universitario tuvieran miras profesionales orientadas a poder alcanzar la meta de desarrollar funciones de dirección estratégica de las tecnologías de la información, es decir, que vieran en esta asignatura un reflejo diferencial entre tener un nivel de cualificación MECES 2 (o EQF 6) y tener un nivel de cualificación MECES 3 (o EQF 7).

Además, para conseguirlo se tenía el reto de huir de los enfoques centrados en los marcos normativos de gobierno y gestión de TSI, completamente alejados de la realidad que los estudiantes pueden tener en su contexto cercano universitario o profesional, para presentar un enfoque mucho más pragmático y realista gracias a la aproximación del aprendizaje-servicio. A todo esto, se unía el poder transmitir la experiencia como Vicerrector de Innovación Tecnológica de la Universidad de Salamanca durante el período 2007-2009, además de la experiencia participando en proyectos internacionales y liderando equipos y grupos de investigación.

El enfoque aprendizaje-servicio ha permitido también incluir otras innovaciones educativas, como ya se ha visto y justificado en este capítulo, pero, sobre todo, lo que ha facilitado en gran medida es el prestar una atención especial a las competencias transversales, tan demandas por los empleadores, especialmente para estos egresados,

y que tanto echan en falta los egresados de másteres universitarios, tal y como se ha de manifiesto en el reciente Barómetro de Empleabilidad y Empleo Universitarios (Edición Máster 2017) [151], entre ellas la creatividad, gracias a la adopción y adaptación de prácticas propias de empresas referentes en el sector tecnológico como puede ser Google.

PROYECTO INVESTIGADOR

Capítulo 9. Contexto de investigación

Look up at the stars and not down at your feet.
Try to make sense of what you see, and wonder
about what makes the universe exist. Be curious.

Science is not only a disciple of reason but, also,
one of romance and passion

Stephen Hawking
08/01/1942 – 14/03/2018
In memoriam

Con este capítulo se empieza a desarrollar el bloque correspondiente al Proyecto Investigador de la plaza de Catedrático de Universidad objeto de concurso, código G062/D06208, con actividad investigadora en Tecnologías del Aprendizaje.

La Constitución Española primero [67], en sus artículos 20.*1c* y *27*, y después la Ley Orgánica de Universidades [265], en su *Artículo 2.3,* han consagrado la autonomía de las universidades, reconociendo y protegiendo la libertad académica y, a partir de ella, las libertades de cátedra, de estudio y también de investigación. A partir de estos principios, la sociedad puede exigir de sus universidades tanto una *docencia de calidad* como una *investigación de excelencia.*

Estos dos logros se consideran esenciales tanto para la definición del sistema universitario español y del EEES, donde ambos confían en su capital humano como motor de su desarrollo cultural, político, económico y social.

> *Lo anteriormente expuesto está en consonancia con el manifiesto compromiso de los poderes públicos de promover y estimular, en beneficio del interés general, la investigación básica y aplicada en las Universidades como función esencial de las mismas, para que las innovaciones científicas y técnicas se transfieran con la mayor rapidez y eficacia posibles al conjunto de la sociedad y continúen siendo su principal motor de desarrollo.* Exposición de Motivos de la Ley Orgánica de Universidades (p. 12) [253].

El *Título VII*, *De la investigación en la universidad y de la transferencia del conocimiento*, de la Ley Orgánica de Universidades [265], conformado por los artículos *39*, *40* y *41*, regula la investigación universitaria, de forma que agrupa todas las ideas en tres bloques:

1. Las funciones de la Universidad en investigación y en la transferencia del conocimiento.
2. La investigación como derecho y deber del profesorado universitario.
3. El fomento de la investigación, del desarrollo científico y de la innovación tecnológica en la Universidad.

Junto a las disposiciones legales nacionales en materia de educación, universidad e investigación, las acciones legislativas de la Unión Europea cada vez más influyen y condicionan la labor de los responsables políticos españoles y autonómicos. Los gestores de cada una de las universidades tendrán que asumir se ven abocados a seguir las directrices que marcan los programas de financiación de la investigación, que en el caso de la Universidad de Salamanca se derivan de Bruselas, Madrid y Valladolid.

Todas estas políticas en materias de investigación confluyen para construir *Espacio Europeo de Investigación* (EEI, en inglés *European Research Area* (ERA) – https://goo.gl/aHSeJE), que es un espacio unificado de investigación abierto al mundo y basado en el mercado interior en el que los investigadores, el conocimiento científico y la tecnología circulan libremente. La Comisión Europea lanzó este concepto en el año 2000 [1150] y cuya base jurídica se recoge en el *Artículo 179* del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea [1151].

El programa de reformas del EEI se centra en siete prioridades, como se resume en la Figura 9.1:

1. Sistemas nacionales de investigación más efectivos.
2. Un nivel óptimo de cooperación y competencia a escala transnacional, expresado en programas comunes de investigación para resolver grandes retos.
3. Optimizar las inversiones en grandes infraestructuras de investigación.
4. Un mercado de trabajo abierto para los investigadores, para lo que se deben eliminar los obstáculos a la movilidad internacional, a la contratación abierta, a la formación de doctorado innovadora, a las estrategias de recursos humanos en consonancia con la Carta Europea y el Código del Investigador, y a la movilidad entre la industria y el mundo académico.
5. Igualdad de género e incorporación de la perspectiva de género en la investigación, con el fomento de la diversidad de género para estimular la excelencia y la relevancia científicas.
6. Un nivel óptimo de circulación y transferencia del conocimiento científico para garantizar el acceso y la utilización del conocimiento por parte de todos.
7. Fomentar la colaboración internacional.

Figura 9.1. Prioridades del Espacio Europeo de Investigación (*European Research Area* – ERA) 2015-2020. Fuente: [1152] (p. 16)

Vinculado a este desarrollo del EEI, se define la Estrategia Europa 2020 [1153], que constituye una visión de la economía social de mercado de Europa para el siglo XXI. Para ello se proponen tres prioridades:

1. *Crecimiento inteligente*, desarrollo de una economía basada en el conocimiento y la innovación.
2. *Crecimiento sostenible*, promoción de una economía que haga un uso más eficaz de los recursos, que sea más verde y competitiva.
3. *Crecimiento integrador*, fomento de una economía con alto nivel de empleo que tenga cohesión social y territorial.

Congruentemente con estas prioridades de crecimiento inteligente, sostenible e integrador, la Comisión Europea propone siete iniciativas emblemáticas para catalizar los avances en cada tema prioritario:

1. *Unión por la innovación*, con el fin de mejorar las condiciones generales y el acceso a la financiación para investigación e innovación y garantizar que las ideas innovadoras se puedan convertir en productos y servicios que generen crecimiento y empleo.
2. *Juventud en movimiento*, para mejorar los resultados de los sistemas educativos y facilitar la entrada de los jóvenes en el mercado de trabajo.
3. *Una agenda digital para Europa*, con el fin de acelerar el despliegue de Internet de alta velocidad y beneficiarse de un mercado único digital para las familias y empresas.
4. *Una Europa que utilice eficazmente los recursos*, para ayudar a desligar crecimiento económico y utilización de recursos, apoyar el cambio hacia una economía con bajas emisiones de carbono, incrementar el uso de fuentes de energía renovables, modernizar nuestro sector del transporte y promover la eficacia energética.
5. *Una política industrial para la era de la mundialización*, para mejorar el entorno empresarial, especialmente para las PYME, y apoyar el desarrollo de una base industrial fuerte y sostenible, capaz de competir a nivel mundial.
6. *Agenda de nuevas cualificaciones y empleos*, para modernizar los mercados laborales y potenciar la autonomía de las personas mediante el desarrollo de capacidades a lo largo de su vida con el fin de aumentar la participación laboral y adecuar mejor la oferta y la demanda de trabajos, en particular mediante la movilidad laboral.
7. *Plataforma europea contra la pobreza*, para garantizar la cohesión social y territorial de tal forma que los beneficios del crecimiento y del empleo sean

ampliamente compartidos y las personas que sufren de pobreza y exclusión social pueden vivir dignamente y tomar parte activa en la sociedad.

En el ámbito nacional el marco estratégico de referencia para el conjunto del país en materia de investigación e innovación es la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020 [1154], que contiene la visión y los objetivos generales de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en España. Estas políticas han de contribuir a la consolidación del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación sustentado por la calidad de la investigación y el impacto científico-técnico, social y económico de la misma; la creciente participación y liderazgo de las empresas en las actividades de I+D+i y, especialmente, por el desarrollo de un entorno innovador que permita dar respuesta a los grandes retos de la sociedad, facilite la adquisición de nuevas capacidades y la incorporación de talento, refuerce el liderazgo y la colaboración internacional de nuestro país en I+D+i, y promueva la participación de la sociedad civil y sus organizaciones en el proceso de innovación.

El Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020 [1152], constituye, junto con el Plan Estatal correspondiente al período 2013-2016, el instrumento fundamental de la Administración General del Estado para el desarrollo y consecución de los objetivos de la Estrategia Española y de la Estrategia Europa 2020, e incluye únicamente las ayudas estatales destinadas a la I+D+i. Concretamente, este Plan Estatal tiene los siguientes objetivos:

1. Favorecer la incorporación y formación de los recursos humanos en I+D+i.
2. Fortalecer el liderazgo científico y las capacidades del sistema de I+D+i.
3. Activar la inversión privada en I+D+i y las capacidades tecnológicas del tejido productivo.
4. Impulsar el potencial e impacto de la I+D+i en beneficio de los retos de la sociedad.
5. Promover un modelo de I+D+i abierto y responsable apoyado en la participación de la sociedad.
6. Coordinar de forma eficaz las políticas de I+D+i y la financiación a nivel regional, estatal y europeo.

Para ello el Plan Estatal 2017-2020 está integrado por cuatro programas y tres acciones estratégicas:

1. Programa estatal de promoción del talento y su empleabilidad en I+D+i.
2. Programa estatal de generación del conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema I+D+i.
3. Programa estatal de liderazgo empresarial en I+D+i.
4. Programa estatal de I+D+i orientada a los retos de la sociedad.
5. Acción estratégica en salud.
6. Acción estratégica en economía y sociedad digital.
7. Acción estratégica industria conectada 4.0.

En el contexto autonómico, el referente es la Estrategia Regional de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente (RIS3) de Castilla y León 2014-2020 [1155], que actualmente se encuentra en un proceso de actualización de cara a la segunda mitad de su periodo de vigencia, 2018-2020. Las estrategias regionales de especialización inteligente están basadas en la idea de que no se puede apostar por todo y las regiones deben identificar las áreas de especialización tecnológicas y de conocimiento que les permitan generar actividades cada vez más competitivas y generadoras de riqueza y empleo. Por ello, la estrategia RIS3 se basa en cinco prioridades temáticas (cuatro verticales más una transversal – TIC, Energía y Sostenibilidad), seis objetivos estratégicos y seis programas, todos ellos reflejados en la Figura 9.2.

Figura 9.2. La estrategia RIS3 de la Junta de Castilla y León 2014-2020. Fuente: [1155] (p. 81)

Las directrices de la RIS3 están apoyadas por la Comisión Europea en su Estrategia Europa 2020 [1153], así como en las iniciativas emblemáticas que pretenden estimular las capacidades innovadoras de Europa: Unión por la Innovación [1156] y la Agenda Digital para Europa [1157], que quedan refrendadas a nivel nacional por la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de la Innovación 2013-2020 [1154] y por la Agenda Digital para España [1158].

La Universidad de Salamanca dedica uno de los ejes estratégicos de su Plan Estratégico General 2013-2018 [120] a la investigación (*Eje 2: Investigación: Generar conocimiento, transferencia e innovación*), que se organiza en los objetivos estratégicos, objetivos operacionales y acciones que se muestran en la Figura 9.3.

Figura 9.3. Estructura del Eje Estratégico sobre la investigación del Plan Estratégico General 2013-2018 de la Universidad de Salamanca. Fuente: Elaboración propia con la información de [120] (pp. 36-45)

En la Universidad de Salamanca, como en cualquier otra universidad del Sistema Universitario Español, se establece un marco de referencia [350] para que los investigadores se organicen en unidades temáticas, donde la unidad básica de organización es el Grupo de Investigación Reconocido (GIR) y estos pueden integrarse en Institutos de Investigación. Esto tiene un reflejo en la estrategia del Gobierno Autónomo de Castilla y León que, siguiendo las directrices de estrategias a nivel

nacional e internacional, aboga por crear menos unidades de investigación, pero más competitivas a nivel de excelencia, para lo que definieron en 2006 los Grupos de Excelencia de la Junta de Castilla y León, regulados por la Orden EDU/1623/2006 [1159], para, posteriormente, en 2014 definir las actuales Unidades de Investigación Consolidadas (UIC), reguladas por la Orden EDU/1006/2014 [293], que derogaba la anterior Orden EDU/1623/2006. La Universidad de Salamanca cuenta con 188 GIR y 54 UIC[22].

Un investigador que desee desempeñar su actividad investigadora en la Universidad de Salamanca, si quiere ser competitivo y optar a las fuentes de financiación existentes con cierto grado de probabilidad, debe ser conocedor de este contexto local (reglamentos y programas de la Universidad de Salamanca), regional (Estrategia RIS3 de la Junta de Castilla y León y reglamentación de las UIC), nacional (Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación) y europeo (Estrategia Europa 2020). Es decir, un investigador debe conocer *las reglas de juego* marcadas por las diferentes estrategias que dirigen la investigación y el reconocimiento de su impacto tanto a nivel nacional como internacional.

Ciertamente, las estrategias que a día de hoy se toman como referencia y las prioridades que de ellas se derivan no afectan por igual a las diferentes ramas de conocimiento, pero que los investigadores se autoexcluyan de ellas, argumentando algún tipo de olvido o maltrato de sus líneas de trabajo, no resultará adecuado para la promoción de sus carreras individuales, la visibilidad de sus líneas de investigación y la contribución de su trabajo para la Universidad a la que pertenecen y, transitivamente, para su región, país, etc.

Por otro lado, es una obligación de las universidades conseguir una mayor integración en su estrategia de investigación de los investigadores que por tradición científica se encuentran más alejados de estas nuevas políticas basadas en la competitividad y el impacto, además de defender ante las instancias superiores las singularidades de algunas ramas de disciplinares y el que ciertos nichos de conocimiento no queden completamente relegados a un ostracismo académico.

[22] En consulta realizada a los datos publicados en el Portal de Investigación de esta universidad (https://goo.gl/df6LjU) el día 18 de marzo de 2018.

Cuando se decide crear y/o liderar un grupo de investigación, el director o investigador principal del mismo debe unir a su trabajo como investigador, tanto individual como colectivo, las labores de gestión de la investigación que conduzcan al grupo por los complejos caminos impuestos por las entidades que conforman su contexto, permitan responder a toda la demanda de indicadores de dichas entidades, sean congruentes con los legítimos intereses de sus miembros y, lo más importante, se cumpla con la misión de avance en el conocimiento que tenga algún tipo de impacto y reflejo positivo en la sociedad. Esto requiere del director de un grupo de investigación una serie de competencias de liderazgo e inteligencia emocional que le permitan gestionar los problemas añadidos de trabajar con personas con diferentes intereses, prioridades, personalidades, contextos culturales y formas de entender la universidad y sus misiones, especialmente la investigación; todo ello a la vez que se les pide que trabajen cooperativamente, mientras que muchas veces se compite por una beca, una plaza, un proyecto, etc., en un contexto marcado por la precariedad económica, la falta de seguridad laboral e incluso, a veces, por la falta de reconocimiento social.

Por todo esto, se considera como una de las competencias clave que debería mostrar un Catedrático de Universidad, entre otras muchas, esa capacidad de liderazgo de un grupo humano, ya sea como líder de un grupo de investigación (o alguno de sus subgrupos cuando este tiene un cierto tamaño) o como investigador principal de proyectos de investigación.

Este capítulo centrado en el contexto de la investigación se va organizar en dos apartados principales. Por un lado, se va a presentar el contexto grupal, que se ocupa de introducir al GRupo de investigación e InterAcción y eLearning (GRIAL), GIR de la Universidad de Salamanca desde 2006, creado y liderado por quien suscribe el presente Proyecto Docente e Investigador; mientras que, en segundo lugar, se va abordar el perfil de investigador individual de este candidato.

9.1. El Grupo GRIAL

Hacer investigación en el siglo XXI requiere que un conjunto de personas unan sus esfuerzos. El éxito individual como investigador está basado, por su puesto, en el trabajo personal, pero va a estar muy influenciado por el grupo de personas con el que se colabora día a día. El éxito del grupo facilita, que no asegura, el éxito personal de sus miembros, siempre en la medida de la inversión en esfuerzo personal que realizan individualmente.

9.1.1. Historia y evolución

El GRupo de Investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL, https://grial.usal.es) se constituye en marzo de 2006 como Grupo de Investigación Reconocido (GIR) de la Universidad de Salamanca y, un año después, en noviembre de 2007 consigue la mención de Grupo de Excelencia de la Junta de Castilla y León (GR-47) [24, 25, 1160, 1161]. En 2015, con el cambio de estrategia de la Junta de Castilla y León con respecto a los grupos de investigación, de forma que los grupos de excelencia se extinguen para conformar las denominadas Unidades de Investigación Consolidadas (UIC), el grupo GRIAL se postula y consigue la mención de Unidad de Investigación Consolidada en julio de 2015 con referencia UIC-081. Estas unidades deben renovarse cada tres años, por tanto, en febrero de 2018 GRIAL ha solicitado la renovación de su mención como UIC y espera obtenerla al cumplir sobradamente los criterios mínimos que se piden para ello.

El Grupo GRIAL se crea en 2006 como iniciativa y apuesta personal del Dr. D. Francisco José García Peñalvo, director del grupo hasta la actualidad, con el objetivo de desarrollar líneas de investigación relacionadas con el desarrollo y uso de tecnologías educativas y del aprendizaje. Dada la relación con investigadores de otros ámbitos, por su pertenencia al Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)[23], el grupo nace con una clara naturaleza multidisciplinar, fundamentalmente mezcla de la Ingeniería en Informática y la Educación, pero al que se unen investigadores provenientes de otros campos disciplinares (Filosofía, Filología, Humanidades, etc.), siendo esta una de las señas de identidad del grupo al que se siguen uniendo investigadores con perfiles muy variados que lo enriquecen y permiten evolucionar sus líneas de investigación. En este momento inicial se tiene la suerte de contar con el apoyo y guía académica de dos grandes figuras de la Universidad de Salamanca. Por un lado, el Dr. D. Joaquín García Carrasco, Catedrático de Teoría e Historia de la Educación de la Universidad de Salamanca (ahora ya jubilado, pero no retirado de la vida académica y de la colaboración con el grupo), del cual se hereda el gusto y la apuesta por el mestizaje científico, dejando al lado luchas de parcelas y egos personales, en pro de un crecimiento conjunto y en colaboración [1162]. Por otro lado, el Dr. D. Antonio López Eire, Catedrático de Filología Griega, quizás uno de los más grandes helenistas españoles, figura internacionalmente

[23] El IUCE fue acreditado como Instituto de Investigación en julio de 2008 por la ACSUCYL.

reconocida, que lideró la línea de investigación de Teoría de la Comunicación, fundamental en la concepción que el grupo GRIAL ha desarrollado sobre el *eLearning* [136, 248-250, 407, 1163], hasta que desgraciadamente falleció en 2008 en un accidente de tráfico [1164].

Con esta base, un subgrupo del GIR GRIAL, junto con algunos otros colaboradores de otros grupos, en noviembre de 2007 se consigue la mención de Grupo de Excelencia de la Junta de Castilla y León, regulados por la Orden EDU/1623/2006 [1159], y en julio de 2008 el proyecto *eLearning sin barreras: Nuevos paradigmas de comunicación, servicios y modalidades de interacción para la formación en línea* [1165]. Entre los investigadores que se unen a GRIAL para esta sección del grupo de Excelencia destacan las figuras de la Dra. Dña. Mª Cruz Sánchez Gómez, del Área de Conocimiento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, que se uniría definitivamente al GIR GRIAL poco tiempo después a título individual, y la Dra. Dña. Mª José Rodríguez Conde, Catedrática del Área de Conocimiento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación y actual Directora del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE), que por aquel entonces dirigía el GIR Grupo de Evaluación Educativa y Orientación (GE2O). Es tal el nivel de colaboración y sinergia entre los GIR GRIAL y GE2O, que en 2010 se realiza una fusión de ambos bajo el nombre de GRIAL y se inicia una estructuración de subgrupos dentro de GRIAL.

El siguiente hito de importancia en la evolución del Grupo GRIAL lo supone el cambio de estrategia del Gobierno de la Junta de Castilla y León con respecto a sus Grupos de Excelencia, reconocidos como tales al amparo de la Orden EDU/1623/2006 [1159]. Dichos grupos mantendrían su condición hasta 29 de febrero de 2016, pero la Orden EDU/1623/2006 queda derogada en diciembre de 2014 por la Orden EDU/1006/2014 [293], por la que se regulan las Unidades de Investigación Consolidadas de la Junta de Castilla y León.

Estas UIC buscan ser más competitivas reuniendo investigadores que, teniendo una trayectoria común demostrable, cumplan unos requisitos importantes en cuanto a reconocimiento, producción y financiación, por lo que solo se pueden constituir en base a un conjunto de investigadores con experiencia y hay un mensaje implícito de fusión de esfuerzos de grupos afines para crear macro estructuras de investigación más potentes.

El Grupo GRIAL ante este cambio normativo y por su condición de Grupo de Excelencia, decide solicitar la UIC porque, además, en la fecha de la convocatoria y seleccionando a un subconjunto de sus miembros con mayor trayectoria reconocida sobre la base de sexenios de investigación, cumplía los criterios para obtener dicha mención. Sin embargo, debido a que hay otros GIR, con los que se trabaja muy estrechamente en el contexto del IUCE para definir una política de investigación multi e interdisciplinar, que solicitan incorporarse a la propuesta de la UIC que lidera GRIAL, se incorporan a la solicitud de UIC nuevos miembros de estos grupos. Se unen en este momento la Dra. Dña. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso, Catedrática del Área de Conocimiento de Didáctica y Organización Escolar y Directora del GIR GITE (Grupo de Investigación Innovación en Tecnología Educativa), que es a su vez Grupo de Excelencia de la Junta de Castilla y León (GR213), el Dr. D. Juan Antonio Juanes Méndez, Profesor Titular de Universidad del Área de Conocimiento de Anatomía y Embriología Humana y Director del GIR VISUALMED, y el Dr. D. Roberto Therón Sánchez, Profesor Titular de Universidad del Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial y Director la Unidad de Investigación VisUsal.

La concesión de la UIC al grupo GRIAL (UIC 081) en julio de 2015 coincide con un cambio normativo en los GIR de la Universidad de Salamanca [350], por el que los integrantes de una UIC deben pertenecer al mismo GIR de la Universidad. Esto hace que algunos de los investigadores que apoyaron la UIC decidan no continuar en ella para no perder su identidad como GIR, otros como el caso del Grupo GITE se acaban integrando en GRIAL y otros quedaron en una situación de indefinición no resuelta como fue el caso de VISUALMED, que siguió manteniendo su identidad como GIR en la Universidad y para la Junta de Castilla y León su director, el Dr. Juanes Méndez, era miembro de la UIC 081.

En febrero de 2018 se ha procedido a solicitar la renovación de la UIC 081, debido a que se cumplían los tres años desde su reconocimiento y era procedimiento obligado si se quiere optar a mantener dicha mención. Aprovechando esta renovación, se ha solicitado la baja de investigadores que se han jubilado recientemente, como el Dr. D. Francisco Javier Tejedor Tejedor, Catedrático del Área de Conocimiento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación (sirva esta mención explícita para agradecer sus aportaciones al Grupo, a la Universidad de Salamanca y la Comunidad Científica en general), o de miembros que quieren explorar la creación de su propia

UIC en un futuro cercano; así mismo, se han dado de alta investigadores que han conseguido tener el reconocimiento suficiente para aportar en los criterios solicitados en cuanto a sexenios reconocidos en la UIC. Consultado el nuevo equipo rectoral de la Universidad de Salamanca sobre la política y regulación de los GIR en el contexto interno de esta Universidad, ha expresado su intención de modificar el actual reglamento para que la composición de las UIC y de los GIR no estén ligadas. En el momento de que se tenga confirmación de dicho cambio normativo, el subgrupo GITE de GRIAL solicitará de nuevo recuperar su propia identidad como GIR, aunque se seguirá teniendo una estrecha relación entre ambos GIR y miembros de GITE seguirán siendo parte de la UIC GRIAL.

9.1.2. Estructura y composición

Habida cuenta de la historia y evolución del Grupo de Investigación GRIAL, se cuenta con un alto número de investigadores y colaboradores (64 miembros, 29 hombres y 35 mujeres)[24]. Por este motivo se tiene una organización basada en subgrupos para que, sumando todos al mismo objetivo y colaborando conjuntamente en proyectos interdisciplinares, las personas vean reconocida su trayectoria y encuentren su identidad y contexto para también desarrollar actividades de investigación básica y aplicada relacionada con su propio campo disciplinar. Esta estructura está viva y evolucionará conforme cambie la situación de los miembros del grupo.

Figura 9.4. Estructura organizativa del Grupo GRIAL

[24] Para el objeto de este documento no se distingue entre lo que formalmente es un investigador y un colaborador del grupo de investigación, ya que es un concepto propio de la reglamentación interna y este documento quiere transmitir el trabajo y aportación real de las personas al grupo.

Actualmente, como se puede apreciar en la Figura 9.4, el Grupo GRIAL se compone de cuatro subgrupos principales (GRIAL, GE2O, GITE y VisUsal) que representan las diferentes integraciones de GIR y Unidades de Investigación en el grupo GRIAL. Dentro del subgrupo GRIAL se mantiene un grupo de colaboradores en tutoría *online*, más relacionados con el desarrollo de actividades docentes en formato *eLearning* que en tareas de investigación. Transversalmente y afectando a miembros (no a todos) de cada subgrupo está la Unidad de Investigación Consolidad UIC 081.

El *subgrupo GRIAL* está formado, fundamentalmente, por el núcleo de personas que inicialmente dieron origen al GIR GRIAL en 2006. Incluye líneas de investigación relacionadas con el desarrollo y uso de tecnologías educativas y de tecnologías del aprendizaje, sustentadas tanto desde la perspectiva de la Ingeniería Informática (ingeniería de *software*; arquitectura de *software*; interacción persona-ordenador; inteligencia artificial; minería de datos; analítica visual de la información; gobierno de tecnologías; gestión del conocimiento, etc.) y desde la perspectiva de la Educación (*eLearning*; teoría de la comunicación; métodos mixtos cuantitativos y cualitativos, etc.).

Los miembros de este subgrupo son (ver Figura 9.5):

1. *Director*: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo (Profesor Titular de Universidad – Acreditado a Catedrático de Universidad – Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial – 3 sexenios).
2. Dr. D. Joaquín García Carrasco (Catedrático de Universidad – Área de Teoría e Historia de la Educación – Jubilado – 5 sexenios).
3. Dra. Dña. María Cruz Sánchez Gómez (Catedrática de Universidad – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación – 3 sexenios).
4. Dr. D. José Rafael García-Bermejo Giner (Profesor Titular de Universidad – Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos).
5. Dr. D. José Antonio Merlo Vega (Profesor Titular de Universidad – Área de Biblioteconomía y Documentación – 3 sexenios).
6. D. Iván Álvarez Navia (Profesor Titular de Escuela Universitaria – Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos).
7. Dra. Dña. Erla Mariela Morales Morgado (Profesora Contratada Doctora – Área de Didáctica y Organización Escolar).

8. Dra. Dña. Ana María Pinto Llorente (Profesora Ayudante Doctora – Área de Didáctica y Organización Escolar).
9. Dr. D. Antonio Miguel Seoane Pardo (Profesor Asociado – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).
10. Dña. Susana Álvarez Rosado (Profesora Asociada – Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos).
11. D. Sergio Bravo Martín (Profesor Asociado – Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos).
12. D. Juan Andrés Hernández Simón (Profesor Asociado – Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos).
13. Dña. Alicia García Holgado (Becaria de Investigación – Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial).
14. Dña. Lucía García Holgado (Personal Investigador).
15. Dña. Valentina Zangrando (Personal Investigador).
16. Dra. Dña. Tránsito Ferreras Fernández (Personal de Administración y Servicios – Coordinadora de Servicios Bibliotecarios).
17. Dra. Dña. Helena Martín Rodero (Personal de Administración y Servicios – Jefe de Área Bibliotecas Biosanitarias).
18. D. Alejandro Carnicero García (Diseñador).
19. D. Juan Cruz-Benito (Estudiante de Doctorado – IBM Research, USA).
20. D. Evaristo Ovide (Estudiante de Doctorado).
21. Dña. Andrea Vázquez Ingelmo (Estudiante de Máster).
22. D. Iñaki Tajes Reiris (Estudiante de Grado).
23. Dr. D. Cristóbal Nico Suárez Guerrero (Profesor Contratado Doctor – Área de Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Valencia, España).
24. Dr. D. Miguel Ángel Conde González (Profesor Ayudante Doctor – Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores – Universidad de León, España).
25. Dr. D. Ricardo Colomo Palacios (Catedrático de Universidad – *Computer Science Department – Østfold University College*, Noruega).
26. Dra. Dña. Hilda Angélica del Carpio Ramos (Profesora Titular – Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, Perú).
27. Dr. D. David Griffiths (Catedrático de Universidad – *University of Bolton*, UK).

28. Dra. Dña. María Soledad Ramírez Montoya (Profesora Titular – Tecnológico de Monterrey, México).

Miembros subgrupo GRIAL

Figura 9.5. Miembros del subgrupo GRIAL

Dentro del subgrupo GRIAL, se ubica el grupo de colaboradores en tutoría *online*, formado por los siguientes miembros (ver Figura 9.6):

1. Dra. Dña. Olga Díez Fernández (Profesora de Enseñanza Secundaria – Centro de Enseñanza a Distancia Santa Cruz de Tenerife Mercedes Pinto).
2. D. Juan Jesús Baño Egea (Técnico del Área de Formación de la Fundación para la Formación en Investigación Sanitaria – Servicio Murciano de Salud).
3. Dña. Ángeles Bosom Nieto (Documentalista – Telemadrid).
4. D. Eduardo Díaz San Millán (Profesional autónomo).
5. Dña. Elisa Fernández Recio (Profesora en Ciclo Formativo Medio y Superior – INS Mare de Déu de la Mercè).
6. Dña. María José Hernández Tovar (Profesora de inglés – EOI de Castelló).
7. D. Antonio José Martínez (ADIF).
8. D. José Antonio Mayoral Llorente (Capitán del Ejército de Tierra).

Figura 9.6. Miembros del subgrupo GRIAL-TOL

No podemos olvidarnos de nuestros queridos Dr. D. Antonio López Eire y Dr. D. Iñigo Babot Gutiérrez, siempre estaréis en nuestra mente y en nuestro corazón (*in memoriam*, ver Figura 9.7).

Figura 9.7. En memoria de nuestros compañeros de GRIAL

El *subgrupo GE2O* incluye a los investigadores más interesados en ámbitos relacionados con la metodología de investigación, evaluación y orientación educativas, bajo una perspectiva interdisciplinar.

Los miembros de este subgrupo son (ver Figura 9.8):

1. *Directora*: Dra. Dña. María José Rodríguez Conde (Catedrática de Universidad – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación – 3 sexenios).
2. Dra. Dña. Ana Belén González Rogado (Profesora Titular de Universidad – Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos – 1 sexenio).
3. Dra. Dña. María Esperanza Herrera García (Profesora Titular de Universidad – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).
4. Dr. D. Juan Antonio Juanes Méndez (Profesor Titular – Área de Anatomía y Embriología Humana – 2 sexenios).
5. Dra. Dña. María Carmen López Esteban (Profesora Titular de Universidad – Área de Didáctica de las Matemáticas – 1 sexenio).

6. Dra. Dña. Susana Nieto Isidro (Profesora Titular de Universidad – Área de Matemática Aplicada).
7. Dra. Dña. Susana Olmos Migueláñez (Profesora Titular de Universidad – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación – 2 sexenios).
8. Dra. Dña. Izaskun Elorza Amorós (Profesora Contratada Doctora – Área de Filología Inglesa).
9. Dr. D. Fernando Martínez Abad (Profesor Ayudante Doctor – Acreditado a Profesor Titular de Universidad – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).
10. Dr. D. Juan Pablo Hernández Ramos (Profesor Ayudante Doctor – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).
11. Dra. Dña. Eva María Torrecilla Sánchez (Profesora Ayudante Doctora – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).
12. Dra. Dña. Patricia Torrijos Fincias (Profesora Ayudante Doctora – Área de Didáctica y Organización Escolar).
13. Dña. Adriana Gamazo García (Becaria de Investigación – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).
14. D. José Carlos Sánchez Prieto (Becario de Investigación – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).

Figura 9.8. Miembros del subgrupo GE2O

El *subgrupo GITE* incluye a los investigadores más relacionados con la incorporación de las TIC a los procesos de enseñanza-aprendizaje en los distintos niveles educativos, la formación del profesorado y la innovación educativa.

Los miembros de este subgrupo son (ver Figura 9.9):

1. *Directora*: Dra. Dña. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso (Catedrática de Universidad – Área de Didáctica y Organización Escolar – 4 sexenios).
2. Dr. D. Francisco Javier Tejedor Tejedor (Catedrático de Universidad – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación – Jubilado – 6 sexenios).
3. Dr. D. Juan José Mena Marcos (Profesor Titular de Universidad – Área de Didáctica y Organización Escolar).
4. Dra. Dña. Ana Iglesias Rodríguez (Profesora Titular de Universidad – Área de Didáctica y Organización Escolar).
5. Dr. D. Marcos Cabezas González (Profesor Contratado Doctor – Área de Didáctica y Organización Escolar).
6. Dra. Dña. Sonia Casillas Martín (Profesora Contratada Doctora – Área de Didáctica y Organización Escolar).
7. Dra. Dña. Azucena Hernández Martín (Profesora Contratada Doctora – Área de Didáctica y Organización Escolar – 1 sexenio).
8. D. Luis María González Rodero (Profesor Colaborador – Área de Didáctica y Organización Escolar).
9. Dña. Verónica Basilotta Gómez-Pablos (Becaria de Investigación – Área de Didáctica y Organización Escolar).
10. Dña. Marta Martín del Pozo (Becaria de Investigación – Área de Didáctica y Organización Escolar).

El *subgrupo VisUsal* incluye a los investigadores dedicados al desarrollo de herramientas avanzadas que ayudan a los usuarios a comprender conjuntos de datos complejos, provenientes de una gran variedad de campos (Bioinformática, Humanidades Digitales, Análisis del Deporte, Paleoclimatología, etc.).

Los miembros de este subgrupo son (ver Figura 9.10):

1. *Director*: Dr. D. Roberto Therón Sánchez (Profesor Titular de Universidad – Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial – 2 sexenios).

2. D. Alejandro Benito Santos (Profesor Asociado – Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial).
3. Dña. Felicidad García Sánchez (Becaria de Investigación).
4. D. Antonio Gabriel Losada Gómez (Estudiante de Doctorado).

Figura 9.9. Miembros del subgrupo GITE

Figura 9.10. Miembros del subgrupo VisUsal

Por último, la *UIC 081* está formada por 9 miembros de los diferentes subgrupos (ver Figura 9.11):

1. *Director*: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo (Profesor Titular de Universidad – Acreditado a Catedrático de Universidad – Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial).
2. Dra. Dña. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso (Catedrática de Universidad – Área de Didáctica y Organización Escolar).
3. Dra. Dña. María José Rodríguez Conde (Catedrática de Universidad – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).
4. Dra. Dña. María Cruz Sánchez Gómez (Catedrática de Universidad – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).

5. Dr. Juan Antonio Juanes Méndez (Profesor Titular – Área de Anatomía y Embriología Humana).
6. Dr. D. José Antonio Merlo Vega (Profesor Titular de Universidad – Área de Biblioteconomía y Documentación).
7. Dra. Dña. Susana Olmos Migueláñez (Profesora Titular de Universidad – Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación).
8. Dr. D. Roberto Therón Sánchez (Profesor Titular de Universidad – Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial).
9. Dr. D. Ricardo Colomo Palacios (Catedrático de Universidad – *Computer Science Department – Østfold University College*, Noruega).

Figura 9.11. Miembros de la UIC081

En la Figura 9.12 se presentan algunos datos cuantitativos referidos a la composición de cada subgrupo, de la UIC 081 y del grupo completo. Por su parte, en la Figura 9.13 se muestra información de la categoría profesional de los miembros del grupo GRIAL, ofreciendo información tanto a nivel de subgrupo y UIC como de grupo completo.

Como se ha puesto de manifiesto, el Grupo GRIAL es un grupo multidisciplinar que busca, precisamente, en esta característica un hecho diferenciador en su actividad investigadora interdisciplinar, en este sentido la Figura 9.14 muestra la composición disciplinar de los subgrupos y del grupo completo, aunque en esta ocasión se ha omitido el subgrupo GRIAL-TOL por tener una orientación plenamente profesional y, por tanto, no de investigación.

Figura 9.12. Datos cuantitativos sobre los miembros de cada subgrupo, la UIC y el grupo completo

Figura 9.13. Datos sobre la categoría profesional de los miembros del Grupo GRIAL

Figura 9.14. Datos sobre los campos disciplinares de los miembros del Grupo GRIAL

9.1.3. Líneas de investigación

Las principales líneas de investigación del grupo GRIAL son:

- *Analítica visual* [1166-1177].
- *Calidad y evaluación en educación* [1178-1186].
- *Ciencias de la información* [419, 420, 572, 1187-1191].
- *Ecosistemas tecnológicos* [435, 440, 441, 444, 445, 447, 448, 451-453, 1083, 1192-1194].
- *Gestión estratégica de conocimiento y tecnología* [55, 56, 86, 87, 401, 576, 1195-1203].
- *Humanidades Digitales* [1204-1207].
- *Ingeniería web y arquitecturas software* [433, 434, 573, 840, 880, 1174, 1208-1218].
- *Metodologías eLearning* [136, 248, 249, 407, 1163, 1219-1223].
- *Responsabilidad social e inclusión* [713, 714, 967, 970, 1224-1232].
- *Sistemas de aprendizaje interactivos* [154, 1233-1238].
- *Tecnologías del aprendizaje* [98, 435, 445-448, 987, 1169, 1170, 1239-1263].
- *TIC e innovación educativa* [54, 1264-1272].

9.1.4. Colaboración con otros grupos y redes

No se pretende en este apartado incluir el catálogo completo de socios y grupos de investigación con los que se colabora y se tiene relación. Se va a reducir a una relación

de los grupos en los que algunos de los miembros tienen reconocida su colaboración y las redes nacionales e internacionales vivas en el período de referencia para este informe, esto es desde 2011 hasta la actualidad.

9.1.4.1. Relaciones con otros grupos de investigación

En cuanto a la relación con otros grupos se destaca:

1. Equipo de Investigación en Psicología, Género y Métodos de Investigación de la Universidad Pontificia de Salamanca. Desde diciembre de 2012 a la actualidad. Directora: Dra. Dña. Carmen Delgado Álvarez. Miembro de GRIAL colaborador: Dra. Dña. María Cruz Sánchez Gómez.
2. El Centro de Atención Integral al Autismo (INFOAUTISMO). Director: Dr. D. Ricardo Canal Bedia. Miembro de GRIAL colaborador: Dra. Dña. María Cruz Sánchez Gómez.
3. Grupo de Investigación e Innovación en Educación. Tecnológico de Monterrey, México. Directora: Dra. Dña. María Soledad Ramírez Montoya. Desde 2015 a la actualidad. Miembros de GRIAL colaboradores: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo y Dr. D. Juan José Mena Marcos. Fruto de esta colaboración se han desarrollado y se están desarrollando diferentes proyectos de investigación y ejemplos de algunas publicaciones conjuntas son [102, 113, 396, 416, 1273-1280].
4. Grupo de Investigación de Psicociencias del IBSAL (Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca). Director: Dr. D. Manuel Ángel Franco Martín. Desde octubre de 2017[25]. Este grupo se organiza en diferentes subgrupos, concretamente coordinados por miembros del Grupo GRIAL:
    a. El subgrupo de Tecnología en Psicociencias está coordinado por el Dr. D. Francisco José García-Peñalvo y en él, además, participa Dña. Alicia García-Holgado.
    b. El subgrupo de Metodología Cualitativa y Cuantitativa está coordinado por la Dra. Dña. Mª Cruz Sánchez Gómez y en él, además, participan la Dra. Dña. Ana Mª Pinto Llorente y el Dr. D. Fernando Martínez Abad.

[25] Aunque la aprobación del grupo por parte del IBSAL se ha producido en el último trimestre de 2017, debido a los procedimientos internos de este instituto, la actividad conjunta se remonta a varios años atrás.

Gracias a esta colaboración se ha participado y se participa en diferentes proyectos de investigación, con resultados en dos campos principalmente, los ecosistemas tecnológicos [1224, 1225, 1281-1283] y la investigación cualitativa [1229-1231].

5. Colaboración con el Grupo de Investigación e Innovación en Docencia con Tecnologías de la Información y la Comunicación (GIDTIC) de la Universidad de Zaragoza, dirigido por la Dra. Dña. María Luisa Sein-Echaluce Lacleta, y con el Laboratorio de Innovación en Tecnologías de la Información (LITI) de la Universidad Politécnica de Madrid, dirigido por el Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco, regulada por convenio de 23 de julio de 2015 entre las tres universidades (Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Salamanca y Universidad de Zaragoza). Al amparo de este convenio, se autorizan actividades conjuntas coordinadas por los directores de los grupos LITI, GIDTIC y GRIAL, entre las que cabe destacar:

    a. Organización de eventos (seminarios y congreso bianual) bajo la marca CINAIC (Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad) [614-616, 1284].

    b. Desarrollo de una plataforma tecnológica para la impartición de MOOC (iMOOC) [1263, 1285].

    c. Desarrollo de MOOC tanto en la plataforma MíriadaX como en la plataforma iMOOC [1286]:

        i. *Software* libre y conocimiento abierto (MíriadaX – 1ª edición, abril de 2013).

        ii. Innovación educativa aplicada (MíriadaX – 1ª edición, abril de 2014).

        iii. Innovación educativa aplicada (MíriadaX – 2ª edición, abril de 2015).

        iv. Innovación educativa aplicada (MíriadaX – 3ª edición, noviembre de 2015).

        v. aMOOC *Flip Teaching* (iMOOC – 1ª edición, noviembre de 2015).

vi. aMOOC Comunidades de aprendizaje (iMOOC – 1ª edición, noviembre de 2015).

vii. aMOOC Competencia de trabajo en equipo (iMOOC – 1ª edición, noviembre de 2015).

viii. aMOOC Fundamentos prácticos de la innovación educativa (iMOOC – 1ª edición, noviembre de 2015).

ix. Innovación educativa aplicada (MiríadaX – 4ª edición, enero de 2017).

x. Pasos básicos para un aprendizaje personalizados en el aula (MiríadaX – 1ª edición, febrero de 2017).

xi. *Flip teaching* (MiríadaX – 1ª edición, abril de 2018).

xii. Pasos básicos para un aprendizaje personalizados en el aula (MiríadaX – 2ª edición, abril de 2018).

d. Desarrollo de proyectos y contratos de investigación.

i. CDTI. Contrato de servicios para el desarrollo de un nuevo servicio de búsqueda de socios y mejoras de las funcionalidades del mapa de ayudas de la Red PI+d+i (años 2009 a 2013).

ii. CDTI. Contrato para los servicios de soporte y mantenimiento del sistema de gestión de conocimiento y difusión de ayudas públicas en I+D+i que apoye las actividades de la Red PI+d+i (años 2014 a 2017).

e. Desarrollo de proyectos de innovación educativa.

i. *Flip Teaching*. Universidad Politécnica de Madrid. Curso 2014-2015.

ii. Diseño y desarrollo de MOOC Universitario (proyecto transversal que integra a 5 grupos de Innovación Educativa de la UPM). Universidad Politécnica de Madrid. Curso 2014-2015.

iii. Los MOOCs en la UPM. *Flip Teaching*. Curso 2016-2017.

iv. *Flip teaching* para trabajo en equipo. Curso 2016-2017.

v. Aprendizaje adaptativo a través de la evaluación diagnóstica y formativa. Universidad Politécnica de Madrid. Curso 2016-2017.

vi. ICA. Inteligencia Colectiva Activa a través de la metodología *Flip Teaching*. Universidad Politécnica de Madrid. Curso 2017-2018.

vii. Curso masivo abierto en línea sobre *Software* Libre. Universidad de Zaragoza (Curso 2014-2015).

viii. Grupo de innovación en adaptatividad y enseñanza personalizada. Programa de Incentivación de la Innovación Docente en la Universidad de Zaragoza (2014-2015). PIIDUZ_14_063.

ix. Grupo de Innovación sobre Aprendizaje Personalizado y Sistemas Adaptativos. Programa de Incentivación de la Innovación Docente en la Universidad de Zaragoza (2015-2016). PIIDUZ_15_468.

x. Grupo de Innovación sobre Aprendizaje Personalizado y Sistemas Adaptativos. Programa de Incentivación de la Innovación Docente en la Universidad de Zaragoza (2016-2017). PIIDUZ_16_232.

xi. Implantación de un sistema integral de gestión del conocimiento para los procesos de innovación docente de la Universidad de Salamanca. (2014-2015). ID2014/0312.

xii. Definición de un proceso de gestión de la innovación docente en la Universidad de Salamanca sobre la base de un sistema integral de gestión del conocimiento. (2015-2016). ID2015/0045.

f. Realización de publicaciones conjuntas, como por ejemplo [95, 96, 1245, 1247, 1261, 1287-1289].

9.1.4.2. Participación en redes nacionales e internacionales

Desde 2011, los miembros del Grupo GRIAL han participado en las siguientes redes nacionales e internacionales:

1. SNOLA – Red temática española de analítica de aprendizaje (ref. TIN2015-71669-REDT). Investigador principal: Dr. D. Asier Perallos Ruiz. Duración: 1-12-2015 – 30-11-2017. Participantes por parte de GRIAL: Dra. Dña. Mª José Rodríguez Conde, Dr. D. Francisco José García-Peñalvo, Dr. D. Miguel Ángel Conde González y D. Juan Cruz-Benito. Más información: https://goo.gl/Ff9S1u [1290].

2. Red Iberoamericana de Innovación e Investigación en Tecnologías y Usos en el Aprendizaje Electrónico (RED RITUAL), constituida como una Red Académica Institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinador: Dr. D. José Antonio Jerónimo Montes. Responsable del nodo de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Desde 2014. Más información: https://goo.gl/8hGuvJ.

3. Red de investigación e innovación educativa. Cambios sociales y retos para la educación en la era digital (REUNI+D) (ref. EDU2015-68718-REDT). Investigadora Principal: Dra. Dña. Juana María Sáncho Gil. Desde 2015. Participantes por parte de GRIAL: Dra. Dña. Ana García-Varcárcel Muñoz-Repiso [1291].

4. Red Internacional de Investigación Openergy. Directora: Dra. Dña. María Soledad Ramírez Montoya, Tecnológico de Monterrey, México. Desde Octubre de 2016. Participantes por parte de GRIAL: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo y Dr. D. Juan José Mena Marcos. Más información: https://goo.gl/JvjdHy.

5. Red Iberoamericana de Investigación sobre la Calidad de la Formación Doctoral en Ciencias Sociales. Coordinador: Dr. D. Emilio Ortiz. Red de Investigación AUIP. Desde 2016. Participante por parte de GRIAL: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Más información: https://goo.gl/whccfD.

9.1.5. Proyectos y contratos de investigación

En este apartado se van a recoger aquellos proyectos y contratos de investigación en los que los miembros del grupo han tenido una responsabilidad de dirección desde 2011 hasta la actualidad. Más información en: https://goo.gl/hXXzEq.

9.1.5.1. Proyectos de investigación

En total, en este período de tiempo el Grupo GRIAL ha participado directamente en la gestión de 43 proyectos (3 locales, 5 regionales, 13 nacionales, 4 internacionales y 18 europeos, ver Figura 9.15), con un presupuesto aproximado de 8.897.871,66€.

Figura 9.15. Tipos de proyectos del Grupo GRIAL (Desde 2011). Fuente: [1161] (p. 20)

Relación de proyectos de investigación:

1. Servicios a empresas y ciudadanos mediante administración electrónica ofrecidos por las Universidades Públicas de Castilla y León (ref. TSI-050200-2009-252). Financia: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Investigador Principal: Dr. D. Evaristo Abril. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2009-2011. Presupuesto: 764.282€.

2. Layers4Moodle (ref. TSI-020302-2010-2). Financia: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Investigador Principal: D. Marcos Sergio Cuevas. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2010-2012. Presupuesto: 1.461.917€.

3. EF-TALCO: Evaluación de competencias clave y formación de profesorado de educación secundaria: TIC, ALFIN y convivencia escolar (ref. EDU2009-08753). Financia: Ministerio de Ciencia e Innovación. Investigadora Principal: Dra. Dña. María José Rodríguez Conde. Duración: 2010-2013. Presupuesto: 117.370,01€.

4. oiPLE: Entorno abierto, integrado y personalizado para el aprendizaje. Hacia una nueva concepción de los procesos de aprendizaje basados en tecnología (ref. TIN2010-21695-C02). Financia: Ministerio de Ciencia e Innovación. Investigador Principal: Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2011-2014. Presupuesto: 54.500€ [1216, 1292-1296].

5. TALARIA (Teaching and E-Learning Advances in European Mobility Space) (ref. 2011-1-PL1-LEO03-18641). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dr. D. Andrzej Niesler. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2011. Presupuesto: 33.892€.

6. Tagging, Recognition and Acknowledgment of Informal Learning ExpeRiences (TRAILER) (ref. 519141-LLP-1-2011-1-ES-KA3-KA3MP). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2011-2013. Presupuesto: 544.349€ [1297, 1298].

7. Factores protectores de las prácticas culturales andinas y consumo de alcohol y drogas en la población adolescente (ref. A3/041712/11). Financia: Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación (AECID). Investigadora Principal: Dra. Dña. María Cruz Sánchez Gómez. Duración: 2011-2013. Presupuesto: 44.862€.

8. Diagnóstico de la incidencia y formas de violencia doméstica por razones de género en adolescentes Aymaras urbanas de la región de Arica y Parinacota, Chile (ref. A/033951/10). Financia: Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación (AECID). Investigadora Principal: Dra. Dña. María Cruz Sánchez Gómez. Duración: 2011-2012. Presupuesto: 27.800€ [1299].

9. Mobile Personal Learning Environments (MPLE) (ref. SA294A12-2). Financia: Junta de Castilla y León. Investigador Principal: Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2012-2014. Presupuesto: 27.500€ [1256, 1258, 1300, 1301].

10. EHISTO (European HISTOry crossroads as pathways to intercultural and media education) (ref. 527752-LLP-1-2012-1-DE-COMENIUS-CMP). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dra. Dña. Susanne Popp. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2012-2014. Presupuesto: 385.635€ [1302].

11. Aprendizaje colaborativo a través de las TIC en el contexto de la Escuela 2.0 (ref. EDU2011-28071). Financia: Ministerio de Ciencia e Innovación. Investigadora Principal: Dra. Dña. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso. Duración: 2012-2015. Presupuesto: 54.692€.

12. INTO (Intercultural Mentoring tools to support migrant integration at school) (ref. 540440-LLP-1-2013-1-IT-COMENIUS-CMP). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dr. D. Enrico Roberto Barbieri. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2013-2015. Presupuesto: 333.463€ [1226, 1227, 1303-1306].

13. Virtual Alliances for Learning Society (VALS) (ref. 540054-LLP-1-2013-1-ES-ERASMUS-EKA). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2013-2016. Presupuesto: 533.337€ [155-160, 162, 163, 1307, 1308].

14. Desarrollo de un repositorio de aplicaciones móviles para mayores (ref. CTULEI3-3). Financia: Cátedra Telefónica – Universidad de León. Investigador Principal: Dr. D. Miguel Ángel Conde González. Duración: 2013-2014. Presupuesto: 2.000€ [1309, 1310].

15. IERS (Intercultural Education through Religious Studies) (ref. 539803-LLP-1-2013-1-IT-COMENIUS-CMP). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dr. D. Massimo Raveri. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2013-2015. Presupuesto: 400.000€ [1311].

16. EFI-CINCO: Evaluación, formación e innovación sobre competencias clave en educación secundaria: TIC, competencia informacional y resolución de conflictos (ref. EDU2012-34000). Financia: Ministerio de Economía y Competitividad. Investigadora Principal: Dra. Dña. María José Rodríguez Conde. Duración: 2013-2016. Presupuesto: 18.000€.

17. Plan de formación en TICs para mayores desarrollado a través de MOOCs (ref. CTULEI4-4). Financia: Cátedra Telefónica – Universidad de León. Investigador Principal: Dr. D. Miguel Ángel Conde González. Duración: 2014-2015. Presupuesto: 1.500€.

18. Proyecto Educativo Extracurricular "DocuTico: Documentando mi entorno" (ref. MEP-ProEduca-423-2014). Financia: Unión Europea/Ministerio de Educación Pública de Costa Rica. Investigadora Principal: Dra. Dña. María Cruz Sánchez Gómez. Duración: 2014-2015. Presupuesto: 71.089€.

19. Fen, Matematik ve İngilizce Derslerinde Bilişim İletişim Teknolojileri Araçları Kullanımının Etkinleştirilmesi [Science, Mathematics and ICT tools use in the Teaching of English] (ref. 2014-1-TR01-KA101-004923). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dr. D. Imge Özalp. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Juan José Mena Marcos. Duración: 2014-2016. Presupuesto: 27.500€.

20. MED-BALT Strategic Partnership in Adult Migrant Education: Perspectives from Mediterranean, Baltic Sea Regions (ref. 2014-1-LT01-KA204-000643). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: D. Vija Platačiūtė. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2015-2016. Presupuesto: 83.350€.

21. Red de investigación e innovación educativa. Cambios sociales y retos para la educación en la era digital (ref. EDU2015-68718-REDT). Financia: Ministerio de Economía y Competitividad. Investigadora Principal: Dra. Dña. Juana María Sáncho Gil. Investigadora Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dra. Dña. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso. Duración: 2015-2017. Presupuesto: 20.000€.

22. SNOLA – Red temática española de analítica de aprendizaje (ref. TIN2015-71669-REDT). Financia: Ministerio de Economía y Competitividad. Investigador Principal: Dr. D. Asier Perallos Ruiz. Investigadora Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dra. Dña. María José Rodríguez Conde. Duración: 2015-2017. Presupuesto: 35.000€ [1290].

23. Valuing All Languages to Unlock Europe (VALUE) (ref. 2015-1-IT02-KA201-015407). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dr. D. Enrico Roberto Barbieri. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2015-2017. Presupuesto: 299.969€.

24. Elaboración de la propuesta europea "GYRE. Generative Youth Research for Europe" (ref. EUIN2015-62676). Financia: Ministerio de Economía y Competitividad. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2015-2015. Presupuesto: 18.700€.

25. TACCLE3 – Coding (ref. 2015-1-BE02-KA201-012307). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: D. Jens Vermeersch. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2015-2017. Presupuesto: 279.940€ [1312-1318].

26. Mentoring Conversations for Preservice Teacher Supervision: Methods to Capture Pedagogical Supervisory Knowledge. Financia: Faculty Seed Grant. University of Wollongong (NSW, Australia). Investigador Principal: Dra. Dña. Wendy Nielsen. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Juan José Mena Marcos. Duración: 2015-2017. Presupuesto: 10.000€ [1319].

27. Teaching through with 21st century methodologies (ref. 2015-TR01-KA101-017238). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dña. Semra Gunes. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Juan José Mena Marcos. Duración: 2015-2017. Presupuesto: 38.882€.

28. Evaluación de Impacto del Desarrollo de Competencias Básicas sobre el Rendimiento Académico en Educación Secundaria: Propuesta de Formación e Innovación Docente (EFI-4) (Ref. EDU2015-64524-P). Financia: Ministerio de Economía y Competitividad. Investigadora Principal: Dra. Dña. María José Rodríguez Conde. Duración: 2016-2018. Presupuesto: 45.012€.

29. Evaluación de la competencia digital de los estudiantes de educación obligatoria y estudio de la incidencia de variables socio-familiares (ref. EDU2015-67975-C3-3-P). Financia: Ministerio de Economía y Competitividad. Investigadora Principal: Dra. Dña. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso. Duración: 2016-2019. Presupuesto: 26.400€.

30. Confidence in behaviour changes through serious games (ref. 732420). Financia: Unión Europea (H2020). Investigadora Principal: Dña. María Teresa Cobo. Investigadora Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca:

Dra. Dña. Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso. Duración: 2016-2018. Presupuesto: 134.453,75€.

31. STEMS: Supporting Teachers And Immigrant Students At School (ref. 2016-1-IT02-KA201-024707). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: D. Yasin Keskin. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2016-2019. Presupuesto: 198.270€.

32. SORAPS: Study of Religions Against Prejudices and Stereotypes (ref. 2016-1-IT02-KA201-024707). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dr. D. Massimo Raveri. Investigador Principal del Subproyecto de la Universidad de Salamanca: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2016-2019. Presupuesto: 357.872€.

33. E-EVALINTO: Evaluation environment for fostering intercultural mentoring tools and practices at school (ref. 2016-1-ES01-KA201-025145). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2016-2018. Presupuesto: 121.994€.

34. WYRED: netWorked Youth Research for Empowerment in the Digital society (ref. 727066). Financia: Unión Europea (H2020). Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2016-2019. Presupuesto: 993.662,50€ [970-972].

35. SocialNET. Red social privada para el seguimiento de la evolución diaria de los pacientes por parte de sus familiares. Financia: Junta de Castilla y León. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2016-2016. Presupuesto: 5.000€.

36. Toma de decisiones progresiva visual en humanidades digitales (PROgressive VIsual DEcision Making for Digital Humanities) (ref. PCIN-2017-064). Financia: Ministerio de Economía y Competitividad. Investigador Principal: Dr. D. Roberto Therón Sánchez. Duración: 2017-2020. Presupuesto: 826.139,79€.

37. TE-CUIDA, propuesta de un Ecosistema TEcnológico para apoyo a CUIDAdores asistenciales (ref. SA061P17). Financia: Junta de Castilla y León. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2017-2019. Presupuesto: 117.000€.

38. Plataforma de implementación de cursos on-line ECMSchool. Financia: Junta de Castilla y León. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2017-2018. Presupuesto: 8.000€.

39. HIPPOCAMPUS - Promoting Mental Health and Wellbeing among Young People through Yoga (ref. 2017-2-ES02-KA205-009942). Financia: Unión Europea. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2017-2019. Presupuesto: 192.914€.

40. Definición, implementación, despliegue y pruebas de experiencia de usuario de ecosistemas tecnológicos inteligentes en contextos educativos. Financia: Universidad de Salamanca. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2017-2020. Presupuesto: 61.424,61€.

41. DUEROLAND, sistema de ventas gestionado por personas con demencia o con alguna enfermedad mental. Financia: Junta de Castilla y León. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2017-2017. Presupuesto: 7.000€.

42. A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society (DEFINES) (ref. TIN2016-80172-R). Financia: Ministerio de Economía y Competitividad. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo. Duración: 2017-2020. Presupuesto: 82.900€ [1320-1325].

43. Detección de buenas prácticas educativas en escuelas de alto valor añadido mediante técnicas de Big Data. Financia: Fundación BBVA. Becas Leonardo para Investigadores y Creadores Culturales Fundación BBVA 2017. Investigador Principal: Dr. D. Fernando Martínez Abad. Duración: 2017-2018. Presupuesto: 30.300€.

En la Figura 9.16 se presentan los proyectos del Grupo GRIAL iniciados en cada año (desde 2009 hasta la actualidad).

Figura 9.16. Proyectos del Grupo GRIAL iniciados por año (2009-2017). Fuente: [1161] (p. 21)

En la Figura 9.17 se presenta cuántos proyectos y cuánto presupuesto ha conseguido aportar o participar cada investigador principal del Grupo GRIAL, mientras que en la Figura 9.18 se puede ver cómo aporta porcentualmente al total de proyectos el número de proyectos conseguido por cada investigador principal.

Figura 9.17. Número de proyectos y de presupuesto conseguido por cada uno de los investigadores principales. Fuente: [1161] (p. 21)

Figura 9.18. Número de proyectos conseguido por cada uno de los investigadores principales y su peso porcentual en el total. Fuente: [1161] (p. 22)

9.1.5.2. Contratos de investigación

En la Tabla 9.1 se recogen los contratos de investigación liderados por miembros del Grupo GRIAL que han estado activos desde 2011 hasta la actualidad, que han sido un total de 52 contratos firmados al amparo del *Artículo 83* de la Ley Orgánica de Universidades [265], con un presupuesto total aproximado de 690.998,67€.

Tabla 9.1. Contratos de investigación del Grupo GRIAL activos desde 2011. Fuente: [1161] (pp. 22-25)

	Título	Entidad financiadora	Año Comienzo	Año Finalización	IP	Presupuesto
1	Consultoría sobre nuevos servicios 2.0 de valor añadido para eLearning y los entornos personalizados de aprendizaje	Clay Formación Internacional, S.L.	2010	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.423,18 €
2	Consultoría, desarrollo e implantación de una plataforma *mLearning* para un curso de tutores del Programa de Nivel Directivo de la ECLAP	Escuela Administración Pública Castilla y León (ECLAP)	2010	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	17.877,00 €
3	Consultoría en la aplicación de la web semántica a Moodle para facilitar la definición de entornos abiertos de aprendizaje	Clay Formación Internacional, S.L.	2010	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	6.844,00 €
4	Asesoría para el uso de los dispositivos móviles en la lecto-escritura	Fundación Germán Sánchez Ruipérez	2011	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.888,00 €
5	Gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación *online* basada en soluciones de *software* libre	Gobierno de Navarra. Departamento de Salud. Servicio de Docencia y Desarrollo Sanitarios	2011	2012	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	10.000,50 €
6	Consultoría para la implantación de un Campus Virtual en la corporación Aguas de Barcelona	Aqua Development Network S. A.	2011	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	16.620,30 €
7	Desarrollo de tres objetos de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning	Gerencia Regional de Salud de Castilla y León	2011	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	10.561,00 €
8	Evaluación de proyectos de teleformación para el Centro de Recuperación de personas con discapacidad física y/o sensorial (IMSERSO)	IMSERSO	2011	2011	Dra. Dña. María José Rodríguez Conde	2.832,00 €
9	Detección de necesidades formativas y	IBBM Consultores,	2011	2011	Dr. D. Francisco	4.012,00 €

	Título	Entidad financiadora	Año Comienzo	Año Finalización	IP	Presupuesto
	construcción de oferta docente para empresarios y profesionales del sector agroalimentario y turístico de la provincia de Burgos. Propuesta de estudio y planteamiento de explotación	S.C.P.			José García-Peñalvo	
10	Gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación *online* basada en soluciones de *software* libre	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2012	2013	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	7.670,00 €
11	Desarrollo de cuatro objetos de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning	Gerencia Regional de Salud de Castilla y León	2012	2012	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	11.847,20 €
12	Consultoría para definir la red social profesional INAP	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2012	2013	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.628,75 €
13	Gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación *online* basada en soluciones de *software* libre	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2013	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	7.865,00 €
14	Consultoría para la definición de la metodología de trabajo y del procedimiento de intercambio de documentos, desde la red social hasta el Banco de Conocimientos del INAP	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2013	2013	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.447,25 €
15	Implantación de un repositorio de cursos compartidos entre distintas administraciones	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2013	2013	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.000,00 €
16	Consultoría sobre la definición de un sistema colaborativo de gestión de eventos para la comunicación de usuarios	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2013	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.568,25 €
17	Desarrollo de cinco objetos de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning	Gerencia Regional de Salud de Castilla y León	2013	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	12.777,60 €
18	Diseño y evaluación de materiales didácticos para la exposición itinerante de Plastihistoria de Castilla y León	Fundación Educa	2013	2013	Dra. Dña. María José Rodríguez Conde	3.000,00 €
19	Evaluación externa del proyecto Alfa III (2011)-10: Desarrollo de competencias profesionales a través de la evaluación participativa y la simulación utilizando herramientas web	Universidad de Cádiz	2013	2015	Dra. Dña. María José Rodríguez Conde	8.700,00 €
20	Servicios de gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación online basada en la versión 2.5 de Moodle del Departamento de Salud-Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2014	2015	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	6.352,50 €
21	Labores de mantenimiento y mejoras de la aplicación compartir	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2014	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.912,60 €
22	Estudio sobre la evolución de las soluciones tecnológicas para dar soporte a la gestión de la información	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2014	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.477,50 €
23	*ICT in Primary Education: Content Development Tools and Methodologies for Teachers*	Szkola Podstawowa NR 1	2014	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	700,00 €
24	Sistema de captación y almacenamiento de indicadores para el Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2014	2015	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	12.100,00 €
25	Análisis cuantitativo y cualitativo de las necesidades de formación continua de los profesionales de las industrias culturales y creadores de Castilla y León	Dirección General de Políticas Culturales de la Junta de Castilla y León	2014	2014	Dra. Dña. María Cruz Sánchez Gómez	10.000 €
26	Servicios para el mantenimiento y mejora del entorno social de aprendizaje del	Alten Soluciones, Productos, Auditoría e	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-	38.720,00 €

	Título	Entidad financiadora	Año Comienzo	Año Finalización	IP	Presupuesto
	Instituto Nacional de Administración Pública	Ingeniería, S.A.U.			Peñalvo	
27	Servicios de gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación online basada en la versión 2.5.9 de Moodle del Departamento de Salud-Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.537,50 €
28	Sistema de captación y almacenamiento de indicadores para el Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios: Cuestionarios e informes	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2015	2015	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	12.100,00 €
29	Actualización a la versión 5.2.1 del aplicativo (HORDE) que soporta el servicio de correo web del Educamadrid y su adaptación al entorno de uso de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Comunidad de Madrid	Alten Soluciones, Productos, Auditoría e Ingeniería, S.A.U.	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	24.622,05 €
30	Desarrollo de la interfaz de consulta de la base de datos del Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los universitarios en España	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	12.100,00 €
31	Diseño y Desarrollo de material educativo en el marco del proyecto "*exploreAT! Exploring Austria's culture through the language glass*"	Austrian Center for Digital Humanities. Austrian Academy of Sciences	2015	2019	Dr. D. Roberto Therón Sánchez	179.500,00 €
32	Evaluación técnica de proyectos	DNV-GL	2015	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.800,00 €
33	Diseño y desarrollo del ecosistema web para la formación de la empresa Simdemed	Simdemed S. L.	2015	2015	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.025,00 €
34	Gestión de la visibilidad en entornos sociales de la formación impartida por Simdemed	Simdemed S. L.	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	968,00 €
35	Servicios de gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación online basada en la versión 3.0 de Moodle del Departamento de Salud-Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2016	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.537,50 €
36	Definición y desarrollo de un ecosistema tecnológico para la gestión del conocimiento corporativo	Alten Soluciones, Productos, Auditoría e Ingeniería, S.A.U.	2016	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	20.437,19 €
37	Servicios para el mantenimiento y mejora del entorno social de gestión del conocimiento del Instituto Nacional de Administración Pública	Alten Soluciones, Productos, Auditoría e Ingeniería, S.A.U.	2016	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	13.624,79 €
38	Elaboración de un informe/auditoría de cumplimiento de prescripciones técnicas de la plataforma ECREATUS, tomando como referencia el Pliego de prescripciones técnicas para el acceso o recursos educativos digitales complementarios a las programaciones curriculares de Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria de Castilla y León	Junta de Castilla y León (DG de Política Educativa Escolar)	2016	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.210,00 €
39	Desarrollo de un objeto de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning	Junta de Castilla y León. Dirección Técnica de Farmacia de la Consejería de Sanidad	2016	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.327,50 €
40	Evaluación de la aplicación de las TIC en los procesos de aprendizaje de lenguas extranjeras y evaluación del proceso de implantación del bilingüismo en el Sistema Educativo de Castilla y León	Junta de Castilla y León	2016	2017	Dra. Dña. María José Rodríguez Conde	15.000,00 €
41	Servicio de gestión y mantenimiento de la infraestructura de formación *on line* basada en la versión 3.2.1 de Moodle del departamento de Salud-Servicio de	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y	2017	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.537,50 €

	Título	Entidad financiadora	Año Comienzo	Año Finalización	IP	Presupuesto
	Investigación, innovación y formación sanitaria del Gobierno de Navarra	Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra				
42	Diseño, implementación, lanzamiento y mantenimiento de la web del Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria) Universidad Politécnica de Madrid	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2017	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.175,00 €
43	Desarrollo del sitio web de la RED IBEROAMERICANA DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE LA FORMACIÓN DOCTORAL EN CIENCIAS SOCIALES EN LAS UNIVERSIDADES (RIICFDCSU)	Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP)	2017	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.500,00 €
44	Informe técnico para el *proyecto Expert Knowledge*	Ventus Consulting	2017	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.210,00 €
45	Propuesta de contenidos por parte del Autor para la titulación de UNIR denominada Máster en *E- Learning* y Redes Sociales	Universidad Internacional de la Rioja	2017	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	7.260,00 €
46	Desarrollo del proyecto "Barómetro de Empleabilidad de estudiantes de Másteres Universitarios" (Proyecto P1706490174, convenio específico entre la Obra Social la Caixa y la Universidad Politécnica de Madrid)	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2017	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.761,85 €
47	Evaluación técnica de proyectos	EQA IDI	2017	2018	Dr. D. Juan Antonio Juanes Méndez	1.400,00 €
48	Apoyo en tareas de investigación sobre los sistemas educativos europeos con Eurydice España-REDIE (CNIIE, MECD) por encargo del Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIEE) del Ministerio de Educación Cultura y Deporte (MECD) en el año 2017	Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIEE) del Ministerio de Educación Cultura y Deporte (MECD)	2017	2018	Dra. Dña. Susana Olmos Migueláñez	9.659,12 €
49	Elaboración de contenidos docentes dentro del Master en Formación del Profesorado de Educación Secundaria PER 49	Universidad Internacional de la Rioja	2017	2018	Dra. Dña. Patricia Torrijos Fincias	1.563,02 €
50	Servicio, gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación online basada en la última versión de Moodle (3.3.x) adaptada a la imagen corporativa del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles	Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles (CITOPIC)	2018	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.041,40 €
51	Diseño y desarrollo de un software para el análisis del rendimiento del fútbol. Exp. 322/17	Universidad de Vigo	2018	2019	Dr. D. Roberto Therón Sánchez	25.739,12 €
52	Servicio de gestión y mantenimiento de la infraestructura de formación *on line* basada en la plataforma Open Source Moodle del Servicio de Planificación, Evaluación y Gestión del Conocimiento del Departamento de Salud del Gobierno de Navarra	Departamento de Salud - Servicio de Planificación, Evaluación y Gestión del Gobierno de Navarra	2018	2019	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.537,50 €

En la Figura 9.19 se puede ver la distribución temporal de los contratos de investigación que han estado vivos desde 2011. En la Figura 9.20 se presenta cuántos contratos de investigación y cuánto presupuesto ha conseguido aportar o participar cada investigador principal del grupo GRIAL, mientras que en la Figura 9.21 se puede apreciar cómo aporta porcentualmente al total de contratos de investigación el número de contratos conseguido por cada investigador principal.

Figura 9.19. Número de contratos de investigación iniciados por año (2010-2018). Fuente: [1161] (p. 26)

Figura 9.20. Número de contratos de investigación y de presupuesto conseguido por cada uno de los investigadores principales. Fuente: [1161] (p. 26)

Figura 9.21. Número de contratos de investigación conseguido por cada uno de los investigadores principales y su peso porcentual en el total. Fuente: [1161] (p. 27)

9.1.6. Producción científica

El Grupo GRIAL es un grupo multidisciplinar con miembros que provienen, fundamentalmente, del ámbito de la Ingeniería y del ámbito de las Ciencias Sociales. Por ello, las publicaciones reflejan la idiosincrasia de ambas disciplinas. En este apartado se va a presentar datos sobre las publicaciones conseguidas por el grupo desde 2011 hasta la actualidad, teniendo en cuenta solamente las revistas indexadas en el *Journal Citation Report* de *Web of Science* (Wos), en Scopus y en el *Emerging Sources Citation Index* de Wos. La relación específica de las publicaciones del Grupo GRIAL en este período se puede consultar en [1161].

9.1.6.1. Publicaciones indizadas en el JCR de WoS

Desde 2011, el Grupo GRIAL ha publicado 120 artículos en 46 revistas indizadas en el JCR de WoS, como se apreciar en la Figura 9.22 (36 Q1; 18 Q2; 31 Q3; 35 Q4 – ver Figura 9.23).

Figura 9.22. Revistas JCR en las que ha publicado el Grupo GRIAL (desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 28)

Figura 9.23. Clasificación en cuartiles de las publicaciones JCR del Grupo GRIAL (desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 28)

9.1.6.2. Publicaciones indizadas en Scopus

Desde 2011, el Grupo GRIAL ha publicado 108 artículos en 31 revistas indizadas en Scopus (y que no están indizadas en JCR), como se apreciar en la Figura 9.24 (2 Q1; 21 Q2; 63 Q3; 22 Q4 – ver Figura 9.25).

Figura 9.24. Revistas Scopus en las que ha publicado el Grupo GRIAL (desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 44)

Figura 9.25. Clasificación en cuartiles de las publicaciones Scopus del Grupo GRIAL (desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 44)

9.1.6.3. Publicaciones incluidas en ESCI de WoS

El índice ESCI (*Emerging Sources Citation Index*) está incluido en WoS. Este índice fue lanzado en noviembre de 2015 y a fecha de escribir este capítulo incluye 791 revistas (https://goo.gl/HTFn4d).

Desde 2007, el Grupo GRIAL ha publicado 10 artículos en 3 revistas, como se aprecia en la Figura 9.26. A diferencia de las bases de datos anteriores, ESCI no tiene índices de impacto, ni organización en cuartiles.

Figura 9.26. Revistas ESCI en las que ha publicado el Grupo GRIAL (desde 2017). Fuente: [1161] (p. 57)

9.1.6.4. Datos globales

Una vez introducida la producción científica en revistas indexadas desde 2011 a la actualidad, en la Figura 9.27 se presenta cómo se organizan las publicaciones totales, 238, en revistas indexadas conseguidas por el Grupo GRIAL en dicho período.

Figura 9.27. Publicaciones totales del Grupo GRIAL (Desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 59)

Figura 9.28. Producción científica de los miembros del Grupo GRIAL por tipo de publicación (Desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 60)

En la Figura 9.28 se recoge el resumen de la producción científica del Grupo GRIAL presentada por investigador y categoría de publicación. Por último, en la Figura 9.29 se recogen las publicaciones totales conseguidas por los miembros del Grupo GRIAL organizadas por base de datos.

Figura 9.29. Publicaciones de los miembros del Grupo GRIAL por base de datos (Desde 2011). Fuente: Basada en [1161] (p. 61)

9.1.7. Organización de congresos científicos

El Grupo GRIAL tiene una alta actividad en organización de congresos científicos. Desde 2011 se destacan:

1. XIV Simposio Internacional en Informática Educativa 2012 (SIIE 2012). Andorra la Vella, Andorra, 29-31 de octubre de 2012 [1326, 1327].
2. II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2013). Madrid, España, 6-8 de noviembre de 2013 [614].
3. III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015). Madrid, España, 14-16 de octubre de 2015) [615].
4. XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2016). Salamanca, España, 13-16 de septiembre de 2016 [1328, 1329].
5. XVII Conferencia Internacional sobre la Interacción Persona-Ordenador (Interacción 2016). Salamanca, España, 13-16 de septiembre de 2016 [1330, 1331].
6. XVIII Congreso Internacional de Investigación Educativa. Interdisciplinariedad y transferencia (AIDIPE 2017). Salamanca, España, 28-30 de junio de 2017 [1332, 1333].
7. 18th Biennial ISATT Conference: "Teaching search and research" (ISATT 2017). Salamanca, Spain, July 3rd-7th, 2017 [1334].
8. 6º Congreso Ibero-Americano en Investigación Cualitativa (CIAIQ 2017) y 2nd International Symposium on Qualitative Research (ISQR 2017). Salamanca, Spain, July 12th-14 th, 2017 [1335-1337].
9. IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2017). Zaragoza, España, 4-6 de octubre de 2017 [616].

Una mención especial requiere el Congreso Internacional *Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (TEEM – https://teemconference.eu) porque es un evento que se gestó en el Grupo GRIAL y que refleja completamente el carácter multidisciplinar e interdisciplinar del grupo. Las dos primeras ediciones se llevaron a cabo en Salamanca (España) en 2013 [32, 33] y 2014 [34], para a partir de 2015 pasar a organizarse los años impares fuera de Salamanca y los años pares volver a Salamanca. Así, la tercera edición en 2015 se celebró en Porto (Portugal) [35], en 2016 en Salamanca (España) [36] y en 2017 en Cádiz (España) [37]. La sexta edición se

celebrará de nuevo en Salamanca en octubre de 2018, coincidiendo con el VIII centenario de la Universidad de Salamanca.

9.1.8. Imagen corporativa

El Grupo GRIAL ha desarrollado una imagen corporativa que se encuentra disponible en la página https://goo.gl/QMGsSU.

El logotipo principal del grupo se muestra en la Figura 9.30, existiendo versiones a una tinta, versión rectangular y versión de prestigio, como se puede ver en el manual de identidad del Grupo GRIAL [1338], que se pueden descargar directamente de [1339]. Así mismo, la tipografía oficial del grupo se basa en la fuente *Dosis*.

Figura 9.30. Versión principal del logotipo de GRIAL. Fuente: [1339]

En la Figura 9.31 se presenta un resumen del uso correcto de la identidad GRIAL.

Figura 9.31. Recomendaciones para el correcto uso de la identidad GRIAL. Fuente: https://goo.gl/TRSy4A

9.2. Perfil investigador

En el apartado 9.1 se ha presentado la información relativa al Grupo de Investigación liderado por el candidato a esta plaza de Catedrático de Universidad y en el cual desarrolla su actividad investigadora. Si bien en dicho apartado se presentaba un mérito colectivo, en el presente apartado se centra en el perfil investigador individual de dicho candidato, perfil que, por otra parte, se alimenta del trabajo en grupo realizado desde el comienzo de la carrera académica.

9.2.1. Datos básicos

En la Tabla 9.2 se recogen los datos básicos del candidato como investigador.

Tabla 9.2. Datos básicos como investigador

Nombre	Dr. D. Francisco José García Peñalvo
Número de funcionario	0786261557 A0504
Fecha de nacimiento	09-07-1971
Fecha de defensa de la tesis doctoral	18/02/2000
Número de sexenios de investigación	3 (1998-2003 / 2004-2009 / 2010-2015)
Sexenio vivo	Sí
% de sexenios sobre los posibles	100%
Universidad	Universidad de Salamanca
Unidad departamental	Departamento de Informática y Automática
Área de conocimiento	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Instituto de investigación	Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)
Responsabilidad de gestión de la investigación	• Director del Grupo GRIAL (GIR USAL) • Director de la UIC 081 (Junta de Castilla y León)
Otros	Profesor Distinguido de la Escuela de Humanidades y Educación. Tecnológico de Monterrey, México. 2016-2018

9.2.2. Proyectos y contratos de investigación

9.2.2.1. Proyectos de investigación

En la Tabla 9.3 se recogen las actividades que se pueden calificar como proyectos de investigación y en las que se ha participado bien como investigador principal o como parte de un equipo de investigación. Además, en la Figura 9.32 se presenta una nube de palabras realizada con los títulos de los proyectos, en la que quedan resaltadas las palabras relacionadas con el perfil de investigación de la plaza a concurso, las tecnologías del aprendizaje.

Tabla 9.3. Proyectos de investigación dirigidos y/o participados. Fuente: Elaboración propia

	Proyecto	Referencia	Año Inicio	Año Final	Investigador Principal	IP-Subproyecto USAL	Financia	Tipo	Presupuesto
1	Definición y diseño de "mecanos" reutilizables como soporte a la construcción rápida de aplicaciones (dentro del Proyecto Coordinado MENHIR)	TIC97-0593-C05-05	1997	2000	Dr. D. José Manuel Marqués Corral		CICYT	Nacional	42.431,45 €
2	Aplicaciones del Modelo Mecano a la Ingeniería del Software Basada en Reutilización (dentro del Proyecto	TIC2000-1673-C06-05	2000	2003	Dr. D. Miguel Ángel Laguna Serrano		CICYT	Nacional	78.132,00 €

	Proyecto	Referencia	Año Inicio	Año Final	Investigador Principal	IP-Subproyecto USAL	Financia	Tipo	Presupuesto
	Coordinado DOLMEN								
3	Red de Investigación en Ingeniería del Software		2000	2001	Dr. D. Miguel Toro Bonilla		CICYT	Nacional	18.030,00 €
4	Implantación de un sistema telemático para la cooperación entre PYMES para la internacionalización		2000	2001	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco		Ministerio de Economía	Nacional	
5	Herramienta de Autor para el Desarrollo de Material Didáctico Multimedia	SA002/01	2001	2001	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	3.606,00 €
6	Elaboración de un software educativo para la enseñanza de la ortografía	SA091/01	2001	2002	Dra. Dña. Mª del Pino Lecuona Naranjo		Junta de Castilla y León	Regional	5.517,00 €
7	Ayuda para la celebración del 2º Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador	TIC2000-2877-E	2001	2001	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		CICYT	Nacional	6.010,00 €
8	Plataforma de trabajo cooperativo entre profesores de primaria y secundaria para la creación de recursos educativos en Red: Actividades de pensamiento complejo y creación de hipertextos multimedia	SA017/02	2002	2004	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	4.552,00 €
9	ODISEAME (Open Distance Interuniversity Synergies between Europe, Africa and Middle East)	EUMEDIS B7-4100/2000/2165-79 P546	2002	2006	CEDETEL		European Union	Europeo	2.724.743,00 €
10	Ajedrez Tutor		2003	2003	D. Javier Sanz Alonso		Junta de Castilla y León	Regional	7.400,00 €
11	Rede de Transferencia de Conhecimento e Tecnológica- Braganza –Zamora	INTEREG III-A (RTCT-B-Z/SP2.P18)	2003	2004	Dr. D. José Adriano Gomes Pires	Dr. D. Rafael Caballero Yuste	European Union	Europeo	366.000,00 €
12	Máster Interuniversitario en formación de Profesorado de Calidad para la Docencia Preuniversitaria (MIFORCAL)	II 0452 FA FI	2004	2008	Dr. D. Umberto Margiotta	Dr. D. Antonio López Eire	European Union	Europeo	412.700,00 €
13	Primer Simposio sobre Avances en Gestión de Proyectos y Calidad del Software	TIN2004-22029-E	2004	2005	Dña. Dña. María N. Moreno García		Ministerio de Educación y Ciencia	Nacional	4.000,00 €
14	Red temática sobre diseño de actividades y objetos para el aprendizaje (REDAOPA)	TSI2004-21263-E / TSI2006-27731-E/	2005	2008	Dr. D. Miguel Ángel Sicilia Urbán		Ministerio de Educación y Ciencia	Nacional	22.000,00 €
15	Plataforma de *e-learning* basada en la gestión del conocimiento, bibliotecas de objetos de aprendizaje y sistemas adaptativos (KEOPS)	TSI2005-00960	2005	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Educación y Ciencia	Nacional	47.600,00 €
16	Elaboración de la propuesta europea DeLP: Portfolio digital para entornos de eLearning	TSI2006-26930-E	2006	2007	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Educación y Ciencia	Nacional	5.000,00 €
17	IFIP International Workshop on Human-Computer Interaction	TIN2006-27687-E	2007	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Educación y Ciencia	Nacional	3.000,00 €
18	Cibermetría: los estudios de Ingeniería Informática en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior. Estado actual de los sitios web en la universidad española	02/2006	2007	2007	Dra. Dña. María Luisa Pérez Delgado		Fundación Memoria de D. Samuel Solórzano Barruso de la Universidad de Salamanca	Local	2.500,00 €
19	Sistemas adaptativos e interacción humana: Diseño de un porfolio digital para entornos *e-learning*	SA056A07	2007	2009	Dr. D. Francisco José García Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	15.000,00 €

	Proyecto	Referencia	Año Inicio	Año Final	Investigador Principal	IP-Subproyecto USAL	Financia	Tipo	Presupuesto
20	Estacionario: Repositorio Institucional de la Universidad de Salamanca		2008	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Cultura	Nacional	79.078,00 €
21	eLearning sin barreras: Nuevos paradigmas de comunicación, servicios y modalidades de interacción para la formación en línea	GR47	2008	2010	Dr. D. Antonio López Eire		Junta de Castilla y León	Regional	206.120,00 €
22	Universidad de Salamanca Digital		2008	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Banco de Santander, Fundación Marcelino Botín y Universidad de Salamanca	Local	5.220.000,00 €
23	X Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2008)	TIN2008-02670-E/TSI	2008	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Ciencia e Innovación	Nacional	9.000,00 €
24	Portal de conocimiento en competencias transversales	AC/2008/153	2008	2009	D. Francisco Lamamie de Clairac		Junta de Castilla y León	Regional	65.400,00 €
25	VITOR. El sueño de Nebrija. Creación de un videojuego para PC y Consolas sobre lengua y literatura española	TSI-070100-2008-243	2008	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Industria, Turismo y Comercio	Nacional	4.518.474,00 €
26	Estudio, digitalización y catalogación de la obra inédita de Antonio López Eire	FS/8-2008	2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Fundación Memoria de D. Samuel Solórzano Barruso de la Universidad de Salamanca	Local	5.000,00 €
27	Sistema de Adaptación de Contenidos Formativos a Dispositivos Móviles	PPT-430000-2008-60	2009	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Ciencia e Innovación	Nacional	545.504,90 €
28	Estacionario: Repositorio Institucional de la Universidad de Salamanca. 2ª fase		2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Cultura	Nacional	50.000,00 €
29	Capacitación Tecnológica de los Futuros Profesionales de la Industria de Contenidos Digitales – Universidad de Salamanca		2009	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Red.es	Nacional	180.000 €
30	Refinamiento y mejora de un motor de búsqueda web mediante análisis de patrones de búsqueda y navegación	18.KA3Ñ 463A.C.01	2009	2010	Dr. D. José Antonio Merlo Vega		Universidad de Salamanca	Local	5.000,00 €
31	IX International Simposium on Smart Graphics	TIN2009-07323-E/TIN	2009	2009	Dr. D. Roberto Therón Sánchez		Ministerio de Ciencia e Innovación	Nacional	5.700,00 €
32	Multicultural Interdisciplinary Handbook (MIH): Tools for learning history and geography in a multicultural perspective	502461-2009-LLP-ES-COMENIUS-CMP	2009	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		European Union	Europeo	427.670,00 €
33	Contrato de servicios para el desarrollo de un nuevo servicio de búsqueda de socios y mejoras de las funcionalidades del mapa de ayudas de la Red PI+d+i	P090625946	2009	2013	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco		CDTI	Nacional	160.000,00 €
34	ELVIN (European Language Virtual Network)	505740-2009-LLP-ES-KA2-KA2MP	2009	2011	D. Juan Carlos González González		European Union	Europeo	532.555,00 €
35	Layers4Moodle	TSI-020302-2009-35	2009	2009	Padawan Network, S.L.	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio	Nacional	681.071,00 €
36	Servicios a empresas y ciudadanos mediante administración electrónica ofrecidos por las Universidades Públicas de Castilla y León	TSI-050200-2009-252	2009	2011	Dr. D. Evaristo Abril	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio	Nacional	764.282,00 €

	Proyecto	Referencia	Año Inicio	Año Final	Investigador Principal	IP-Subproyecto USAL	Financia	Tipo	Presupuesto
37	Sem-IDI. Herramienta de Gestión de la I+D+i apoyada en tecnologías semánticas	IDI-20091150	2009	2010	Dr. D. Ricardo Colomo Palacios		CDTI	Nacional	20.500,00 €
38	E-learning in flamenco rhythm	872A8A24631B9423	2010	2011	D. Michael Gawryszczak	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	38.709,00 €
39	Layers4Moodle	TSI-020302-2010-2	2010	2012	D. Marcos Sergio Cuevas	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio	Nacional	1.461.917,00 €
40	oiPLE: Entorno abierto, integrado y personalizado para el aprendizaje. Hacia una nueva concepción de los procesos de aprendizaje basados en tecnología	TIN2010-21695-C02	2011	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Ciencia e Innovación	Nacional	54.500,00 €
41	M2OLP (From Moodle to an Open Learning Platform): Arquitectura basada en servicios para el despliegue de las funcionalidades de Moodle en entornos abiertos y personalizados de aprendizaje	TIN2010-21695-C02-01	2011	2014	Dr. D. Francisco José García Peñalvo		Ministerio de Ciencia e Innovación	Nacional	
42	Learning Apps	IPT-430000-2010-0012	2010	2013	TECSIDEL		Ministerio de Ciencia e Innovación	Nacional	3.022.001,00 €
43	TALARIA (Teaching and E-Learning Advances in European Mobility Space)	2011-1-PL1-LEO03-18641	2011	2011	Dr. D. Andrzej Niesler	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	33.892,00 €
44	Cloud HICM: Servicios de gestión del capital humano e intelectual en la nube	TSI-020100-2011-240	2011	2013	Dr. D. Ricardo Colomo Palacios		Ministerio de Industria, Turismo y Comercio	Nacional	119.710,00 €
45	ECQA Certified Social Media Networker Skills	2011-1-ES1-LEO05-35930	2011	2013	Dr. D. Ricardo Colomo Palacios		European Union	Europeo	180.431,47 €
46	Tagging, Recognition and Acknowledgment of Informal Learning ExpeRiences (TRAILER)	519141-LLP-1-2011-1-ES-KA3-KA3MP	2011	2013	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		European Union	Europeo	544.349,00 €
47	Diseño, desarrollo y prototipado de una plataforma TIC de servicios post-viaje para turistas. POST-VIA 2.0	IPT-2011-0973-410000	2011	2013	Dr. D. Ricardo Colomo Palacios		Ministerio de Economía y Competitividad	Nacional	213.000,00 €
48	Mobile Personal Learning Environments (MPLE)	SA294A12-2	2012	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	27.500,00 €
49	EHISTO (European HISTOry crossroads as pathways to intercultural and media education)	527752-LLP-1-2012-1-DE-COMENIUS-CMP	2012	2014	Dra. Dña. Susanne Popp	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	385.635,00 €
50	InLOC (Integrating Learning Outcomes and Competences)	SA/CEN/ENTR/EFTA/000/2011-20	2011	2013	CEN Workshop on Learning Technologies		European Union	Europeo	
51	European Regions Enforcing Actions against Suicide (EUROGENAS)	20101203	2012	2014	Dr. D. Theodor Haratau		European Union	Europeo	1.387.807,00 €
52	M-PEOPLENET. Gestión del capital humano e intelectual basado en cloud computing para un entorno móvil	IDI-20130420	2013	2015	Dr. D. Ricardo Colomo Palacios		CDTI	Nacional	46.745,00 €
53	INTO (Intercultural Mentoring tools to support migrant integration at school)	540440-LLP-1-2013-1-IT-COMENIUS-CMP	2013	2015	Dr. D. Enrico Roberto Barbieri	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	333.463,00 €
54	Virtual Alliances for Learning Society (VALS)	540054-LLP-1-2013-1-ES-ERASMUS-EKA	2013	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		European Union	Europeo	533.337,00 €
55	Desarrollo de un repositorio de aplicaciones móviles para mayores	CTULEI3-3	2013	2014	Dr. D. Miguel Ángel Conde González		Cátedra Telefónica – Universidad de León	Local	2.000,00 €
56	Smart Li-fi: Acceso a Internet inalámbrico a través de la luz procedente de	TSI-100502-2013-24	2013	2015	Dr. D. Ricardo Colomo Palacios		Ministerio de Industria, Energía y Turismo	Nacional	315.966,23 €

	Proyecto	Referencia	Año Inicio	Año Final	Investigador Principal	IP-Subproyecto USAL	Financia	Tipo	Presupuesto
	luminarias pública								
57	IERS (Intercultural Education through Religious Studies)	539803-LLP-1-2013-1-IT-COMENIUS-CMP	2013	2015	Dr. D. Massimo Raveri	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	400.000,00 €
58	Plan de formación en TICs para mayores desarrollado a través de MOOCs	CTULEI4-4	2014	2015	Dr. D. Miguel Ángel Conde González		Cátedra Telefónica – Universidad de León	Local	1.500,00 €
59	MED-BALT Strategic Partnership in Adult Migrant Education: Perspectives from Mediterranean, Baltic Sea Regions	2014-1-LT01-KA204-000643	2015	2016	D. Vija Platačiūtė	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	83.350,00 €
60	Contrato para los servicios de soporte y mantenimiento del sistema de gestión de conocimiento y difusión de ayudas públicas en I+D+i que apoye las actividades de la Red PI+d+i	P140625085	2014	2015	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco		CDTI	Nacional	59.250,00 €
61	Mi Compu.MX	000000000230297	2015	2015	Dra. Dña. María Soledad Ramírez Montoya	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	CONACYT	Internacional	19.450,72 €
62	A global ecosystem for the independent and healty living of elder people with mild cognitive impairments (EHCOBUTLER)	643566	2015	2017	Everis		European Union (H2020)	Europeo	3.625.915,50 €
63	A high performance solution for predictive analytics (Neural Designer)	672676	2015	2017	D. Roberto López González		European Union (H2020)	Europeo	71.429,00 €
64	A Million Pictures: Magic Lantern Slide Heritage as Artefacts in the Common European History of Learning (EURO-MAGIC)	PCIN-2015-186-C02-01	2015	2018	Dr. D. F. Kessler	Dr. D. Francisco Javier Frutos Esteban	Ministerio de Economía y Competitividad / European Union	Europeo	30.000,00 €
65	SNOLA – Red temática española de analítica de aprendizaje	TIN2015-71669-REDT	2015	2017	Dr. D. Asier Perallos Ruiz	Dra. Dña. María José Rodríguez Conde	Ministerio de Economía y Competitividad	Nacional	35.000,00 €
66	Valuing All Languages to Unlock Europe (VALUE)	2015-1-IT02-KA201-015407	2015	2017	Dr. D. Enrico Roberto Barbieri	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	299.969,00 €
67	Elaboración de la propuesta europea "GYRE. Generative Youth Research for Europe"	EUIN2015-62676	2015	2015	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Economía y Competitividad	Nacional	18.700,00 €
68	TACCLE3 – Coding	2015-1-BE02-KA201-012307	2015	2017	D. Jens Vermeersch	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	279.940,00 €
69	Creación de un consorcio internacional en el área de Salud y Atención Social		2016	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	5.000,00 €
70	SocialNET. Red social privada para el seguimiento de la evolución diaria de los pacientes por parte de sus familiares		2016	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	5.000,00 €
71	Contrato para los servicios de soporte y mantenimiento del sistema de gestión de conocimiento y difusión de ayudas públicas en I+D+i que apoye las actividades de la Red PI+d+i	P1606490100	2016	2017	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco		CDTI	Nacional	59.290,00 €
72	Laboratorio Bi-Nacional para la Gestión Inteligente de la Sustentabilidad Energética y Formación Tecnológica – Subproyecto Innovación abierta, interdisciplinaria y	266632	2016	2019	Dr. D. Arturo Molina Gutiérrez		CONACYT	Internacional	14.179.440,00 €

	Proyecto	Referencia	Año Inicio	Año Final	Investigador Principal	IP-Subproyecto USAL	Financia	Tipo	Presupuesto
	colaborativa para formar en sustentablidad energética a través de MOOC								
73	STEMS: Supporting Teachers And Immigrant Students At School	2016-1-TR01-KA201-034681	2016	2019	D. Yasin Keskin	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	198.270,00 €
74	SORAPS: Study of Religions Against Prejudices and Stereotypes	2016-1-IT02-KA201-024707	2016	2019	Dr. D. Massimo Raveri	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	European Union	Europeo	357.872,00 €
75	E-EVALINTO: Evaluation environment for fostering intercultural mentoring tools and practices at school	2016-1-ES01-KA201-025145	2016	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		European Union	Europeo	121.994,00 €
76	WYRED: netWorked Youth Research for Empowerment in the Digital society	727066	2016	2019	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		European Union (H2020)	Europeo	993.662,50 €
77	A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society (DEFINES)	TIN2016-80172-R	2017	2020	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Ministerio de Economía y Competitividad	Nacional	82.900,00 €
78	Determinación de los factores y actores que influyen en la percepción de los adolescentes hacia la cienca y la tecnología: Análisis de estudio de género	268261	2017	2017	Dra. Dña. Ángeles Domínguez		CONACYT	Internacional	12.285,97 €
79	Toma de decisiones progresiva visual en humanidades digitales (PROgressive VIsual DEcision Making for Digital Humanities)	PCIN-2017-064	2017	2020	Dr. D. Roberto Therón Sánchez		Ministerio de Economía y Competitividad / Europan Union	Europeo	826.139,79 €
80	TE-CUIDA, propuesta de un Ecosistema TEcnológico para apoyo a CUIDAdores asistenciales	SA061P17	2017	2019	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	117.000,00 €
81	Plataforma de implementación de cursos on-line ECMSchool		2017	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	8.000,00 €
82	HIPPOCAMPUS - Promoting Mental Health and Wellbeing among Young People through Yoga	2017-2-ES02-KA205-009942	2017	2019	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		European Union	Europeo	192.914,00 €
83	Definición, implementación, despliegue y pruebas de experiencia de usuario de ecosistemas tecnológicos inteligentes en contextos educativos		2017	2020	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Universidad de Salamanca	Local	61.424,61 €
84	DUEROLAND, sistema de ventas gestionado por personas con demencia o con alguna enfermedad mental		2017	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	7.000,00 €
85	Consolidación de un consorcio internacional en el área de Salud y Atención Social		2017	2018	Dr. D. Francisco José García Peñalvo		Junta de Castilla y León	Regional	4.000,00 €
86	Aumento de la visibilidad de RITEC mejorando la experiencia de usuario y su interoperabilidad con el Repositorio Nacional	280318	2017	2018	Dra. Dña. María Soledad Ramírez Montoya		CONACYT	Internacional	41.068,50 €
87	Análisis del Uso y Apropiación de los Recursos Educativos Abiertos en las instituciones de Educación Superior	PAPIIT IT-300318	2018	2021	Dr. D. José Antonio Jerónimo Montes		Universidad Nacional Autónoma de México	Internacional	25.505,70 €
88	Apoyo al sistema de Educación superior en Marruecos en el marco de un acercamiento	MA13/ENPI/SO/02-17 (MA/58)	2018	2019	Dra. Dña. Pilar Garcés	Dra. Dña. María José Rodrígez-Conde	European Union	Europei	1.200.000 €

	Proyecto	Referencia	Año Inicio	Año Final	Investigador Principal	IP-Subproyecto USAL	Financia	Tipo	Presupuesto
	hacia el Espacio Europeo de Educación Superior								

De las 88 actividades incluidas en la Tabla 9.3, 7 son proyectos locales (contexto de una universidad española determinada), 14 regionales, 34 nacionales, 5 internacionales y 28 europeos, tal y como se refleja en la Figura 9.33.

Learning
Open
Technology
Education
Europe
Network
Service
Ecosystem
Digital
Gestion
Design
Tools
System
Teachers
Public
Help
Intelligent
Interaction
Elearning
Software
University
Moodle
Creation
Educativo
Repository
Proyecto
Ingeniería
Knowledge
Social
Health
History
Development
Aplicaciones
Objetos
Web
Mooc
Formacion
Plataforma
Analisis
Salamanca
Mejora
Propuesta
Interuniversity
Intercultural
Recursos
Activities
Estudio
Adult
Cloud
Innovation
Busqueda
Interoperability
Soporte
Virtual
International
Moviles
School
Calidad
Society
Smart
People
Mobile
Apps
Elaboracion
Mediante
Humanidades
Obra
Mapa
Contenidos
Luz
Contrato
Capital
Teaching
Coordinado
Layers
Multimedia
Visual Cooperation
Definicion
Digitales
Estacionario
Language
Salud
Institucional
Space
Futuros
Energetica
Human
Perspective
Mecano
Tutor
Inedita
Certifica
Mentoring
Portfolio
Humano
Portal
Yoga
Support
Informatica
Neural
Migrant
Regions
Skills
Plan
Movil
Nube
Fase
Uso
Viaje
Mple
Elder
Slide
Master
Wellbeing
Quality
Rapida
Value
Construccion
Didactica
Acceso
Primaria
Codesores
Autor
Youth
Research
Processes
Discusiones
Apuntes
Funcionalidades
Nacional
Adaptativos
Modelo
Integrating
Consulta
Usuario
Ajedrez
Secundaria
Personalizado
Difusion
Study
Recursos
Estudiantes
Estudio
Cuida
Electronica
Personal
Pictures
Pymes
Computer
Coding
Cultura
Lenguas
Estudiantes
Profesores
Mayores
Mental
Intelectual
Media
Ciencia
Internet
Religiones
Pedagogos
Informal
Libertad
Defines
Designer
Modalidades
Diaria
Personalizado
Religious
Modeling
Pruebas
Desarrollo
Bibliotecas
Atencion
Millon
Reconocimiento
Procesos
Research
Usuarios
Aplicaciones
Apps
Secundaria
Revitalizacion
Personalizado
Colaboracion
Refinamiento
Formatos
Alianzas
Geography
Global
Signature
Slide
Elder

subproyectos, se podrá ser el coordinador de todo el proyecto y/o investigador principal de cada subproyecto. Esto se suele dar en los proyectos coordinados del Plan Nacional o de ciertos programas orientados a la relación con la industria, así como en los proyectos europeos, donde cada socio se hace responsable de su presupuesto, que podría entenderse como un subproyecto, y hay un investigador principal por cada socio participante en el proyecto. Se ha sido investigador principal del proyecto completo o de un subproyecto en el 53,93% de las participaciones (33 como investigador principal del proyecto completo y 15 como investigador de un subproyecto). En la Figura 9.34, en la Figura 9.35 y en la Figura 9.36 se pueden ver los diferentes tipos de proyectos según el rol jugado en ellos. La Figura 9.37 se da una vista global de los tipos de proyectos participados y el rol que se ha jugado en ellos.

Figura 9.34. Tipos de proyectos como investigador principal. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.35. Tipos de proyectos como investigador principal de un subproyecto. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.36. Tipos de proyectos como participados como miembro del equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.37. Vista conjunta de los diferentes tipos de proyectos y el rol jugado en ellos. Fuente: Elaboración propia

El conjunto de los proyectos representa un presupuesto total aproximado de unos 49.367.810,34€, de los que 19.767.151,73€ corresponden con proyectos en los que se ha estado directamente vinculado en su coordinación, como se presenta en la Figura 9.38.

Figura 9.38. Presupuesto global de los proyectos participados. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9.39 se presenta cómo se organiza el presupuesto según el tipo de proyecto y el rol que en ellos se ha tenido.

Figura 9.39. Presupuesto de los proyectos participados, organizado por tipo, rol y total. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9.40 se presentan los proyectos iniciados en cada año, independientemente de si se es investigador principal o miembro del equipo de investigación, mientras que en la Figura 9.41 se hace lo propio, pero solo con los proyectos iniciados como investigador principal.

Figura 9.40. Número de los proyectos iniciados por año. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.41. Número de los proyectos iniciados como Investigador Principal por año. Fuente: Elaboración propia

9.2.2.2. Contratos de investigación

En la Tabla 9.4 se recogen los contratos de investigación firmados bajo el amparo del *Artículo 83* de Ley Orgánica de Universidades [253, 265] (que sustituye al *Artículo 11* de la Ley de Reforma Universitaria [262]) en los que se ha participado bien como investigador principal o como parte de un equipo de investigación. Además, en la Figura 9.42 se presenta una nube de palabras realizada con los títulos de los contratos de investigación desarrollados.

Tabla 9.4. Contratos de investigación dirigidos y/o participados. Fuente: Elaboración propia

	Título	Entidad financiadora	Año inicio	Año finalización	Investigador Principal	Presupuesto
1	Estudio de prospectiva de la empresa constructora Castellano-Leonesa	Instituto de la Construcción de Castilla y León	1997	1997	Dr. D. Miguel Ángel Manzanedo del Campo	
2	Desarrollo de una herramienta informática que posibilite la trazabilidad del residente	QUERCUS	1999	1999	Dr. D. Eladio Sanz García	18.753,15 €
3	Software de control y comunicaciones en tiempo real del equipo de inspección de contornos de conjuntos combustibles según especificación ESP-EQ-EC001	ENUSA Industrias Avanzadas S.A.	2001	2008	Dra. Dña. Belén Curto Diego	32.080,32 €
4	Desarrollo de una aplicación informática: Software de monitorización y supervisión de salas de climatización	INPORCASA	2000	2002	Dra. Dña. Belén Curto Diego	3.206,99 €
5	Labor de consultoría en el campo de desarrollo de plataformas de *e-learning*	Clay Formación Internacional	2005	2005	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.392,00 €
6	Desarrollo de una plataforma *e-learning*. Estudio de viabilidad y requisitos	Clay Formación Internacional	2005	2005	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.200,00 €
7	Diseño e implementación de un *front-end* web para una plataforma *e-learning* basada en Moodle	Clay Formación Internacional	2005	2005	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	700,00 €
8	Elaboración de un soporte de portal web de *e-learning*	Clay Formación Internacional	2005	2006	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	2.636,36 €
9	Desarrollo de la plataforma CLAY-NET	Clay Formación Internacional	2005	2006	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	15.225,84 €

	Título	Entidad financiadora	Año inicio	Año finalización	Investigador Principal	Presupuesto
10	Desarrollo de plataformas e-*learning* (becas) y formación en "administración de sistemas para e-*learning* y *hosting*"	Clay Formación Internacional	2005	2006	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	19.709,00 €
11	Dirección del proyecto y consultoría en el desarrollo de la plataforma CLAY-NET	Clay Formación Internacional	2006	2006	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	26.363,63 €
12	Estudio de la aplicación de técnicas de visualización de información a un sistema SCM y consultoría para la creación de un departamento de I+D+i en la empresa Códice Software	Códice Software, S.L.	2006	2006	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	7.909,08 €
13	Investigación sobre sistemas de anotación y especificaciones y estándares de metadatos en el campo del eLearning	IP Learning eDUCATIVA	2006	200	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.600,80 €
14	Asesoramiento, consultoría y desarrollo en el proyecto ClayNet: aspectos semánticos, de interacción y movilidad	Clay Formación Internacional	2006	2007	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	35.880,91 €
15	Realización de un informe sobre el estado del arte del *mobile learning* (*m-learning*)	Clay Formación Internacional	2007	2007	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	6.590,91 €
16	Definición de un proceso software ágil basado en SCRUM para la línea de producto *m-learning* del Departamento de I+D+i de Clay Formación Internacional	Clay Formación Internacional	2007	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	8.172,72 €
17	Implantación de una plataforma de teleformación para un contexto de formación continua empresarial. Planificación y desarrollo	Clay Formación Internacional	2007	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	13.445,46 €
18	Realización de un estudio de los servicios de movilidad aplicada a los entornos de aprendizaje	Clay Formación Internacional	2007	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.086,37 €
19	Creación de objetos de aprendizaje de *mLearning*	Clay Formación Internacional	2008	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	13.577,28 €
20	Despliegue de un repositorio OAI de objetos de aprendizaje sobre gestión de empresas	Clay Formación Internacional	2008	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	6.459,09 €
21	Diseño instruccional para cursos de formación online en el área del Alzheimer	Clay Formación Internacional	2008	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.954,54 €
22	Diseño instruccional y la adaptación metodológica de contenidos digitales	Clay Formación Internacional	2008	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.272,72 €
23	Formación en Uso Racional del Medicamento: Objetivos Plan Anual de Gestión 2008	Gerencia Regional de Salud de Castilla y León	2008	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	17.750,37 €
24	Creación de contenidos para objetos de aprendizaje sobre eLearning	Ministerio de Defensa: Escuela Militar de Ciencias de la Educación Escuela Militar de Ciencias de la Educación	2008	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	2.078,72 €
25	Estudio de viabilidad del programa de cribado informático del autismo en las áreas de salud de Salamanca y Zamora	Ministerio de Educación, Política Social y Deporte. Real Patronato sobre Discapacidad	2008	2008	Dr. D. Ricardo Canal Bedia	11.992,28 €
26	Consultoría sobre virtualización de servidores para el soporte de campus virtuales	Clay Formación Internacional	2008	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.559,09 €
27	Estudio, planificación e implementación de mejora de accesibilidad en portales web educativos	Clay Formación Internacional	2008	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	11.204,54 €
28	Análisis y adaptación de la plataforma Moodle para el portal de formación de la ECLAP	Escuela Administración Pública Castilla y León (ECLAP)	2008	2008	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	17.291,71 €
29	Diseño instruccional para cursos de formación online en el área del Derecho Procesal	Clay Formación Internacional	2008	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.954,54 €
30	Consultoría, planificación, análisis, diseño e implementación de un portal web sobre competencias transversales con soporte de un	Clay Formación Internacional	2008	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	32.277,00 €

	Título	Entidad financiadora	Año inicio	Año finalización	Investigador Principal	Presupuesto
	porfolio de competencias					
31	Asesoramiento científico-técnico y consultoría para la planificación de un informe sobre la penetración del eLearning en el sector aeronáutico	Clay Formación Internacional	2008	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	10.809,09 €
32	Creación y puesta en funcionamiento de la cátedra extraordinaria Iberdrola-USAL	Iberdrola	2008	2009	Dr. D. Miguel Ángel Galán Serrano	143.020,00 €
33	Asesoramiento científico-técnico y consultoría para la planificación de un informe sobre la penetración del eLearning para la construcción de un observatorio de la tecnología aplicada a la formación	Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas	2008	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.536,37 €
34	Asesoramiento científico-técnico y consultoría sobre el portal de formación de la ECLAP	Escuela Administración Pública Castilla y León (ECLAP)	2008	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	15.874,65 €
35	Ejecución de trabajos de consultoría de servicios y propiedad de la información	Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP)	2009	2010	Dr. D. Nicolás Rodríguez García	2.253,24 €
36	Trabajos de consultoría para el desarrollo de un clúster Mysql	Clay Formación Internacional	2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.690,91 €
37	Desarrollo de un cliente iPhone para un entorno de *mLearning*	Clay Formación Internacional	2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.404,54 €
38	Diseño instruccional para cursos de formación online en el área formación en competencias	Clay Formación Internacional	2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.849,09 €
39	Consultoría sobre nuevas metodologías para la enseñanza a distancia: diseño de materiales educativos	Clay Formación Internacional	2009	2009	Dra. Dña. María Cruz Sánchez Gómez	2.570,46 €
40	Desarrollo de contenidos digitales: Píldoras de conocimiento sobre Propiedad Intelectual para emprendedores, Proyecto T-CUE	Fundación General de la Universidad de Salamanca	2009	2009	Dr. D. Luis Carlos García de Figuerola Paniagua	19.836,00 €
41	Consultoría de Formación en el Campus Virtual de la ECLAP	Escuela Administración Pública Castilla y León (ECLAP)	2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	15.537,63 €
42	Adaptación automática a dispositivos móviles de contenidos digitales educativos	Clay Formación Internacional	2009	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.668,18 €
43	Definición de un sistema de caché de contenidos digitales para el sistema de adaptación a dispositivos móviles	Clay Formación Internacional	2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.140,91 €
44	Consultoría para el desarrollo de un observatorio tecnológico	Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas	2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	7.540,00 €
45	Consultoría para la definición, implementación y ejecución de pruebas de adaptación de contenidos audiovisuales a dispositivos móviles	Clay Formación Internacional	2009	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.404,54 €
46	Consultoría para la definición de la capa de abstracción del sistema de adaptación a contenidos móviles	Clay Formación Internacional	2009	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.497,73 €
47	Estudio sobre la evaluación del impacto de los cursos ofertados por la Fundación CEDDET	Fundación CEDDET	2009	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	25.450,40 €
48	Desarrollo de seis objetos de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning más un objeto de evaluación final	Complejo Asistencial de Ávila-Hospital Nstra. Sra. de Sonsoles - Hospital Provincial	2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	15.820,08 €
49	Desarrollo de cuatro objetos de aprendizaje para su despliegue en entornos *eLearning*	Junta de Castilla y León: Gerencia Regional de Salud	2009	2009	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	10.546,72 €
50	Consultoría sobre tendencias de I+D+i en *eLearning*, en *Personal Learning Enviroments* y las Posibilidades de integración con el Sistema de Adaptación de Contenidos Móviles	Clay Formación Internacional	2010	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.832, 95€
51	Desarrollo de dos objetos de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning	Junta de Castilla y León: Gerencia Regional de Salud	2010	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	15.783,68 €

	Título	Entidad financiadora	Año inicio	Año finalización	Investigador Principal	Presupuesto
52	Consultoría sobre nuevos servicios 2.0 de valor añadido para eLearning y los entornos personalizados de aprendizaje	Clay Formación Internacional	2010	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.423,18 €
53	Desarrollo de un informe sobre los recursos educativos digitales Jclic y su posible consumo por clientes móviles con soporte de HTML5	Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas	2010	2010	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	7.314, 82€
54	Consultoría, desarrollo e implantación de una plataforma *mLearning* para un curso de tutores del Programa de Nivel Directivo de la ECLAP	Escuela Administración Pública Castilla y León (ECLAP)	2010	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	17.877,00 €
55	Consultoría en la aplicación de la web semántica a Moodle para facilitar la definición de entornos abiertos de aprendizaje	Clay Formación Internacional	2010	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	6.844,00 €
56	Asesoría para el uso de los dispositivos móviles en la lecto-escritura	Centro Internacional del Libro Infantil y Juvenil de la Fundación Germán Sánchez Ruipérez	2011	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.888,00 €
57	Gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación *online* basada en soluciones de *software* libre	Gobierno de Navarra. Departamento de Salud. Servicio de Docencia y Desarrollo Sanitarios	2011	2012	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	10.000,50 €
58	Consultoría para la implantación de un Campus Virtual en la corporación Aguas de Barcelona	Aqua Development Network S. A.	2011	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	16.620,30 €
59	Desarrollo de tres objetos de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning	Junta de Castilla y León: Gerencia Regional de Salud	2011	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	10.561,00 €
60	Evaluación de proyectos de teleformación para el Centro de Recuperación de personas con discapacidad física y/o sensorial (IMSERSO)	IMSERSO. Centro de Recuperación para personas con discapacidad Física (CRMF) de Salamanca, dependiente del Instituto de Mayores y Servicios Sociales. Ministerios de Sanidad, Política Social e Igualdad	2011	2011	Dra. Dña. María José Rodríguez Conde	2.832,00 €
61	Detección de necesidades formativas y construcción de oferta docente para empresarios y profesionales del sector agroalimentario y turístico de la provincia de Burgos. Propuesta de estudio y planteamiento de explotación	IBBM Consultores, S.C.P.	2011	2011	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.012,00 €
62	Gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación *online* basada en soluciones de *software* libre	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2012	2013	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	7.670,00 €
63	Desarrollo de cuatro objetos de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning	Junta de Castilla y León: Gerencia Regional de Salud	2012	2012	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	11.847,20 €
64	Consultoría para definir la red social profesional INAP	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2012	2013	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.628,75 €
65	Gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación *online* basada en soluciones de *software* libre	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2013	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	7.865,00 €
66	Consultoría para la definición de la metodología de trabajo y del procedimiento de intercambio de documentos, desde la red social hasta el Banco de Conocimientos del INAP	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2013	2013	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.447,25 €
67	Implantación de un repositorio de cursos compartidos entre distintas administraciones	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2013	2013	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	5.000,00 €

	Título	Entidad financiadora	Año inicio	Año finalización	Investigador Principal	Presupuesto
68	Consultoría sobre la definición de un sistema colaborativo de gestión de eventos para la comunicación de usuarios	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2013	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.568,25 €
69	Desarrollo de cinco objetos de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning	Junta de Castilla y León: Gerencia Regional de Salud	2013	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	12.777,60 €
70	Servicios de gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación online basada en la versión 2.5 de Moodle del Departamento de Salud-Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2014	2015	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	6.352,50 €
71	Diseño y evaluación de materiales didácticos para la exposición itinerante de Plastihistoria de Castilla y León	Fundación Educa	2013	2013	Dra. Dña. María José Rodríguez Conde	3.000,00 €
72	Labores de mantenimiento y mejoras de la aplicación compartir	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2014	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.912,60 €
73	Estudio sobre la evolución de las soluciones tecnológicas para dar soporte a la gestión de la información	Instituto Nacional de Administraciones Públicas (INAP)	2014	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.477,50 €
74	ICT in Primary Education: Content Development Tools and Methodologies for Teachers	Szkola Podstawowa Nr 1	2014	2014	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	700,00 €
75	Evaluación externa del proyecto Alfa III (2011)-10: Desarrollo de competencias profesionales a través de la evaluación participativa y la simulación utilizando herramientas web	Universidad de Cádiz	2013	2015	Dra. Dña. María José Rodríguez Conde	8.700,00 €
76	Sistema de captación y almacenamiento de indicadores para el Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2014	2015	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	12.100,00 €
77	Servicios para el mantenimiento y mejora del entorno social de aprendizaje del Instituto Nacional de Administración Pública	Alten Soluciones, Productos, Auditoría e Ingeniería, S.A.U.	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	38.720,00 €
78	Servicios de gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación online basada en la versión 2.5.9 de Moodle del Departamento de Salud-Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.537,50 €
79	Sistema de captación y almacenamiento de indicadores para el Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios: Cuestionarios e informes	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2015	2015	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	12.100,00 €
80	Actualización a la versión 5.2.1 del aplicativo (HORDE) que soporta el servicio de correo web del Educamadrid y su adaptación al entorno de uso de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Comunidad de Madrid	Alten Soluciones, Productos, Auditoría e Ingeniería, S.A.U.	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	24.622,05 €
81	Desarrollo de la interfaz de consulta de la base de datos del Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los universitarios en España	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	12.100,00 €
82	Diseño y Desarrollo de material educativo en el marco del proyecto "exploreAT! Exploring Austria's culture through the language glass"	Austrian Academy of Sciences	2015	2019	Dr. D. Roberto Therón Sánchez	179.500,00 €

	Título	Entidad financiadora	Año inicio	Año finalización	Investigador Principal	Presupuesto
83	Evaluación externa del proceso de implementación y ejecución del Proyecto de Mejoramiento de la Educación Superior de Costa Rica	Universidad de Costa Rica	2015	2018	Dr. D. Nicolás Rodríguez García	285.041,00 €
84	Evaluación técnica de proyectos	DNV-GL	2015	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.800,00 €
85	Diseño y desarrollo del ecosistema web para la formación de la empresa Simdemed	Simdemed S. L.	2015	2015	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.025,00 €
86	Fotografiar arte y monumentos: Salamanca y la piedra de oro	IES Abroad Salamanca	2015	2015	Dr. D. Francisco Javier Frutos Esteban	4.356,00 €
87	Gestión de la visibilidad en entornos sociales de la formación impartida por Simdemed	Simdemed S. L.	2015	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	968,00 €
88	Servicios de gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación online basada en la versión 3.0 de Moodle del Departamento de Salud-Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2016	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.537,50 €
89	Definición y desarrollo de un ecosistema tecnológico para la gestión del conocimiento corporativo	Alten Soluciones, Productos, Auditoría e Ingeniería, S.A.U.	2016	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	20.437,19 €
90	Servicios para el mantenimiento y mejora del entorno social de gestión del conocimiento del Instituto Nacional de Administración Pública	Alten Soluciones, Productos, Auditoría e Ingeniería, S.A.U.	2016	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	13.624,79 €
91	Elaboración de un informe/auditoría de cumplimiento de prescripciones técnicas de la plataforma ECREATUS, tomando como referencia el Pliego de prescripciones técnicas para el acceso o recursos educativos digitales complementarios a las programaciones curriculares de Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria de Castilla y León	Junta de Castilla y León (DG de Política Educativa Escolar)	2016	2016	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.210,00 €
92	Desarrollo de un objeto de aprendizaje para su despliegue en entornos de eLearning	Junta de Castilla y León. Dirección Técnica de Farmacia de la Consejería de Sanidad	2016	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	3.327,50 €
93	Evaluación de la aplicación de las TIC en los procesos de aprendizaje de lenguas extranjeras y evaluación del proceso de implantación del bilingüismo en el Sistema Educativo de Castilla y León	Junta de Castilla y León	2016	2017	Dra. Dña. María José Rodríguez Conde	15.000,00 €
94	Servicio de gestión y mantenimiento de la infraestructura de formación *on line* basada en la versión 3.2.1 de Moodle del departamento de Salud-Servicio de Investigación, innovación y formación sanitaria del Gobierno de Navarra	Departamento de Salud - Servicio de Investigación, Innovación y Formación Sanitaria, del Gobierno de Navarra	2017	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.537,50 €
95	Diseño, implementación, lanzamiento y mantenimiento de la web del Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria) Universidad Politécnica de Madrid	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2017	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.175,00 €
96	Desarrollo del sitio web de la Red Iberoamericana de Investigación sobre la Calidad de la Formación Doctoral en Ciencias Sociales en las Universidades (RIICFDCSU)	Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP)	2017	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.500,00 €
97	Informe técnico para el proyecto *Expert Knowledge*	Ventus Consulting	2017	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	1.210,00 €

	Título	Entidad financiadora	Año inicio	Año finalización	Investigador Principal	Presupuesto
98	Propuesta de contenidos por parte del Autor para la titulación de UNIR denominada Máster en E-Learning y Redes Sociales	Universidad Internacional de la Rioja	2017	2017	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	7.260,00 €
99	Desarrollo del proyecto "Barómetro de Empleabilidad de estudiantes de Másteres Universitarios" (Proyecto P1706490174, convenio específico entre la Obra Social la Caixa y la Universidad Politécnica de Madrid)	Universidad Politécnica de Madrid (Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria)	2017	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	21.761,85 €
100	Servicio, gestión, mantenimiento y actualización permanente de una infraestructura completa de formación online basada en la última versión de Moodle (3.3.x) adaptada a la imagen corporativa del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles	Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles (CITOPIC)	2018	2018	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.041,40 €
101	Diseño y desarrollo de un *software* para el análisis del rendimiento del fútbol. Exp. 322/17	Universidad de Vigo	2018	2019	Dr. D. Roberto Therón Sánchez	25.739,12 €
102	Servicio de gestión y mantenimiento de la infraestructura de formación *on line* basada en la plataforma *Open Source* Moodle del Servicio de Planificación, Evaluación y Gestión del Conocimiento del Departamento de Salud del Gobierno de Navarra	Departamento de Salud - Servicio de Planificación, Evaluación y Gestión del Gobierno de Navarra	2018	2019	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	4.537,50 €

Figura 9.42. Nube de palabras realizada con los títulos de los contratos de investigación desarrollados. Fuente: Elaboración propia

De los 102 contratos de investigación presentados en la Tabla 9.4, en 85 se ha sido el investigador principal y en 17 miembro del equipo de investigación del contrato, tal y como se muestra en la Figura 9.43.

Figura 9.43. Contratos de investigación dirigidos y participados. Fuente: Elaboración propia

El conjunto de los contratos de investigación representa un presupuesto total aproximado de unos 1.615.333,17€, de los que 857.452,61€ se refieren a contratos en los que se ha sido investigador principal Figura 9.44.

Figura 9.44. Presupuesto global de los contratos de investigación participados. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.45. Contratos de investigación iniciados por año. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9.45 se presentan los contratos de investigación iniciados por año, indicando los totales, en los que se ha sido investigador principal y en los que se ha sido miembro del equipo de investigación.

9.2.3. Publicaciones en revistas indexadas

En este apartado se va a hacer un resumen de las publicaciones del candidato, pero solo las incluidas en el JCR de WoS, en Scopus y en el ESCI de WoS.

9.2.3.1. Publicaciones en revistas JCR

Se cuenta con 101 artículos publicados en 31 revistas incluidas en el JCR de WoS en el año de su publicación, como se aprecia en la Figura 9.46 (78 artículos regulares y 23 artículos editoriales, ver Figura 9.47).

El JCR asocia un índice de impacto a las revistas cada año dentro de una determinada categoría (hasta que no se publica la actualización para un determinado año, se toma como referencia la última edición publicada), lo que permite clasificar las revistas en cuartiles dentro de las categorías en las que se encuentran incluidas. Atendiendo, a esta clasificación en cuartiles, estos 101 artículos se dividen en 31 Q1, 14 Q2, 24 Q3 y 32 Q4, como se presenta en la Figura 9.48. Con las categorías del JCR donde se ubican estas revistas se ha realizado una nube de palabras que se puede ver en la Figura 9.49.

Figura 9.46. Revistas JCR en las que ha publicado el candidato. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.47. Artículos regulares y artículos editoriales publicados en revistas JCR. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.48. Cuartiles de los artículos publicados en revistas JCR. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.49. Categorías JCR de las revistas en las que se han publicado artículos. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9.50 se muestra la publicación de los artículos JCR en el tiempo.

Figura 9.50. Artículos JCR publicados por año. Fuente: Elaboración propia

9.2.3.2. Publicaciones en revistas Scopus

Se cuenta con 87 artículos publicados en 25 revistas incluidas en la base de datos Scopus en el año de su publicación (revistas que estando en Scopus no lo estaban en el JCR WoS en su año de publicación), como se aprecia en la Figura 9.51 (49 artículos regulares y 38 artículos editoriales, ver Figura 9.52).

Scopus inicialmente no asignaba un factor de impacto, por lo que un grupo externo, SCImago (https://goo.gl/Mdvibb) comenzó a calcular un índice de impacto, denominado *SCImago Journal Rank* (SJR) *indicator*, sobre la base de datos Scopus y que está basado en el algoritmo *PageRank* de Google [1340]. En 2016 Scopus lanza su propio índice CiteScore (https://goo.gl/guf54D) [1341], que está basado en el promedio de citas por documento que una revista recibe durante un período de tres años, por lo tanto la organización en cuartiles de las revistas no coincide entre SCImago y CiteScore al tomar como referencia un índice calculado de forma diferente [1342]. Para presentar la información de las publicaciones en revistas presentes en Scopus se va a tomar como referencia el índice SJR[26] y con ello su clasificación en cuartiles, porque CiteScore solo presenta índices a partir de 2011. Así, los 87 artículos se dividen en 2 Q1, 17 Q2, 55 Q3 y 13 Q4, como se presenta en la Figura 9.53. Con las categorías de Scopus donde se ubican estas revistas se ha realizado una nube de palabras que se puede ver en la Figura 9.54.

Figura 9.51. Revistas Scopus en las que ha publicado el candidato. Fuente: Elaboración propia

[26] En el caso de la revista *Education in the Knowledge Society* se ha hecho una estimación porque ha sido recientemente incluida en Scopus y no cuenta aún con un índice de impacto ni en *SCImago* ni en *CiteScore* (es espera que lo reciba en la actualización de 2017). Según en *CiteScoreTracker* 2017, en consulta realizada el 11 de abril de 2018, esta revista contaba con un índice de 0.35 en la categoría *Education*. Si se mira esta categoría en el *CiteScore* 2016, un 0.35 equivale a un percentil 30%, es decir, un Q3, por lo que se va a tomar para las estadísticas que los artículos publicados en esta revista desde 2016 serían equivalente a SJR-Q3.

Figura 9.52. Artículos regulares y artículos editoriales publicados en revistas Scopus. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.53. Cuartiles de los artículos publicados en revistas Scopus. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.54. Categorías Scopus de las revistas en las que se han publicado artículos. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9.55 se muestra la publicación de los artículos Scopus en el tiempo.

Figura 9.55. Artículos Scopus publicados por año. Fuente: Elaboración propia

9.2.3.3. Publicaciones en revistas ESCI

Se cuenta con 7 artículos publicados en 3 revistas incluidas en el ESCI de WoS en el año de su publicación (revistas que estando en ESCI no lo estaban en Scopus en el año de publicación), como se aprecia en la Figura 9.56 (5 artículos regulares y 2 artículos editoriales, ver Figura 9.57). Se recuerda que ESCI no incluye ningún índice de impacto, por tanto, no existe una organización de las revistas en categorías ni cuartiles.

En la Figura 9.58 se muestra la publicación de los artículos ESCI desde 2017 hasta la actualidad organizados por año.

Figura 9.56. Revistas ESCI en las que se ha publicado. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.57. Artículos regulares y artículos editoriales publicados en revistas ESCI. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.58. Artículos ESCI publicados por año. Fuente: Elaboración propia

9.2.3.4. Datos globales de las publicaciones en revistas indexadas

Se cuenta con 195 artículos publicados en 57 revistas incluidas en las bases de datos que se han tomado como referencia (132 artículos regulares y 63 artículos editoriales, ver Figura 9.59). Los 195 artículos se reparten en 101 JCR, 87 Scopus y 7 ESCI, como se refleja en la Figura 9.60. Por su parte, en la Figura 9.61 se muestran los artículos indexados publicados por año.

Figura 9.59. Artículos regulares y artículos editoriales publicados en las bases de datos JCR, Scopus y ESCI. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.60. Artículos regulares totales publicados en las bases de datos JCR, Scopus y ESCI. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.61. Artículos indexados publicados por año. Fuente: Elaboración propia

9.2.4. Registro de aplicaciones software

En la Tabla 9.5 se muestran las cinco aplicaciones *software* que se han registrado como propiedad intelectual.

Tabla 9.5. Aplicaciones software registradas como propiedad intelectual. Fuente: Elaboración propia

	Título	Fecha	Número de solicitud	Número de asiento registral
1	Ajedrez Tutor	21/7/03	SA-161-03	00/2004/4487
2	Herramienta para la evaluación de objetos didácticos de aprendizaje reutilizables (HEODAR)	8/7/11	SA-153-11	
3	Software Engineering Tutor (SET)	3/11/11	SA-240-11	00/2012/1628
4	Sistemas de comunicación bidireccional entre mundos virtuales y servidores mediante servicios web	31/5/16	SA-105-16	00/2016/2472
5	SocialNet. Red social privada para el seguimiento de la evolución diaria de los pacientes por parte de sus familiares	19/10/16	SA-242-16	00/2016/4242

9.2.5. Becarios pre-doctorales e investigadores post-doctorales

En este apartado se recogen exclusivamente los becarios y contratados post-doctorales que han pasado un proceso competitivo para llegar a su condición (ver Tabla 9.6).

Tabla 9.6. Becarios pre-doctorales e investigadores post-doctorales. Fuente: Elaboración propia

	Nombre	Tipo	Fecha Comienzo	Fecha Final
1	D. Juan Pablo Hernández Ramos	Becario Junta de Castilla y León	1-6-2009	31-5-2013
2	Dña. Alicia García Holgado	Contratada pre-doctoral Universidad de Salamanca. Programa FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte	16-9-2015	31-1-2019
3	D. Juan Cruz Benito	Programa de Contratación Pre-doctoral de Personal Investigador de la Junta de Castilla y León	25-11-2015	24-11-2019
4	Dr. D. Samuel Marcos Pablo	Investigador post-doctoral. Junta de Castilla y León cofinanciada con Fondos FEDER	1-4-2018	31-10-2019

En la Figura 9.62 se muestra la tipología de estos contratos, donde el 75% son de becarios pre-doctorales y el 25% de investigadores post-doctorales, mientras que en la Figura 9.63 se ve el reparto por sexo donde el 75% son hombres y el 25% mujeres.

Figura 9.62. Tipología de los contratos de investigación. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.63. Sexo de los contratados. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9.64 se representa el acumulado en el tiempo de los contratos de investigación que se han tenido bajo la dirección del candidato.

Figura 9.64. Acumulado en el tiempo de los contratos de investigación. Fuente: Elaboración propia

9.2.6. Tesis doctorales dirigidas

La formación de nuevos doctores es una actividad de investigación que se considera vital para el mantenimiento de un grupo de investigación. Desde que se tuvo capacidad de dirección de tesis doctorales se ha estado muy involucrado en diferentes Programas de Doctorado, para en la actualidad ser miembro del Programa de Doctorado en Ingeniería Informática y coordinador del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento [28, 29], ambos de la Universidad de Salamanca y ambos definidos bajo las directrices del Real Decreto 99/2011 [281]. Esta doble adscripción no es un hecho normal, pero se justificó y se consiguió el permiso oportuno gracias a la trayectoria y líneas de investigación del candidato a esta plaza, que eran congruentes y aportaban a ambos programas de doctorado.

Aunque se sigue estando muy involucrado en la dirección de nuevas tesis doctorales, este apartado se va a centrar en pasar revista a las 16 que ya se han defendido exitosamente, que se presentan en la Tabla 9.7 y todas están accesibles en acceso abierto.

Tabla 9.7. Tesis dirigidas. Fuente: Elaboración propia

	Título	Doctorando/a	Calificación	Año	Premio Extraordinario	Mención internacional
1	Diseños instructivos adaptativos: formación personalizada y reutilizable en entornos educativos [1343]	Dra. Dña. Adriana Berlanga Flores	*Cum Laude*	2006	NO	NO
2	METHADIS: Metodología para el diseño de Sistemas Hipermedia Adaptativos para el Aprendizaje, basada en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos [1344]	Dra. Dña. Marcela Isabel Prieto Ferraro	*Cum Laude*	2007	NO	NO
3	Gestión del conocimiento en sistemas *e-learning*, basado en objetos de aprendizaje, cualitativa y pedagógicamente definidos [1345]	Dra. Dña. Erla Mariela Morales Morgado	*Cum Laude*	2008	SÍ	NO
4	Generador de pruebas objetivas adaptadas a las preferencias de presentación de los usuarios [1346]	Dr. D. Héctor Gonzalo Barbosa León	*Cum Laude*	2010	NO	NO
5	*Adaptive Hypermedia Knowledge Management eLearning System (AHKME) – Management and Adaptation of Learning Objects and Learning Design in a Web-Based Information System Towards the Third Generation of Web* [1347]	Dr. D. Hugo Miguel Gonçalves Rego	*Cum Laude*	2012	NO	NO
6	Analítica visual aplicada a la Ingeniería de Ontologías	Dr. D. Juan Francisco García	*Cum Laude*	2012	NO	NO

	Título	Doctorando/a	Calificación	Año	Premio Extraordinario	Mención internacional
	[1348]	Navarro				
7	Personalización del aprendizaje: *Framework* de servicios para la integración de aplicaciones *online* en los sistemas de gestión del aprendizaje [1293]	Dr. D. Miguel Ángel Conde González	*Cum Laude*	2012	NO	SÍ
8	Análisis de un modelo hipermedia modular para la enseñanza del inglés en modalidad semipresencial [1349]	Dra. Dña. Ana Mª Pinto Llorente	*Cum Laude*	2012	NO	NO
9	Formalización de un modelo de formación online basado en el factor humano y la presencia docente mediante un lenguaje de patrón [407]	Dr. D. Antonio Miguel Seoane Pardo	*Cum Laude*	2014	SÍ	SÍ
10	Actitudes del docente ante la modernización de la Universidad. Un estudio descriptivo correlacional en la Universidad de Salamanca [1350]	Dr. D. Juan Pablo Hernández Ramos	*Cum Laude*	2014	NO	NO
11	Analítica Visual en *eLearning* [1351]	Dr. D. Diego Alonso Gómez Aguilar	*Cum Laude*	2015	NO	NO
12	*Evolutionary Visual Software Analytics* [1352]	Dr. D. Antonio González Torres	*Cum Laude*	2015	NO	SÍ
13	Análisis de la efectividad en las Aplicaciones *m-health* en dispositivos móviles dentro del ámbito de la formación médica [1353]	Dra. Dña. Dña. Laura Briz Ponce	*Cum Laude*	2016	SÍ	SÍ
14	Entornos Personales de Aprendizaje Móvil (mPLE) en la Educación Superior [1354]	Dr. D. Patricio Ricardo Humanante Ramos	*Cum Laude*	2016	NO	NO
15	Visibilidad e impacto de la literatura gris científica en repositorios institucionales de acceso abierto [1189]	Dra. Dña. Dña. Mª del Tránsito Ferreras Fernández	*Cum Laude*	2016	SÍ	NO
16	Metodología, mediante procesos virtuales masivos, para la función pública Ecuatoriana [1355]	Dra. Dña. Lena Ivannova Ruiz Rojas	*Cum Laude*	2017	NO	NO

De las 16 tesis dirigidas, todas ellas fueron calificadas con la máxima nota (*Cum Laude*), un 25% recibieron el Premio Extraordinario de Doctorado y un 25% contaban con una mención internacional, tal y como queda reflejado en la Figura 9.65.

Figura 9.65. Datos sobre las tesis dirigidas. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a algunos datos sobre los investigadores que hicieron sus tesis doctorales, el 56,25% son hombres y el 43,75% mujeres (ver Figura 9.66), el 65,5% son extranjeros y el 37,5% españoles (ver Figura 9.67). En la Figura 9.68 se pueden ver los países origen de los investigadores que realizaron sus tesis doctorales.

Figura 9.66. Sexo de los investigadores. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.67. Nacionalidad de los investigadores. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.68. Países de procedencia de los doctorandos. Fuente: Elaboración propia

9.2.7. Experiencia como evaluador de I+D+i

La evaluación de proyectos y otras iniciativas de I+D+i es necesaria para hacer que el sistema de financiación de proyectos funcione y preservar la calidad de los proyectos que se financian. Además, la evaluación de I+D+i tiene un retorno de experiencia y actualización de conocimiento que son de mucho valor para el evaluador como investigador.

Tabla 9.8. Experiencia como evaluador de I+D+i. Fuente: Elaboración propia

	Acción	Año Inicio	Año final
1	Evaluador de proyectos de investigación para la ANEP	2006	-
2	Evaluador de proyectos de investigación para la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León (ACSUCYL)	2009	-
3	Evaluador de proyectos de investigación de la Junta de Andalucía	2007	-
4	Evaluador de proyectos de investigación del Central Research Committee (CRC) of the University of Bozen-Bolzano (Italy)	2015	-
5	Evaluador de proyectos de investigación de la The United Arab Emirates University (UAEU)	2015	-
6	Miembro oficial del Comité Evaluador de la iniciativa de experimentación en innovación educativa NOVUS del Tecnológico de Monterrey (México)	2016	-
7	Miembro del directorio de evaluadores externos de proyectos de I+D+i de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)	2017	-
8	Revisor externo de la Open Education Policy de la Universidad Internacional de la Rioja	2017	2017
9	Evaluador de proyectos del National Centre of Science and Technology evaluation, Ministry of Education and Science, Republic of Kazakhstan	2017	-
10	Evaluador de proyectos para DNV GL – Business Assurance	2015	-

En la Tabla 9.8 se resume la experiencia que se tiene como evaluador de proyectos e iniciativas de I+D+i tanto a nivel nacional como internacional (ver Figura 9.69).

Figura 9.69. Ámbito de las experiencias de evaluación de I+D+i. Fuente: Elaboración propia

9.2.8. Actividad como revisor de artículos científicos

Igual que en el apartado anterior se destacaba la actividad de un investigador como evaluador de actividades de I+D+i, es necesario que quien está involucrado en el proceso de publicación de artículos científicos tome el rol de revisor de otros artículos por dos motivos principales, en primer lugar, porque esta actividad permite mantenerse actualizado de los avances en aquellos campos de interés para el investigador; en segundo lugar, porque el proceso de revisión es necesario para permitir el avance científico a través de la diseminación de resultados, convirtiéndose en una actividad muy crítica por la cantidad de trabajos que reciben las publicaciones científicas, lo que lleva a que se convierta en un cuello de botella para aquellas que quieren mantener unos estándares de ética y calidad en sus decisiones [1356].

Aunque la labor individual como revisor de artículos científicos se extiende también a libros y capítulos de libros, este apartado se va a centrar específicamente en la actividad realizada en congresos y en revistas.

9.2.8.1. Revisor en congresos científicos

Los congresos científicos ocupan un lugar destacado entre las actividades de diseminación científica en el contexto de la Ingeniería en Informática. Se ha participado como revisor científico en 227 ediciones de 72 congresos (9 nacionales y 63 internacionales, Figura 9.70), tal y como se refleja en la Tabla 9.9.

Figura 9.70. Ámbito de los congresos en los que se ha participado como revisor. Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.9. Participación como revisor en congresos científicos. Fuente: Elaboración propia

	Congreso	Ámbito	Ediciones
1	ACM MM - Workshop on User Experience in e-Learning and Augmented Technologies in Education, UXeLATE	Internacional	2012
2	Biennial Conference on Teachers and Teachning, ISATT	Internacional	2017
3	Computer Science Education Research Conference (CSERC)	Internacional	2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017
4	Conference on Advanced Information Systems Engineering – CAiSE	Internacional	2005
5	Conferencia conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías para el Aprendizaje (CcITA)	Internacional	2009, 2010, 2013, 2014, 2017, 2018
6	Conferência de la Associação Portuguesa de Sistemas de Informação – CAPSI	Internacional	2005, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018
7	Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Informaçao, CISTI	Internacional	2013, 2014
8	Conferencia Ibero Americana WWW/Internet - CIAWI	Internacional	2013, 2014, 2015, 2016, 2017
9	Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, CISCI	Internacional	2015
10	Congreso Ibero-Americano en Investigación Cualitativa - CIAIQ	Internacional	2018
11	Congreso Iberoamericano de aprendizaje mediado por tecnología (CIAMTE)	Internacional	2012, 2013, 2014, 2015
12	Congreso Iberoamericano de Computación para el Desarrollo COMPDES	Internacional	2018
13	Congreso Iberoamericano de Educación Científica – CIEDUC	Internacional	2013, 2015, 2017
14	Congreso Iberoamericano de Informática Educativa	Internacional	2010
15	Congreso Iberoamericano sobre Calidad de la Formación Virtual (CAFVIR)	Internacional	2010, 2011, 2012, 2013, 2014
16	Congreso Internacional de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación, INTERCON	Internacional	2017
17	Congreso Internacional de Innovación Educativa, CIIE	Internacional	2015, 2016, 2017
18	Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (Interacción)	Internacional	2001, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014,

	Congreso	Ámbito	Ediciones
			2015, 2017, 2018
19	Congreso Internacional de Investigación Educativa, AIDIPE	Internacional	2017
20	Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC	Internacional	2011, 2013
21	Congreso Internacional sobre Sociedad del Conocimiento, Ciencia y Tecnología – CISCOT	Internacional	2016
22	Congress on Tools for Teaching Logic (TICTTL)	Internacional	2011
23	Doctoral Conference in Mathematics, Informatics and Education, MIE	Internacional	2014
24	Encuentro Internacional Virtual Educa	Internacional	2015, 2016
25	Eurocon & Conftele	Internacional	2011
26	Frontiers in Education Conference (FIE)	Internacional	2005, 2006, 2011, 2015, 2016, 2017
27	IADIS Applied Computing Conference	Internacional	2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016
28	IEEE Andescon. Andean Council International Conference	Internacional	2016
29	IEEE Engineering Education Conference (EDUCON)	Internacional	2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2018
30	IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies - ICALT	Internacional	2008, 2009, 2010, 2011, 2012
31	IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)	Internacional	2012, 2013, 2014, 2017
32	IEEE International Workshop on User Centered Design and Adaptive Systems, UCDAS	Internacional	2014, 2015, 2017
33	IEEE World Engineering Education Conference – EDUNINE	Internacional	2017
34	International Conference MOOC-Maker	Internacional	2017
35	International Conference of the Portuguese Society for Enginnering Education, CISPEE	Internacional	2013, 2016, 2018
36	International Conference on Adaptive and Self-adaptive Systems and Applications (ADAPTIVE)	Internacional	2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018
37	International Conference on Art, Business, Education and Social Sciences (ABESS)	Internacional	2017
38	International Conference on Computer Supported Education, CSEDU	Internacional	2016, 2017, 2018
39	International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS)	Internacional	2012
40	International Conference on Learning and Collaboration Technologies, LTC	Internacional	2016, 2017, 2018, 2019
41	International Conference on Open Education and Technology, IKASNABAR	Internacional	2013
42	International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems, PAAMS	Internacional	2014
43	International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality - TEEM	Internacional	2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018
44	International Conference on Technologies and Innovation - CITI	Internacional	2016, 2017
45	International Conference on Technology Enhanced Learning, Quality of Teaching and Reforming Education: Learning Technologies, Quality of Education, Educational Systems, Evaluation, Pedagogies (TECH-EDUCATION)	Internacional	2010, 2011, 2012
46	International Conference on University Learning and Teaching (InCULT)	Internacional	2016
47	International Conference The Future of Information Sciences (INFuture)	Internacional	2015
48	International Congress: "Evolving from IT Service Management to IT Governance"	Internacional	2009

	Congreso	Ámbito	Ediciones
49	International Workshop on Gamification and Games for Learning – GamiLearn	Internacional	2017, 2018
50	International Workshop on Information Systems in Distributed Environment (ISDE)	Internacional	2011
51	International Workshop on Online Experimentation & Artificial Intelligence in Education	Internacional	2015
52	International Workshop on Practical Applications of Agents and Multiagent Systems (IWPAAMS)	Internacional	2002, 2003
53	Jornada de Innovación Docente de la ETSINF de la Universidad Politécnica de Valencia (	Nacional	2018
54	Jornada de MOOCs en Español (EMOOCs-ES)	Internacional	2017
55	Jornadas Científicas Web Development Workshop – WDW	Nacional	2004
56	Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento - JIISIC	Internacional	2004, 2006, 2007, 2008, 2010, 2012, 2013, 2015, 2017, 2018
57	Jornadas Internacionales de Campus Virtuales	Internacional	2012, 2013, 2014
58	Jornadas sobre la Ingeniería Informática en el Espacio Europeo de Educación Superior, II-EEES	Nacional	2005, 2006
59	Koli Calling - International Conference on Computing Education Research	Internacional	2017
60	Learning Analytics Summer Institute Spain - LASI Spain	Nacional	2017, 2018
61	Personal Learning Environments - PLE	Internacional	2013
62	Premios de Investigación e Innovación de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional de Castilla y León (PIIECYL)	Nacional	2014, 2015, 2016, 2017, 2018
63	Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE	Internacional	2006, 2007, 2008, 2011, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018
64	Simposio Nacional de Informática Educativa (SINTICE)	Nacional	2007, 2010, 2013
65	Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables, SPDECE	Nacional	2006, 2007, 2008, 2011, 2012
66	Taller sobre Desarrollo de Software Dirigido por Modelos, MDA y Aplicaciones (DSDM)	Nacional	2004, 2005, 2006, 2007
67	Taller sobre Ingeniería del Software en eLearning (ISELEAR)	Internacional	2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017
68	V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE)	Internacional	2017
69	Workshop de Reconocimiento de Formas y Análisis de Imágenes – AERFAI	Nacional	2010
70	Workshop on Industrial and Business Applications of Semantic Web Technologies (INBAST)	Internacional	2012, 2015
71	World Conference on Information Systems and Technologies, WorldCist	Internacional	2018
	World Summit on the Knowledge Society – WSKS	Internacional	2011, 2012

En la Figura 9.71 se presentan las actuaciones como revisor ordenadas en el tiempo.

Figura 9.71. Actuaciones como revisor en congresos a lo largo del tiempo. Fuente: Elaboración propia

Una mención especial se hace para las ocasiones que se ha sido presidente del congreso y/o de su comité de programa (o comité científico), por la responsabilidad que esto conlleva sobre todo el programa científico de la edición de ese congreso. Esta situación se ha dado en 19 ocasiones (2 eventos nacionales y 17 internacionales, ver Figura 9.72), que quedan recogidas en la Tabla 9.10.

Tabla 9.10. Participación como presidente del congreso y/o de su comité científico. Fuente: Elaboración propia

	Congreso	Ámbito	Año
1	Presidente del Comité Científico del I Simposio sobre Avances en Gestión de Proyectos y Calidad del Software	Nacional	2004
2	VirtualCampus 2006, V Encuentro de Universidades & e-learning	Nacional	2006
3	Quality Issues in eLearning Solutions (QILS'06)	Internacional	2006
4	eUniverSALearning: Congreso Internacional de Tecnología, Formación y Comunicación	Internacional	2007
5	eUniverSALearning: II Congreso Internacional de Tecnología, Formación y Comunicación	Internacional	2008
6	2nd International Conference on Technology Enhanced Learning, Quality of Teaching and Reforming Education: Learning Technologies, Quality of Education, Educational Systems, Evaluation, Pedagogies (TECH-EDUCATION 2011)	Internacional	2011
7	4th World Summit on the Knowledge Society – WSKS 2011	Internacional	2011
8	International Conference on Computer Based Tools for Learning in a Multicultural Perspective	Internacional	2011
9	XIV Simposio Internacional en Informática Educativa 2012 (SIIE 2012)	Internacional	2012
10	Workshop on Solutions that Enhance Informal Learning Recognition (WEILER 2013)	Internacional	2013
11	First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13)	Internacional	2013
12	II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013	Internacional	2013
13	Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)	Internacional	2014
14	III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015	Internacional	2015
15	Interacción 2016, held in junction with V Congreso Español de	Internacional	2016

	Congreso	Ámbito	Año
	Informática (CEDI 2016)		
16	XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2016), celebrado dentro del V Congreso Español de Informática (CEDI 2016)	Internacional	2016
17	Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)	Internacional	2016
18	IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017	Internacional	2017
19	Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'18)	Internacional	2018

Figura 9.72. Ámbito de los congresos presididos. Fuente: Elaboración propia

Estas presidencias de los congresos y/o de sus comités científicos se han producido en el tiempo como se ilustra en la Figura 9.73.

Figura 9.73. Presidencias de los congresos a lo largo del tiempo. Fuente: Elaboración propia

9.2.8.2. Revisor en revistas científicas

Se ha actuado como revisor en 61 revistas científicas, que se encuentran recogidas en la Tabla 9.11. Estas se han clasificado según la base de datos más importante en la que se encuentran registradas (ver Figura 9.74).

Tabla 9.11. Revisor en revistas científicas. Fuente: Elaboración propia

	Revista	ISSN	Base de datos
1	Journal of STEM Education	2196-7822	ERIH PLUS
2	Educar	0211-819X	ESCI
3	International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence	1989-1660	ESCI
4	RED. Revista de Educación a Distancia	1578-7680	ESCI
5	Revista Educación	0379-7082	ESCI
6	RIED. Revista Iboeroamericana de Educación a Distancia	1138-2783	ESCI
7	Artificial Intelligence in Medicine	0933-3657	JCR
8	Behaviour & Information Technology	1362-3001	JCR
9	Computer Standards & Interfaces	0920-5489	JCR
10	Computers & Education	0360-1315	JCR
11	Computers in Human Behavior	0747-5632	JCR
12	Computers in Industry	0166-3615	JCR
13	Comunicar	1134-3478	JCR
14	Data & Knowledge Engineering	0169-023X	JCR
15	Decision Support Systems	0167-9236	JCR
16	DYNA	0012-7361	JCR
17	Expert Systems. The Journal of Knowledge Engineering	0266-4720	JCR
18	Government Information Quarterly	0740-624X	JCR
19	IEEE Internet Computing	1089-7801	JCR
20	IEEE Multimedia	1070-986X	JCR
21	IEEE Transactions on Education	0018-9359	JCR
22	IET Software	1751-8806	JCR
23	Information Sciences, Elsevier Science	0020-0255	JCR
24	Interactive Learning Environments	1049-4820	JCR
25	International Journal of Engineering Education	0304-3797	JCR
26	International Journal of Human-Computer Interaction	1044-7318	JCR
27	Journal of Business Research	0148-2963	JCR
28	Journal of Information & Software Technology	0950-5849	JCR
29	Journal of Information Science and Engineering	1016-2364	JCR
30	Journal of Software: Evolution and Process	2047-7481	JCR
31	Journal of Systems and Software	0164-1212	JCR
32	Kybernetes	0368-492X	JCR
33	Online Information Review	1468-4527	JCR
34	Program. Electronic library and information systems	0033-0337	JCR

	Revista	ISSN	Base de datos
35	Review of Managerial Science	1863-6683	JCR
36	Sensors	1424-8220	JCR
37	Software: Practice and Experience	1097-024X	JCR
38	Telematics and Informatics	0736-5853	JCR
39	The Social Science Journal	0362-3319	JCR
40	Universal Access in the Information Society	1615-5289	JCR
41	Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes	1665-4412	Latindex
42	Revista Científica Hamut´ay	2313-7878	Latindex
43	Ventana Informática	0123-9678	Latindex
44	ITECKNE	1692-1798	SciELO
45	Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina	0124-8170	SciELO
46	TÉKHNE - Review of Applied Management Studies	1645-9911	SciELO
47	Education in the Knowledge Society (anteriormente Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información)	2444-8729 (1138-9737)	Scopus
48	Egyptian Informatics Journal	1110-8665	Scopus
49	European Journal of Engineering Education	0304-3797	Scopus
50	Formación Universitaria	0718-5006	Scopus
51	Future Internet	1999-5903	Scopus
52	Globalisation, Societies and Education	1476-7724	Scopus
53	Información Tecnológica	0718-0764	Scopus
54	Journal of Further and Higher Education	0309-877X	Scopus
55	Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences	1319-1578	Scopus
56	Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado	1138-414X	Scopus
57	Journal of Zhejiang University Science C (Computers & Electronics)	1869-1951	-
58	Palgrave Communications	2055-1045	-
59	Perfiles	1315-5199	-
60	ReVisión	1989-1199	-
61	ZER revista de estudios de comunicación	1137-1102	-

Figura 9.74. Clasificación de las revistas según su base de datos más relevante. Fuente: Elaboración propia

9.2.9. Actividad como editor de revistas científicas

La responsabilidad de un editor de una publicación científica es velar por la integridad del proceso de producción para que concluya con un producto académico de calidad, ya sea un libro, unas actas de un congreso, un número específico de una revista, una sección especial dentro de un número de una revista o cada uno de los números de una revista.

Se tiene una amplía experiencia actuando como editor de libros, actas de congresos y revistas. Este apartado se centra en la actividad como editor de revistas científicas.

9.2.9.1. Editor invitado

Actuar como editor invitado de un número monográfico o de una sección especial en una revista científica significa recibir la delegación y encargo de las labores de edición por parte del editor jefe de dicha revista.

Se ha actuado en 57 ocasiones como editor invitado en 27 revistas diferentes, participando en 56 artículos editoriales invitados, como se puede apreciar en la Figura 9.75. Además, en la Figura 9.76 se puede ver el número de revistas (y de los artículos publicados en ellas) según la base de datos más importante en la que se incluyen las mismas.

Figura 9.75. Revistas en las que se ha actuados como editor invitado y número de artículos editoriales publicados en ellas. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.76. Número de revistas y de artículos editoriales invitados por base de datos. Fuente: Elaboración propia

9.2.9.2. Miembro del comité editorial de revistas científicas

Los miembros de un comité editorial o los editores asociados reciben la delegación del editor jefe de la revista el encargo de hacer el seguimiento del proceso editorial de un artículo desde que llega a la revista hasta que se toma una decisión sobre su aceptación o rechazo.

Tabla 9.12. Participación en comités editoriales de revistas científicas. Fuente: Elaboración propia

	Revista	ISSN	Cargo	Base de datos
1	IE Comunicaciones	1699-4574	Miembro del Comité Editorial	-
2	MOOCs Forum	2325-8322	Miembro del Comité Editorial	-
3	Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información	1138-9737	Miembro del Comité Editorial	ERIH PLUS
4	Informatics	2227-9709	Miembro del Comité Editorial	ESCI
5	Open Computer Science	2299-1093	Miembro del Comité Editorial	ESCI
6	IEEE Access	2169-3536	Editor Asociado	JCR
7	IEEE Transactions on Learning Technologies	1939-1382	Editor Asociado	JCR
8	Journal of Universal Computer Science	0948-695X	Miembro del Comité Editorial	JCR
9	IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje	1932-8540	Editor Asociado	Scopus
10	International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals	1947-3478	Miembro del Comité Editorial	Scopus

Se presentan 10 acciones relacionadas con comités editoriales de revistas científicas, que se incluyen en la Tabla 9.12. En la Figura 9.77 se presenta cómo se clasifican estas participaciones en función de la base de datos más significativa en la que se encuentran, mientras que en la Figura 9.78 se ilustra el rol que se juega en dichos comités.

Figura 9.77. Clasificación en de las revistas en función de su base de datos principal. Fuente: Elaboración propia

Figura 9.78. Rol en los comités editoriales. Fuente: Elaboración propia

9.2.9.3. Editor jefe de revistas científicas

El editor jefe (*editor-in-chief*) de una revista es la persona sobre la que recae la responsabilidad general de velar por la calidad de los contenidos publicados e implementar las decisiones estratégicas sobre el funcionamiento de la revista. Dicta, conjuntamente con el comité editorial, los procedimientos para el envío, aceptación y publicación, así como los criterios para la revisión de los artículos. En función de la actividad de la revista, el editor jefe delegará ciertas tareas en sus editores asociados o su comité editorial. El editor puede escribir artículos editoriales, solicitar artículos invitados o definir y aprobar números monográficos [1357].

Lo que se espera de un editor jefe se puede resumir en los siguientes puntos [1358]:

1. *Definir la dirección filosófica de la revista*, estableciendo, por ejemplo, la tipología de artículos permitidos.
2. *Filtrar*, el editor jefe suele hacer el primer filtro de los envíos que llegan a la revista. Algunos se rechazan sin pasar a revisión porque hay exceso de esos contenidos, porque no cumplen un mínimo de calidad, porque la naturaleza del artículo no es congruente con la filosofía de la revista o porque no cumplen los aspectos formales exigidos por la revista. La clave de este primer filtro es no hacer perder el tiempo ni del autor esperando por un veredicto que no va a ser favorable ni de los revisores, auténticos cuellos de botella en el proceso de publicación científica.
3. *Tomar la decisión final*, teniendo en cuenta las opiniones de los revisores y de los editores asociados involucrados.
4. *Responder a los comentarios y peticiones de los autores*, relacionados con el estado de sus artículos o las políticas de la revista.
5. *Establecer la política ética de la revista*, relacionada con plagio, múltiples envíos del mismo artículo u otros aspectos relacionados con la autoría de un artículo.
6. *Realizar tareas administrativas*, relacionadas con la supervivencia de la revista y de comunicación con la editorial responsable de la revista.
7. *Participar en la definición de los procedimientos técnicos*, relacionados con la maquetación de la revista: definir estilos, calidad de las figuras, disposición de los contenidos, etc.
8. *Planificar la estrategia*, para permitir que la revista crezca en importancia e impacto o se mantenga en el nivel de excelencia conseguido.

9. *Opinar y comunicar*, como experto en una temática o en el proceso de edición, el editor jefe escribirá artículos editoriales, participará en reuniones temáticas en foros especializados o con los responsables de la editorial.
10. *Promocionar la revista*, en todos los foros donde le sea posible, congruentemente con la estrategia planificada, para dar la mayor visibilidad posible a la revista y atraer artículos de calidad y conseguir que los trabajos publicados lleguen al mayor número posible de lectores potenciales y puedan ser citados para cuidar el impacto de la revista.

Actualmente, a parte de otros roles relacionados con la edición de publicaciones científicas, se actúa como editor jefe de dos revistas científicas, *Education in the Knowledge Society (EKS)* y *Journal of Information Technology Research (JITR).*

Education in the Knowledge Society (EKS)

La revista *Education in The Knowledge Society (EKS)* está editada por Ediciones Universidad de Salamanca (https://goo.gl/jF3YuT - ver Figura 9.79) y tiene su ámbito de interés en las investigaciones relacionadas con la Sociedad del Conocimiento, entendida desde un prisma completamente interdisciplinar, pero con especial énfasis en los procesos educativos mediados por tecnologías.

Nace como revista *online* en 1999 bajo el nombre *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información (TESI)* y así se publica hasta su volumen 15 (2014). Con su volumen 16 (2015) comienza una nueva etapa editorial [1162], con el nombre actual y en la que se hace cargo como editor jefe el candidato a esta plaza de Catedrático de Universidad. Esta nueva etapa viene marcada por unas líneas de política editorial continuistas con el carácter multidisciplinar e interdisciplinar de la revista, pero con una nueva imagen (ver Figura 9.80 y Figura 9.81) y una renovada estrategia [1359] orientada a conseguir una mayor internacionalización y visibilidad de la revista, que busca ser incluida en índices mayor prestigio sobre la base de artículos de calidad publicados en español o en inglés (no se excluye tampoco el portugués) y en acceso abierto [115].

Figura 9.79. Portal de revistas de Ediciones Universidad de Salamanca. Fuente: https://goo.gl/3EsgfR

Figura 9.80. Nueva imagen de la revista EKS

Figura 9.81. Portal de la revista EKS. Fuente: https://goo.gl/3wfoYr

La estrategia está dando sus primeros frutos, así en el segundo año de esta tercera etapa, volumen 17 (2016), EKS ha sido indizada en Scopus (se espera que reciba su primer índice de impacto en SciMago y CiteScore en 2017, de momento en CiteScoreTracker 2017 tiene un CiteScore de 0.35, consulta realizada el 10-4-2018); y a partir del volumen 18 (2017), EKS ha sido incluida en ESCI de WoS (ver Figura 9.82).

Figura 9.82. Principales índices de EKS: Scopus (https://goo.gl/V4wBDy) y ESCI (https://goo.gl/wq6Tik)

En MIAR (Matriz de Información para el Análisis de Revistas – https://goo.gl/W7jvBJ) se encuentra clasificada en primer grupo ($9 \leq \text{ICDS} \leq 11$)[27], con un índice ICDS de 9.8 en 2017 (en 2016 era de 3.8), como se puede ver en la Figura 9.83.

[27] El ICDS (Índice Compuesto de Difusión Secundaria) es un indicador que muestra la visibilidad de la revista en diferentes bases de datos científicas de alcance internacional, o en su defecto en repertorios de evaluación de

Figura 9.83. Información de EKS en MIAR (27-3-2018). Fuente: https://goo.gl/zkjRuc

EKS aparece en el puesto 37 del último listado de las 100 revistas principales en español de Google Scholar (https://goo.gl/mCQKV5 - consulta realizada el 12-5-2018), con un índice h5 de 16 y una mediada h5 de 30, pero aparece con el nombre antiguo (Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información), lo que demuestra que el cambio de nombre sigue afectando en cierta medida negativamente a la visibilidad de la revista, por más que se ha solicitado su actualización en las principales bases de datos y en años anteriores ha aparecido correctamente en este mismo listado. De hecho, se puede comprobar en consulta realizada el mismo día (12-5-2018) al perfil en Google Scholar de la revista EKS, como su índice h es 36 y su h5 32 (ver Figura 9.84), por lo que debería aparecer mejor ubicada en dicho listado.

publicaciones periódicas. Un ICDS elevado significa que la revista está presente en diferentes fuentes de información de relevancia internacional (https://goo.gl/VP9kEh).

Figura 9.84. Información del perfil de EKS en Google Scholar (12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/VoFKfG

Como editor jefe se ha publicado un artículo editorial, tanto en español como en inglés, en todos los números de esta segunda etapa editorial, desde el número 16(1) en 2015 hasta el último número publicado hasta la fecha 19(1) en 2018, esto es 13 artículos editoriales (los 5 últimos indexados en ESCI y los 9 últimos indexados en Scopus) [39, 43, 57, 115, 395, 485, 971, 1162, 1305, 1359-1362], con los que el editor ha presentado la política de la revista, comunicado sobre los temas de interés de esta y contribuido a su visibilidad en la comunidad internacional.

Como resumen final, en la Tabla 9.13 se presentan los datos básicos de la revista EKS.

Tabla 9.13. Datos básicos de la revista EKS. Fuente: Elaboración propia

Nombre	Education in the Knowledge Society
Acrónimo	EKS
ISSN	2444-8729
Prefijo doi	10.14201
Primer año	2015
Primer volumen	16
URL	http://dx.doi.org/10.14201/eks
Editor jefe	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo
Anterior nombre	Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información
Anterior acrónimo	TESI
Anterior ISSN	1138-9737
Primer año	1999
Primer volumen	1
Anterior editor jefe	Dr. D. Joaquín García Carrasco
Principales índices y bases de datos	Scopus, ESCI (WoS), ISOC, MIAR, Latindex, Elektronische Zeitschriftenbibliothek, DICE, DOAJ, Google Scholar, Redalyc, Redined, ERIH PLUS, Dialnet

Journal of Information Technology Research (JITR)

La revista *Journal of Information Technology Research (JITR)* está editada por la editorial estadounidense IGI Global (https://goo.gl/1uXbFy), tiene un carácter interdisciplinar sobre las áreas emergentes y avanzadas de las tecnologías de la información. La revista se centra en avances importantes dentro del campo tecnológico, con particular atención en los principios, conceptos y aplicaciones de la bioinformática, informática médica, computación de alto rendimiento, difusión tecnológica, herramientas de análisis predictivo, algoritmos genéticos e informática cultural.

Esta revista se crea en 2008 y en 2015 se le ofrece al candidato a esta plaza de catedrático ser el editor jefe de esta revista. En 2015 JITR estaba indizada en Scopus, según *SCImago* en 2015 era un Q4 con un SJR de 0.124 (ver Figura 9.85), según el *Journal Metrics* de Elsevier, en 2015 tenía un CiteScore de 0.33, ocupando la posición 152 de 200 en la categoría *General Computer Science*, con un percentil del 24% (ver Figura 9.86). En 2016, la revista ha mejorado su posicionamiento en Scopus, pasando a ser Q3 en *SCImago,* con un SJR de 0.172 (ver Figura 9.85), y en el *Journal Metrics* presenta un CiteScore de 0.54, ocupando la posición 125 de 191 en la categoría *General Computer Science*, con un percentil de 34% (ver Figura 9.87).

Figura 9.85. Perfil de JITR en SCImago. Fuente: https://goo.gl/HEGD9H

Powered by Scopus

Help

Journal Metrics

Get involved

CiteScore 2016

CiteScore metrics from Scopus are comprehensive, transparent, current and free metrics for serial titles in Scopus.

Read more

Refine titles

CiteScore 2016 methodology | Download all metrics

Refine by subject areas... | Search titles... | 2015 | Show more filters

Journal of Information Technology Rese...

Showing 1 titles

Clear Filters

CiteScore metrics calculated using data from 31 May, 2016. SNIP and SJR calculated using data from 30 April, 2017

	Title	CiteScore	Highest CiteScore Percentile	CiteScore Rank	Citations 2015	Documents 2012-14	% Cited	SNIP	SJR
1	Journal of Information Technology Research General Computer Science	0.33	24%	152/200	19	58	19%	0.113	0.124

Figura 9.86. Journal Metrics de JITR en 2015. Fuente: https://goo.gl/gT26Nt

Powered by Scopus

Help

Journal Metrics

Get involved

CiteScore 2016

CiteScore metrics from Scopus are comprehensive, transparent, current and free metrics for serial titles in Scopus.

Read more

Refine titles

CiteScore 2016 methodology | Download all metrics

Refine by subject areas... | Search titles... | 2016 | Show more filters

Journal of Information Technology Rese...

Showing 1 titles

Clear Filters

CiteScore metrics calculated using data from 31 May, 2017. SNIP and SJR calculated using data from 30 April, 2017

	Title	CiteScore	Highest CiteScore Percentile	CiteScore Rank	Citations 2016	Documents 2013-15	% Cited	SNIP	SJR
1	Journal of Information Technology Research General Computer Science	0.54	34%	125/191	29	54	33%	0.273	0.172

Figura 9.87. Journal Metrics de JITR en 2016. Fuente: https://goo.gl/gT26Nt

En 2017, JITR fue incluida en ESCI de WoS (ver Figura 9.88) y en MIAR se encuentra clasificada en primer grupo ($9 \leq ICDS \leq 11$) con un índice ICDS de 9.5 en 2017 (en 2016 era de 9.4), como se puede ver en la Figura 9.89.

Como editor jefe se ha publicado un artículo editorial en todos los números (excepto en aquellos dedicados un monográfico que se ha delegado esta tarea a los editores invitados) desde el 8(1) en 2015 hasta el 11(4) en 2018, esto suponen 13 artículos editoriales [158, 443, 970, 1168, 1248, 1304, 1363-1369], con los que el editor ha presentado la política de la revista, comunicado sobre los temas de interés de esta y contribuido a su visibilidad en la comunidad internacional, especialmente porque estos editoriales se difunden en abierto y la política general de la editorial es muy restrictiva con la publicación en abierto de los artículos (aunque a finales de 2017 se ha relajado y permite, tras petición explícita de permiso, publicar una versión del artículo en el repositorio institucional de los autores).

Support Training Contact Us clarivate.com

Clarivate Analytics

Master Journal List

Search

Master Journal List > Journal Search

Journal Search

Search Terms

Search Type

Title Word

Database

Master Journal List

Search

Look up to your brightest stars.
Find out who shines in the Highly Cited Researchers list 2017.
See the list
Clarivate Analytics

Search Term(s): 1938-7857 · The following title(s) matched your request

First Previous Next Last

Total journals: 1 · Journals 1-1 (of 1)

Format for print

JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY RESEARCH

Quarterly ISSN: 1938-7857

IGI GLOBAL, 701 E CHOCOLATE AVE, STE 200, HERSHEY, USA, PA, 17033-1240

Coverage

Total journals: 1 · Journals 1-1 (of 1)

Format for print

Clarivate
Accelerating innovation

© 2017 Clarivate Careers Copyright Terms of Use Privacy Statement Cookie Policy

Follow us

Figura 9.88. JITR en ESCI. Fuente: https://goo.gl/QDsZx9

Figura 9.89. Información de JITR en MIAR (27-3-2018). Fuente: https://goo.gl/zs7EHE

Como resumen final, en la Tabla 9.14 se presentan los datos básicos de la revista JITR.

Tabla 9.14. Datos básicos de la revista JITR. Fuente: Elaboración propia

Nombre	Journal of Information Technology Research
Acrónimo	JITR
ISSN	1938-7857
EISSN	1938-7865
Prefijo doi	10.4018/JITR
Primer año	2008
Primer volumen	1
URL	https://goo.gl/MVbh4S
Editor jefe	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo
Principales índices y bases de datos	ACM Digital Library, Cabell's directories, CSA Illumina, DBLP, GetCited, Google Scholar, JournalTOCs, MediaFinder, The Index of Information Systems Journals, The Standard Periodical Directory, Ulrich's Periodicals Directory, Web of Science, ESCI, Scopus, Compendex, INSPEC

9.3. Perfil digital de investigador

Se está inmerso en una sociedad digital que cambia está cambiando las reglas y los protocolos establecidos en prácticamente todos los sectores de negocio y actividad. La Universidad no es ajena a los cambios sociales que y, en cierta forma, se ve obligada a evolucionar, cambiar y redefinirse para adaptarse a este contexto digital [56, 57, 59, 1370].

La imagen que proyecten las universidades en este nuevo contexto social no depende solo de sus departamentos de comunicación e imagen corporativa. Supone conocer el medio, sus prácticas, tomar una postura con respecto a las mismas y construir una identidad acorde con una cultura digital interiorizada que se base en la transparencia y

la coherencia [1370]. Se está ante un doble reto [1371], por un lado la Universidad tiene que cambiar su modelo y sus prácticas para competir en una sociedad dominada por la economía del conocimiento, pero, además, tiene que dar respuesta a su responsabilidad de formar y educar para la sociedad en la que se enmarca, lo cual pasa irremediablemente por integrar la propia cultura digital como un elemento curricular indispensable.

El sociólogo Claude Dubar mantiene que las formas identitarias tradicionales, principalmente las culturales y las estatutarias, están en crisis y no sirven para definir a las personas, identificar a los otros y comprender el mundo.

> *La identidad no es lo que permanece necesariamente "idéntico", sino el resultado de una "identificación" contingente. Es el resultado de una doble operación lingüística: diferenciación y generalización. (...) Estas dos operaciones están en el origen de la paradoja de la identidad: lo que hay de único es lo que hay de compartido* [1372] (p. 11).

En esta sociedad digital surge inevitablemente el concepto de identidad digital o de identidad 2.0, que se puede entender como "todo lo que un individuo manifiesta en el ciberespacio e incluye tanto sus actuaciones como la forma en la que este es percibido por los demás en la Red" [1373].

Si la identidad digital es la huella que toda persona deja en su uso e interacción en los medios digitales, cuando esta se restringe a una actividad profesional se tiene la identidad digital profesional. Cuando esta actividad profesional es la académica y la investigación, aparece la identidad digital del investigador que es "el resultado del esfuerzo consciente que realiza el investigador por y para ser identificado y reconocido en un contexto digital, distinguiéndose del conjunto de investigadores a través de la normalización, con el uso de identificadores, y la difusión de resultados de investigación en redes y plataformas de diversa naturaleza" [1374] (p. 657).

Por tanto, la identidad digital de las universidades tiene que basarse en gran medida e irremediablemente en la identidad digital de su comunidad, especialmente de sus profesores e investigadores.

Esta identidad digital individual se convierte en la *marca personal* del investigador como impulsor y profesional de la ciencia, es decir, su identidad digital es la representación en el ecosistema digital de su reputación, relevancia y visibilidad fruto de la actividad de difusión de su trabajo en un contexto de máxima transparencia. Esta

identidad digital tendrá más peso cuanto mayor sea la incidencia del ecosistema digital, directa o indirectamente, en la recolección de evidencias para establecer los indicadores para la medida del impacto de la producción científica y que acaban siendo parte de cualquier sistema de evaluación personal, institucional o de *ranking*.

De esta manera, en la ciencia del siglo XXI, el concepto de reputación científica, entendida como el prestigio de un investigador obtenido gracias a la calidad e impacto de sus resultados de investigación, conecta con el de su identidad digital como investigador, en el momento que el ecosistema digital de la difusión y evaluación científica condicionan el concepto de reputación científica. Así, es que se tiene que hablar de reputación digital *online* o e-reputación, siendo su contrapartida la reputación *offline*, donde necesariamente se plantea un estrecho vínculo entre ambos entornos, de modo que, si el reconocimiento de un investigador se puede trasladar al contexto digital, una adecuada gestión de la identidad digital puede llevar a un mayor reconocimiento científico [1374].

Actualmente, el ecosistema digital para la denominada Ciencia 2.0 es cada vez más potente y presenta un número creciente de sistemas y servicios que influyen en la configuración de una identidad digital de un investigador. Elegir en que sistemas relacionados con la definición de un perfil de investigador se quiere tener presencia debe ser una acción consciente de cada persona, porque todos ofrecen servicios y ventajas para potenciar esta identidad digital, pero también requieren un esfuerzo constante por mantenerlos actualizados con el objetivo de sacarles el adecuado provecho, a la vez que demandan un compromiso ético de que la identidad digital que reflejan es veraz porque, transparentemente, la están poniendo al alcance de otras personas y servicios digitales que transitivamente la utilizarán para definir la identidad digital de otros órganos colectivos (grupo de investigación, universidad, etc.).

De todos los componentes de este ecosistema digital de Ciencia 2.0, los que más incidencia tienen en la conformación de una identidad digital como investigadores son los denominados sistemas de perfiles de investigadores, que actúan en los dos ejes, la desambiguación y la visibilidad de los resultados de investigación, por lo que permiten crear y compartir el historial científico de un investigador. Estos sistemas ayudan a la puesta en valor de la investigación, al convertirse en medios para su difusión y dar soporte a diversos indicadores y métricas, tradicionales [1375] y alternativas

(*altmetrics*) [1376-1378], que se convierten en factor de identidad y reconocimiento [1379]. Los investigadores utilizan estos sistemas fundamentalmente para comprobar si han sido contactados, encontrar nuevos colegas, comunicarse con ellos, compartir textos y acceder a las métricas [1380].

Existe una variada tipología de estos sistemas de perfiles de investigadores, Smith-Yoshimura y otros distinguen [1381]:

- Plataformas de autoridades (*authority hubs*). Proporcionan una ubicación centralizada para registros de autoridad de múltiples organizaciones.
- Plataformas de identificadores (*ID hubs*). Facilitan la creación de un registro centralizado de identificaciones.
- Sistemas de gestión de referencias (*reference management systems*). Ayudan a los investigadores organizar el trabajo, colaborar y descubrir nuevas publicaciones.
- Sistemas de perfiles de investigadores (*researcher profile systems*). Posibilitan la creación de redes profesionales.
- Sistemas de gestión de la información de investigación *(research information management systems*). Almacena y mapea datos sobre la investigación desarrollada en una institución y la integra con datos de fuentes externas.
- Portales de investigación nacionales (*national research portals*). Ofrecen acceso a todos los datos de investigación almacenados en una red nacional de repositorios.
- Enciclopedias *online* (*online encyclopedias*). Ofrecen información en forma de artículos que incluyen referencias a trabajos de investigadores.
- Plataformas de investigación y colaboración (*research and collaboration hubs*). Ofrecen un portal centralizado donde los investigadores de una disciplina concreta pueden trabajar de forma conjunta.
- Sistemas de enlace entre autores y sus trabajos (*subject author ID systems*). Enlazan investigadores registrados con los registros de los trabajos que ellos han escrito.
- Repositorios temáticos (*subject repositories*). Facilitan el intercambio de trabajos dentro de un repositorio centralizado sobre un campo específico.

Además de abrir y mantener perfiles en estos sistemas, el investigador debe ser consciente de que el modelo de comunicación científica ha cambiado desde una concepción tradicional (reflejado en la Figura 9.90) a un modelo de comunicación científica 2.0, donde (presentado en la Figura 9.91), además, este debe ser consciente de la relevancia que tiene la Ciencia Abierta [107, 1382-1384] y, por tanto, publicar en acceso abierto para alimentar este entramado digital y facilitar el libre acceso al conocimiento.

Figura 9.90. Modelo tradicional de comunicación científica. Fuente: Adaptada de [1385]

Figura 9.91. Modelo de comunicación científica 2.0. Fuente: Adaptada de [1385]

Con el objeto de presentar la identidad digital como investigador del candidato a la presente plaza de Catedrático de Universidad, construida sobre un perfil digital de investigador eficiente y eficaz, se va a partir del protocolo de seis pasos recomendado

en [1386], extendido para incorporar el perfil como revisor de publicaciones científicas:

1. Elección del nombre de investigador (prácticas de normalización y desambiguación).
2. Creación y mantenimiento de un perfil en ORCID.
3. Creación y curación de un perfil en ResearcherID (WoS).
4. Identificación y curación del perfil en Scopus (Author ID).
5. Creación y curación de un perfil en Google Scholar.
6. Creación y mantenimiento de un perfil en ResearchGate.
7. Creación y mantenimiento de un perfil en Publons.

9.3.1. Nombre de investigador

El nombre con el que se firman los trabajos académicos debe ser único y consistente, para ayudar a diferenciar a investigadores con coincidencia parcial de nombres y apellidos. Este problema puede llegar a agravarse para los investigadores latinos, debido a tener dos apellidos y, posiblemente, caracteres no anglosajones. Es recomendable solucionarlo en un momento temprano de la carrera académica, porque tiene una influencia directa en la recuperación de sus publicaciones, en las citas que se reciben y en su métrica científica, es decir, en la visibilidad de la producción académica.

La elección de un nombre como investigador, facilita y posibilita tanto una identificación consistente de los investigadores y la recogida de datos a un nivel más granular, como la agregación de tales datos generando agrupaciones en torno a un determinado investigador, una organización o una determinada fuente de financiación [1387, 1388].

Algunas las recomendaciones para definir el nombre científico de un investigador son [1386]:

- Para los apellidos:
    - Si se firma con dos apellidos, deberían unirse con un guion.
    - No se deben abreviar.
    - Conservar los caracteres propios del idioma (acentos, ñ, etc.).
- Para el nombre:
    - No usar solo la inicial o iniciales.

- Conservar los caracteres propios del idioma (acentos, ñ, etc.).
- En los nombres compuestos hay recomendaciones de unirlos con guion (pero no es una práctica extendida ni obligada).
- Si se quiere abreviar alguno de los nombres usar inicial y punto en lugar de algunas abreviaturas establecidas.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones el nombre científico que se ha adoptado es:

Francisco José García-Peñalvo

9.3.2. Perfil en ORCID

Aunque se haya elegido un nombre especialmente diferenciador y se use consecuentemente, no existe garantía de que no vayan a darse situaciones de ambigüedad con otros investigadores. Por ello, es necesario asociar a cada investigador un identificador digital persistente que lo distinga inequívocamente del resto. El identificador universalmente aceptado y cada vez más solicitado por revistas y otros sistemas para identificar a un investigador es el identificador ORCID (*Open Researcher and Contributor ID* - https://orcid.org/).

ORCID es una organización sin ánimo de lucro, que mantiene un proyecto abierto y comunitario para asegurar que todos los trabajos científicos puedan ser atribuidos adecuadamente a sus autores. Su labor se centra en la normalización y la interoperabilidad, para ello ofrece a sus miembros, sin coste asociado, un identificador digital persistente de 16 dígitos, el identificador ORCID. El sistema mantiene un registro central de sus miembros y ofrece una URL única que se puede dejar públicamente accesible [1389].

Además de su utilidad para identificar a un investigador de forma inequívoca, es muy útil como plataforma de enlace entre diferentes sitios con información académica de un determinado investigador, por ejemplo, para transferir información entre Scopus y WoS y tener los tres perfiles (ORCID, Scopus y Wos) con información congruente y curada.

Este identificador es voluntario y tiene que crearlo el propio investigador.

En la Figura 9.92 se ilustra la página pública asociada al identificador ORCID del candidato a esta plaza de Catedrático de Universidad (0000-0001-9987-5584).

Figura 9.92. Página ORCID pública (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://orcid.org/0000-0001-9987-5584

9.3.3. ResearcherID (WoS)

ResearcherID (http://www.researcherid.com) ofrece un identificador único estable para desambiguar a los investigadores dentro de WoS, ofreciendo además un conjunto de servicios de valor añadido al investigador, entre los que destacan aquellos que permiten al investigador obtener unos indicadores básicos requeridos en cualquier currículo oficial (Índice H, Número de citas, Número de citas en los últimos *n* años).

Este identificador es voluntario y tiene que crearlo el propio investigador.

El identificador vincula a un espacio de trabajo personal que automáticamente actualiza la información de citas, etiquetas y claves generadas por el usuario e información clave que puede compartirse con el público o mantenerse como privada.

Está integrado con ORCID, lo que permite un intercambio bidireccional de registros entre ambos sistemas.

Aunque es un sistema propietario, ahora ligado al consorcio empresarial Clarivate, y no es abierto, su vinculación con WoS lo hace imprescindible para conseguir los indicadores propios de esta base de datos, la más importante en cuanto a impacto a nivel internacional.

En la Figura 9.93 se ilustra la página pública asociada al identificador ResearcherID del candidato a esta plaza de Catedrático de Universidad (D-5445-2013).

Figura 9.93. Página ResearcherID pública (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: http://www.researcherid.com/rid/D-5445-2013

Figura 9.94. Citation Metrics (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: http://www.researcherid.com/rid/D-5445-2013

En la Figura 9.94 se presentan los principales indicadores que se ofrecen en ResearcherID: número de artículos en WoS (418), total de citas (1.136) e índice h (17), (consulta realizada el 12-5-2018).

9.3.4. Perfil en Scopus

Scopus identifica de forma automática a los autores de todos los artículos que se indexan en su base de datos. Es decir, sin que el autor tenga que hacer nada, asigna un identificador (Author ID) por cada forma diferente con la que un autor haya firmado un artículo indexado en esta base de datos, por lo que es posible que a una misma persona física le correspondan varios identificadores que se deberán unificar en solo perfil.

Aunque su creación no sea una actividad explícita para los investigadores, sí lo es su mantenimiento y curación con el objetivo de poder obtener los indicadores básicos requeridos en cualquier currículo oficial (Índice H, Número de citas, Número de citas en los últimos *n* años).

Está integrado con ORCID, lo que permite un intercambio unidireccional de registros de Scopus a ORCID.

Figura 9.95. Perfil en Scopus (consulta realizada el 24-4-2018). Fuente: https://www.scopus.com

Aunque es un sistema propietario, ligado a Elsevier, y no es abierto, es un sistema de referencia para muchos *rankings* internacionales y un referente en cuanto a criterio de calidad para muchas áreas de conocimiento en España.

El perfil unificado que se tiene en Scopus corresponde al formato de firma *Francisco J. García-Peñalvo* con Author ID 16031087300, tal y como se muestra en la Figura 9.95.

De la Figura 9.95 se pueden extraer los principales indicadores que se ofrecen en Scopus (consulta realizada el 24-4-2018): número de artículos en Scopus (302), total de citas (1.878) e índice h (21). Sin embargo, Scopus ofrece un panel de consulta bastante más potente que ResearcherID, con el que se puede obtener un mejor detalle de dichos indicadores. Así, en la Figura 9.96 se ofrece una vista de las principales fuentes en las que se ha publicado, en la Figura 9.97 se puede ver cómo han ido produciendo las citas a lo largo de los años y en la Figura 9.98 se representa el índice h y qué artículos son los que están aportando a dicho índice.

Figura 9.96. Fuentes principales de los artículos indizados en Scopus (consulta realizada el 24-4-2018). Fuente: https://www.scopus.com

Figura 9.97. Evolución de las citas de los artículos indizados en Scopus (consulta realizada el 24-4-2018). Fuente: https://www.scopus.com

Figura 9.98. Índice H en Scopus (consulta realizada el 24-4-2018). Fuente: https://www.scopus.com

9.3.5. Perfil en Google Scholar

Google Scholar es la base de datos sobre publicaciones científicas más amplía que existe. Es de libre acceso y los investigadores que crean perfiles en Google Scholar pueden decidir si estos serán públicos o no (aunque carece de sentido desde el punto de vista de su visibilidad crear un perfil privado en Google Scholar).

Google Scholar indexa fuentes de múltiples sitios, incluyendo literatura gris, lo que supone eliminar las barreras y limitaciones que sufren algunas disciplinas y algunos autores que publican en sus idiomas (diferente al inglés) en las bases de datos principales WoS y Scopus.

Ofrece un conjunto de indicadores como son las citas totales, el número de citas por año, el índice h y el índice i10, que son indicadores fundamentales para aportar en los currículos oficiales. Estas métricas ofrecen una perspectiva de la presencia global que tiene el investigador en la comunidad académica porque, como ya se ha comentado, no restringe el campo de indexación como lo hacen WoS y Scopus.

Google Scholar se ha convertido en uno de los principales perfiles de un investigador de cara a potenciar su visibilidad y su reputación científica, de hecho, es la fuente más usada por muchos profesores para aspectos bibliométricos [1390].

Pese a las ventajas y el posicionamiento que actualmente tiene Google Scholar, hay que ser consciente de sus inconvenientes y sus riesgos. La actualización automática de los perfiles es muy cómoda, pero hay que ser consciente de que se trata de un procedimiento automático y que es susceptible de introducir información errónea e incluso falsa en los perfiles de los investigadores que estos, en aras de la transparencia y la veracidad de lo que transmiten sus perfiles públicos, deben solucionar manteniendo el perfil actualizado y curado, lo que supone un importante esfuerzo en tiempo. Los principales errores potenciales que se tienen en los perfiles de Google Scholar, especialmente después de una actualización importante de su base de datos (lo cual sucede dos veces al año por término medio) son:

- Inclusión de artículos que no han sido escritos por el autor del perfil.
- Borrado de artículos que sí han sido escritos por el autor del perfil.
- Duplicados.
- Fusión de documentos que no son el mismo.

- Documentos que no tienen un enlace a un recurso externo o que llevan a un recurso erróneo.

En la comunidad internacional existe discrepancia entre los que desconfían de Google Scholar como referencia de los indicadores de impacto científico y se decantan más por el estándar de referencia de WoS [1391, 1392] y los que consideran que Google Scholar democratiza el análisis de las citas y es una alternativa a WoS [1393], porque WoS tiene un sesgo de origen hacia la producción en inglés y las revistas norteamericanas [1394], es incompleto en lo tocante a Ciencias Sociales y Humanidades [1395] (de hecho, WoS tiene solo el 23% de las citas de Google Scholar en Ciencias Sociales y el 7% en Humanidades [1396]), presenta una cobertura limitada de las publicaciones que no son revistas y tiene errores sistemáticos de cobertura; mientras que Google Scholar tiene unas métricas de citas más robustas e insensibles a errores ocasionales, el análisis sintáctica ha mejorado y sigue mejorando significativamente, los errores son más fruto del azar que sistemáticos y hace a los académicos de habla no inglesa más visibles, como se puede apreciar en la Figura 9.99.

Figura 9.99. Comparación de la media del índice h de los investigadores de habla inglesa y de habla no inglesa en Google Scholar, Scopus y WoS. Fuente: [1397]

El perfil público de Google Scholar de quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador está accesible en https://goo.gl/sDwrr0. De este perfil, Figura 9.100, se pueden extraer los siguientes indicadores (consulta realizada el 12-5-2018): número de documentos (1.266), número de citas (14.270), índice h (61) e índice i10 (362).

Figura 9.100. Perfil público en Google Scholar (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/sDwrr0

En la Figura 9.101 se muestra la serie histórica de los principales indicadores de Google Scholar desde enero de 2014 a principios de mayo de 2018.

En el momento que los investigadores dejan sus perfiles públicos se pueden establecer *rankings* de investigadores de acuerdo a sus perfiles de Google Scholar. Es inmediato ver los investigadores con perfiles públicos con más citas registradas en Google Scholar de una determinada universidad, por tanto, es una responsabilidad de los investigadores tener su perfil curado para que esto repercuta positivamente en sus instituciones. En la Figura 9.102 se pueden ver los 10 investigadores con mayor número de citas de la Universidad de Salamanca, listado en el que quien defiende este Proyecto Docente e Investigador ocupa el quinto puesto (consulta realizada el 12-5-2018).

Figura 9.101. Evolución histórica de los principales indicadores de Google Scholar (enero de 2014 – mayo de 2018). Fuente: Elaboración propia

Figura 9.102. Perfiles públicos en Google Scholar de los investigadores de la Universidad de Salamanca con mayor número de citas (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/FJKu77

Un grupo de investigadores del CSIC realiza diferentes *rankings* de investigadores según su perfil público en Google Scholar. De estos se destaca el *Ranking of scientists in Spain (I): From 1 to 5000* [1398], en cuya octava edición, realizada en la segunda semana de febrero de 2018, aparecen los investigadores españoles (tengan filiación en España o en otro país) y perfil público en Google Scholar ordenados por orden descendente de índice h (a igual índice h se ordenan por número de citas). En esta edición del *ranking* quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador aparecía en la posición 345, tal y como se refleja en la Figura 9.103.

Figura 9.103. Ranking of scientists in Spain (8th Edition). Fuente: [1398]

9.3.6. Perfil en ResearchGate

ResearchGate (https://www.researchgate.net) es una red social vertical orientada a investigadores de todo el mundo. Aunque tiene algunos indicadores orientados al impacto de la investigación, este no es el cometido de esta red, sino que está más

orientada a compartir contenidos científicos, tanto publicaciones como conjuntos de datos, etiquetando coautores. Permite, además, realizar consultas abiertas a la comunidad de investigadores, así como hacer recomendaciones de otros colegas.

Por tanto, el objetivo de tener presencia en esta red social es ganar visibilidad como investigador y potencialmente conseguir más citas que alimenten el resto de los perfiles.

ResearchGate se convirtió en 2016 en el sistema de perfiles de investigadores más popular, según el *Innovations in scholarly communications – Survey 2015-2016* (https://goo.gl/Z8eaDg), como se refleja en la Figura 9.104.

Figura 9.104. Preferencia sobre el perfil de investigador (2015-2016). Fuente: https://goo.gl/UgLdrE

Aunque no es lo más significativo de esta red social, se presentan las estadísticas e indicadores más importantes que se ofrecen en ResearchGate, para el perfil personal accesible en https://goo.gl/kQYy1M.

En la Figura 9.105 se presentan los seguidores (725) y las personas seguidas (723).

Figura 9.105. Información general del perfil en ResearchGate (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/h8JCS2

En la Figura 9.106 se presentan las lecturas acumuladas, que representan consultas a los diferentes ítems que se asocian a un miembro de la red social, fundamentalmente publicaciones, pero también proyectos, preguntas y respuestas. Además, Researchgate ofrece información de las citas que han recibido los trabajos que se tienen recogidos en la red social, no es un dato que se pueda considerar tan fiable como en WoS, Scopus o Google Scholar, pero es un indicador más, esta información se presenta en la Figura 9.107. Más recientemente, para completar el panel de estadísticas, ResearchGate ha introducido el concepto de recomendación, este apartado se presenta en la Figura 9.108.

Por último, aunque no son indicadores que se suelan incluir en el currículo oficial, ResearchGate aporta un cálculo del índice h de los artículos que tiene en su base de datos y un índice propio que se denomina *ResearchGate Score* o *RG Score*, que es su forma de medir la reputación científica y se calcula en base a las publicaciones en el perfil personal y cómo otros investigadores interaccionan con el contenido en la red social ResearchGate, pero no su cálculo no es transparente, por lo que es más un elemento de gamificación dentro de la red que un indicador curricular. Estos indicadores se presentan en la Figura 9.109.

Figura 9.106. Estadísticas sobre lecturas recibidas en el perfil de ResearchGate (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/WHqMzH

Figura 9.107. Estadísticas sobre citas recibidas en el perfil de ResearchGate (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/NCqSMt

Figura 9.108. Estadísticas sobre recomendaciones recibidas en el perfil de ResearchGate (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/sKeCYg

Figura 9.109. Indicadores de reputación científica en el perfil de ResearchGate (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/p8SVSw

9.3.7. Perfil en Publons

Publons (https://publons.com) es una comunidad orientada a reconocer el trabajo de los revisores de artículos científicos. El esfuerzo empleado como revisor no tiene

mucho reconocimiento, aunque es clave para el adecuado funcionamiento de los flujos de trabajo en la toma de decisiones sobre la aceptación para publicación de los artículos enviados revistas y congresos científicos.

Publons permite importar, verificar y almacenar un registro de cada revisión por pares que se realice y de cada manuscrito que se maneje como editor, tanto para revistas como para congresos, en total conformidad con todas las políticas editoriales.

Este ha sido el último de los perfiles que digitales relacionados con la actividad de investigación que se ha incluido (en agosto de 2017) en la identidad digital de quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador, cuya página pública se puede acceder en https://goo.gl/i4uf2P. Aunque se han incorporado información de algunas revisiones por pares realizadas anteriormente a la fecha, el perfil de Publons solo tiene información exhaustiva desde agosto de 2017, como se puede apreciar en las estadísticas de total de revisiones en el tiempo (ver Figura 9.110) y revisiones realizadas por mes (ver Figura 9.111).

Publons asigna méritos tanto por haber actuado como revisor por pares, como por la labor como editor. A la fecha de la consulta (12-5-2018) se tenían acumulados 254 puntos como revisor (correspondientes a 117 revisiones) y 106 puntos como editor (correspondientes a 35 registros como editor). Estos datos pueden verse en la Figura 9.112 y con información específica de las fuentes para las que se ha sido revisor/editor en la Figura 9.113.

Figura 9.110. Revisiones realizadas y contabilizadas en Publons (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/1h7u4H

Figura 9.111. Revisiones realizadas y contabilizadas en Publons visualizadas por meses (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/1h7u4H

Figura 9.112. Méritos conseguidos en Publons (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/1h7u4H

publons | Search, or import by DOI/arXiv/PMID | HOME | BROWSE | COMMUNITY | FAQ

Researchers ▸ Francisco José GARCÍA-PEÑALVO

PROFILE | STATISTICS

Francisco José GARCÍA-PEÑALVO

Associate Professor - Computer Science, University of Salamanca - 1998 to Present

Edit your profile
Download your record

Verified reviewer
254 Reviewer Merit
117 reviews
31 papers scored
106 Editor Merit
35 editorial records
53 reviews recognised
22 reviews rated

IDENTIFIERS
publons.com/a/1321368/
orcid.org/0000-0001-9987-5584
researcherid.com/rid/D-5445-2013

Share on Twitter

NAVIGATE
Has reviewed for 36 journals
117 Pre-publication Reviews

BIO

Francisco José García-Peñalvo received his bachelor's degree in computing from the University of Valladolid (Spain), and his PhD. degree from the University of Salamanca, where he is currently the Head of the Research Group in Interaction and e-Learning (GRIAL). His main research interests focus on eLearning, computers and education and digital ecosystems. He is the Editor in Chief of the Education in the Knowledge Society journal and the Journal of Information Technology Research. He coordinates the Doctoral Program in Education in the Knowledge Society.

RESEARCH FIELDS

EDUCATIONAL TECHNOLOGY | E-LEARNING | HUMAN COMPUTER INTERACTION | SOFTWARE ENGINEERING | TECHNOLOGY ADOPTION

EDITORIAL BOARD MEMBERSHIPS

Add your editorial roles here.

PAST MEMBERSHIPS

- International Journal of Human Capital ...
- IEEE Transactions on Learning Technol...
- IEEE Access
- Education in the Knowledge Society (EK...
- IEEE Revista Iberoamericana de Tecnol...
- Informatics
- Journal of Universal Computer Science
- Journal of Information Technology Rese...

EDITOR RECORDS (MANUSCRIPTS HANDLED AS EDITOR)

- (3) IEEE Transactions on Learning Tech...
- (6) Quality and Quantity
- (2) Informatics
- (11) IEEE Access
- (5) IEEE Revista Iberoamericana de Tec...
- (3) Journal of Information Technology R...
- (5) Education in the Knowledge Society ...

HAS REVIEWED FOR

- (16) International Conference on Techn...
- (15) Comunicar
- (12) Computers in Human Behavior
- (10) IEEE Revista Iberoamericana de Te...
- (6) HCI International
- (5) Koli Calling International Conference...
- (4) Education in the Knowledge Society ...
- (4) Proceedings of the International Con...
- (3) Conferencia Conjunta Internacional ...
- (3) Congreso de Computación Para el D...
- (3) IET Software
- (3) The International Conference on Co...
- (3) World Conference on Information Sy...
- (2) Data & Knowledge Engineering
- (2) IEEE Global Engineering Education C...
- (2) IEEE Transactions on Learning Tech...
- (2) Jornadas Iberoamericanas de Ingeni...
- (2) Palgrave Communications
- (2) Software: Practice and Experience
- (2) Telematics and Informatics
- (1) Computer Standards & Interfaces
- (1) Congresso Ibero-Americano em Inve...
- (1) Formación Universitaria
- (1) Globalisation, Societies and Education
- (1) IEEE Transactions on Education
- (1) International Conference MOOC-Maker
- (1) International Conference on Adaptiv...
- (1) International Journal of Engineering ...
- (1) International Journal of Interactive ...
- (1) International Symposium on Comput...
- (1) Journal of Business Research
- (1) Journal of Universal Computer Scien...
- (1) Program
- (1) RED-Revista de Educacion a Distancia
- (1) Sensors
- (1) The Social Science Journal

ENDORSES

- Journal of Information Technology Rese...
- IEEE Access
- Education in the Knowledge Society (EK...
- Software: Practice and Experience
- International Journal of Engineering Ed...
- Comunicar

Figura 9.113. Méritos conseguidos en Publons, con indicación de las fuentes en las que se ha desarrollado la actividad (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: https://goo.gl/1h7u4H

9.3.8. Resumen del perfil digital como investigador

En la Tabla 9.15 se presenta la información resumida que conforma el perfil digital principal de quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador.

Tabla 9.15. Perfil investigador. Fuente: Elaboración propia

ORCID								
Identificador	Perfil público							
0000-0001-9987-5584	https://orcid.org/0000-0001-9987-5584							
Número de documentos		Fecha de consulta						
534		12/5/18						
ResearcherID (WoS)								
Identificador	Perfil público							
D-5445-2013	http://www.researcherid.com/rid/D-5445-2013							
Número de documentos	Índice H	Número de citas	Número de citas últimos 5 años (2013-2017)	Fecha de consulta				
418	17	1.136	186,8	12/5/18				
Scopus								
Identificador								
16031087300								
Número de documentos	Índice H	Número de citas	Número de citas últimos 5 años (2014-2018)	Fecha de consulta				
302	21	1.878	336,8	24/4/18				
Google Scholar								
Perfil público								
https://goo.gl/sDwrr0								
Número de documentos	Índice H	Número de citas	Número de citas últimos 5 años (2013-2017)	Índice i10	Fecha de consulta			
1.266	61	14.270	2.280,6	362	12/5/18			
ResearchGate								
Perfil Público								
https://goo.gl/kQYy1M								
Número de documentos	Índice H	Número de citas	Número de citas últimos 5 años (2013-2017)	Número de lecturas	Número de recomendaciones	Número de seguidores	RG Score	Fecha de consulta
870	33	5.129	764,8	75.357	164	725	38,29	12/5/18
Publons								
Perfil público								
https://publons.com/a/1321368/								
Puntos de revisión	Revisiones realizadas	Puntos de editor	Registros como editor	Fecha de consulta				
254	117	106	35	12/5/18				

En la Figura 9.114 se muestra la comparativa de los principales indicadores (índice h, número total de citas y promedio de citas en los últimos cinco años) de ResearcherID (Wos), Scopus Google Scholar y ResearchGate.

Figura 9.114. Principales indicadores en WoS, Scopus, Google Scholar y ResearchGate (consulta realizada el 12-5-2018). Fuente: Elaboración propia

9.4. Reflexión final

La investigación es una de las grandes áreas de actividad de la Universidad y de los miembros de su comunidad. Ha existido, existe y existirá siempre polémica sobre si la investigación debe ser el principal eje sobre el que pivote la actividad universitaria y, por tanto, el reconocimiento y la promoción de las personas en la Universidad, o si deberían buscarse otras modelos en los que la docencia tuviera más peso o en los que se reconociese diferentes perfiles de profesor universitario, con diferentes funciones y vías de promoción, para compaginar la actividad docente e investigadora.

Desde el punto de vista personal no se va a entrar valoraciones de que vía se considera más adecuada y se ha toma como referencia las normativas actualmente vigentes para la promoción de los profesores universitarios, aunque sí se considera oportuno que los dos componentes principales estén bien representados en el currículo de un candidato a Catedrático de Universidad (complementados con una cierta experiencia en gestión), por más que no existan evidencias empíricas concluyentes de que una buena labor de investigación repercuta en un mejor desempeño docente o viceversa.

Un investigador tiene que ser consciente del contexto en el que va a desarrollarse su investigación, así como conjugar unas competencias básicas individuales con una capacidad de trabajo en equipo, que es prácticamente imprescindible para ser mínimamente competitivo para abordar los retos que se presentan en este comienzo del siglo XXI.

Si, además, el investigador actúa como investigador principal de algún proyecto, el conocimiento del contexto debe ser mucho mayor y debe desarrollar unas competencias de gestión de la investigación que, al menos en la realidad de la Universidad en España, suponen un importante esfuerzo en recursos de tiempo. Si esta faceta de investigador principal se eleva a la responsabilidad de un grupo de investigación, el trabajo de gestión se incrementa y se deben desarrollar competencias de planificación estratégica, inteligencia emocional y liderazgo.

Estas competencias como líder de grupo de investigación, se piensa que deberían ser muy importantes, por no decir imprescindibles, para un perfil de Catedrático de Universidad, llamado a actuar como investigador principal o director de un equipo de investigación en algún momento de su vida profesional.

Actualmente, la rendición de cuentas, el impacto y, por tanto, la reputación de un investigador no se pueden desligar de la realidad de la sociedad digital en la que se desarrolla su actividad. Como en otros sectores de actividad, la investigación y la medición de su impacto se ven afectados por el ecosistema digital que está definiendo una Ciencia 2.0, en la que la apertura y transparencia son características básicas. Dominar las reglas de juego de este nuevo ecosistema digital es básico para visibilizar los avances en investigación, que tienen una repercusión directa en beneficios potenciales para el investigador como ente individual y, por transitividad en su grupo, institución, región, país, etc. Sin embargo, todas las potenciales ventajas conllevan un mayor esfuerzo personal por cuidar la veracidad de la información que conforma el perfil de un investigador y que transparentemente podrá ser consultada por otras personas y utilizada para construir los perfiles digitales de investigación de los órganos a los que pertenece ese investigador.

La realidad hace que renunciar a estar presente en el ecosistema digital científico no sea una opción si se quiere seguir teniendo una adecuada competitividad, pero queda mucho camino por recorrer desde la perspectiva de la gestión y estrategia universitaria para canalizar el esfuerzo que se requiere, obtener un retorno institucional adecuado y poner al servicio de los investigadores mejores servicios y estructuras de apoyo que les faciliten el mantenimiento de su identidad digital como investigadores.

Esta Ciencia 2.0 busca que el impacto no se limite solo a mejorar unos indicadores que tienen sentido únicamente en el mundo científico, sino que, además, se persigue que

más allá de la diseminación científica, que es algo que se les da por supuesto a los investigadores, estos sean capaces de hacer divulgación científica hacia la sociedad y los tomadores de decisiones. En este apartado los investigadores tienen mucho camino por recorrer, porque no es igual diseminar la producción científica para un público especializado que hacerla comprensible para un espectro amplio de la población. Además, de que es una competencia que se necesita desarrollar, si realmente se quiere conseguir, es necesario reconocer esta faceta de alguna manera significativa en el currículo de los investigadores, puesto que, si estos no ven esta actividad reconocida, obviamente la abandonarán para centrarse en aquellas tareas que les pueden proporcionar más ventajas a la hora de la promoción.

Se considera importante reflexionar sobre la presión existente para todos los investigadores, pero especialmente para los más noveles, por producir resultados científicos en forma de artículos en revistas indexadas en los primeros cuartiles (cuando no ya deciles) de las principales bases de datos de referencia [1399]. Sin duda, es importante conseguir publicaciones científicas del más alto impacto, si un investigador no publica su trabajo está perdiendo la oportunidad de que este sea conocido y, por tanto, de retornar a la sociedad lo que esta ha invertido (especialmente en el caso de la investigación realizada con fondos públicos).

> *A paper is an organized description of hypotheses, data, and conclusions, intended to instruct the reader. Papers are a central part of research. If your research does not generate papers, it might just as well not have been done. "Interesting and unpublished" in equivalent to "non-existent"* [1400].

No obstante, también es importante que un investigador tenga un currículo que haga balance entre publicaciones de alto impacto y trabajos de divulgación; que publique en inglés, pero también encuentre donde difundir sus avances en su lengua materna, el español en este caso; que se compagine la publicación en revistas con la presencia en otros formatos, como por ejemplo, congresos y libros; que no se limite a publicar en los canales editoriales oficiales, sino que cuide que su producción científica también esté presenten en los repositorios institucionales que potencian la difusión del conocimiento en abierto; y que haga un uso adecuado de los canales de literatura gris para diseminar y hacer visibles los avances del trabajo diario que está detrás de toda la labor de investigación.

La labor investigadora parece que se limita a un ciclo sin fin orientado a conseguir financiación vía proyectos y publicar en formato de artículos la actividad realizada. Pero la investigación implica muchas más tareas. Ya se han mencionado las labores de gestión, las actividades orientadas a crear, mantener y curar los perfiles de investigación y las tareas de divulgación, pero no se puede dejar de mencionar la actividad propia de la evaluación científica, tanto de revisión y de edición de artículos científicos como de participación en comités de evaluación y de gestión de I+D+i, actividades que resultan imprescindibles para que la Ciencia avance y mantenga unos niveles adecuados de calidad.

Como responsable de un grupo de investigación y de formar a nuevos investigadores, estas reflexiones se plantean en un código ético y en un conjunto de buenas prácticas, que se transmiten en el día a día del trabajo en el Grupo GRIAL y que se pueden resumir en:

1. El trabajo individual debe repercutir en el avance del grupo de investigación, el currículo y recursos del grupo están a disposición del beneficio de todos sus miembros individuales.
2. Los miembros del grupo no compiten entre sí ni con otros miembros de otros grupos de investigación, colaboran internamente y también externamente cuando surge la oportunidad.
3. Se mantiene un comportamiento ético en las actividades de investigación, tanto el ámbito de las relaciones personales, como en la forma de actuar en el desarrollo de cualquier proceso propio de la actividad investigadora: actuación con personas, tratamiento de los datos, publicación de resultados, etc. [1401-1403].
4. Los artículos se firmarán por aquellas personas que hayan intervenido en el proceso de investigación. Se dará más importancia a que el trabajo colaborativo se vea reflejado que a las posibles penalizaciones por el número de autores. No se incluirán autores por el mero hecho de apoyar su promoción individual.
5. Existe un compromiso por la promoción del conocimiento en abierto.
6. Se debe sopesar las posibilidades de colaborar, participar y publicar, pero, en la medida de lo posible, se debe intentar construir un currículo diversificado en cuanto a actividades y publicaciones.

Capítulo 10. Tecnologías del aprendizaje

A person who never made a mistake never tried anything new.

Once you stop learning, you start dying.

Albert Einstein
14/03/1879 – 18/04/1955

De conformidad con lo dispuesto en el *Artículo 63* de la Ley Orgánica de Universidades [265] y en el *Artículo 3* del Real Decreto 1313/2007 [267], por el que se regula el régimen de los concursos de acceso a cuerpos docentes universitarios, a tenor de lo establecido en los Estatutos de la Universidad de Salamanca [330] y el Reglamento de concursos para el acceso a Cuerpos Docentes Universitarios por parte de personas con certificado de acreditación nacional, aprobado por Resolución de la Universidad de Salamanca, de fecha 4 de marzo de 2009 [1404], modificado por Resolución de la Universidad de Salamanca, de fecha 14 de junio de 2010 [1405] y por Resolución de la Universidad de Salamanca, de fecha 2 de julio de 2010 [1406], el Rectorado de la Universidad de Salamanca, en virtud de las atribuciones que le confieren el *Artículo 20* de la LOU y el *Artículo 66* de sus estatutos, conforme al acuerdo del Consejo de

Gobierno de esta Universidad, adoptado en su sesión de fecha 20 de diciembre de 2017, resolvió convocar el concurso de acceso con el código 2018/D/FC/AC/1 (B.O.E. núm. 8 de 9 de enero de 2018 [1]).

La plaza vinculada a esa convocatoria, con código G062/D06208, corresponde al cuerpo docente de Catedráticos de Universidad, área de conocimiento Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, con actividad investigadora en "Tecnologías del Aprendizaje".

Según establece el Reglamento de concursos de acceso entre acreditados de la Universidad de Salamanca, los candidatos entregarán al Presidente de la Comisión por quintuplicado los siguientes documentos: su historial académico (docente, investigador y de gestión) y un proyecto en el que se formulen sus planteamientos docentes e investigadores.

Para el acceso al cuerpo de catedráticos y catedráticas de universidad se celebrarán dos pruebas. En la primera de ellas se hará una exposición oral, seguida de un debate con la comisión, del historial académico (docente, investigador y de gestión), así como del Proyecto Docente e Investigador. La segunda prueba consistirá en la exposición, y posterior debate con la comisión, de una de estas dos opciones, a elegir por el candidato: (i) de un trabajo original de investigación; o (ii) de un proyecto de investigación, del cual el candidato o la candidata habrá de ser investigador principal.

Tras haber expuesto en el Capítulo 9 el contexto investigador de quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador, este último capítulo se centra en el tópico que define el Proyecto Investigador de la plaza de Catedrático de Universidad objeto de concurso, código G062/D06208, las Tecnologías del Aprendizaje, por tanto, en el se completan los planteamientos investigadores del candidato y se presenta un proyecto de investigación del que el candidato es el Investigador Principal.

El capítulo introduce, en primer lugar, el campo de investigación relativo a las tecnologías del aprendizaje, para, posteriormente, presentar el proyecto de investigación.

El proyecto elegido se centra en la definición formal y en la aplicación práctica de los denominados ecosistemas tecnológicos, en dominios relacionados con el mundo educativo y universitario [609]. El proyecto lleva por título "*A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society (DEFINES)* / *Framework* de un

ecosistema digital para una sociedad en red interoperable" [454, 1321] (referencia TIN2016-80172-R), está financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, en la Convocatoria 2016, Proyectos I+D+i, dentro del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016. Su período de actividad comenzó el 1-1-2017 y se extiende el 31-12-2020, esto es cuatro años, por lo que además de la presentación de su contexto, metodología, objetivos y plan de trabajo, ya se pueden aportar los avances correspondientes, aproximadamente, al primer año y medio de trabajo.

10.1. Las tecnologías del aprendizaje como línea de investigación

Las tecnologías educativas y/o del aprendizaje es un campo de investigación muy activo, con una orientación interdisciplinar, en la que los avances ingenieriles deben demostrar no solo su validez tecnológica sino también una contribución en la mejora del aprendizaje, utilizando métodos propios de las Ciencias Sociales, como son los métodos cuantitativos y cualitativos, creándose una sinergia entre Ingeniería Informática y Educación.

Las tecnologías educativas se definen como el estudio y la práctica ética para facilitar el aprendizaje y mejorar el rendimiento creando, usando y gestionando los procesos y recursos tecnológicos apropiados [1407].

La *Association for Educational Communications and Technology* (AECT) denomina tecnología instruccional a la teoría y práctica del diseño, desarrollo, uso, gestión y evaluación de procesos y recursos para el aprendizaje [1408].

Teniendo esto en cuenta, la tecnología educativa es un término inclusivo para los recursos y fundamentos teóricos que soportan la enseñanza y el aprendizaje, es decir, se refiere a todos los recursos educativos aplicados que sean válidas y confiables, tales como, equipo, procesos y procedimientos que se derivan de una investigación científica y que en un contexto determinado pueden referirse a procesos teóricos, algorítmicos o heurísticos [1409]. Esto significa que la tecnología educativa no se restringe a alta tecnología, sino que es todo tipo de tecnología que mejora el aprendizaje en cualquiera de sus formatos: presencial, *online* o mixto [485, 1410].

La noción moderna de las tecnologías educativas implica que estas se basan en medios informáticos y juegan un importante rol en la actual sociedad digital [1411]. Por tanto,

la tecnología educativa (*EdTech*) hace referencia a un área tecnológica dedicada al desarrollo y uso de herramientas (*software, hardware* y procesos) que buscan mejorar la educación [1412].

Las tecnologías educativas y/o del aprendizaje abarcan diferentes sublíneas de investigación y trabajo que se identifican en la comunidad internacional con los siguientes tópicos [1409]:

- *eLearning* [136, 250].
- *Instructional technology* [1413].
- *Information and communication technology (ICT) in education* [54].
- *EdTech* [1412].
- *Learning technology* [1233, 1234].
- *Multimedia learning* [1240].
- *Technology-enhanced learning* (TEL) [1414].
- *Computer-based instruction* (CBI) [1415].
- *Computer managed instruction* [1416].
- *Computer-based training* (CBT) [1417].
- *Computer-assisted instruction* o *computer-aided instruction* (CAI) [1418].
- *Internet-based training* (IBT) o *Web-based training* (WBT) [1419].
- *Flexible learning* [1420].
- *Virtual education, online education* o *digital education* [249, 1163].
- *Collaborative learning* [1421, 1422].
- *Distributed learning* [1423].
- *Computer-mediated communication* [1424].
- *Cyberlearning* [1425].
- *Multi-modal instruction* [1426].
- *Personal learning environments* [1427].
- *Networked learning* [1428].
- *Virtual learning environments* (VLE) o *learning platforms* [1429].
- *mLearning* [1241, 1242, 1279].
- *Ubiquitous learning* [1430-1432].
- *Massive Open Online Courses* (MOOC) [95, 96, 116, 117, 1248, 1433].

10.2. El proyecto de investigación DEFINES

Como se ha explicado anteriormente, como complemento a los planteamientos de investigación, cuyo grueso se encuentra expresado en el Capítulo 9, y de cara a la segunda prueba, se ha elegido presentar un proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, en la Convocatoria 2016, Proyectos I+D+i, dentro del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, el cual tiene por acrónimo DEFINES y cuyos datos principales se recogen en la Tabla 10.1.

Tabla 10.1. Datos del proyecto de investigación DEFINES

Título	*A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society* / *Framework* de un ecosistema digital para una sociedad en red interoperable
Acrónimo	DEFINES
Entidad financiadora	Ministerio de Economía y Competitividad
Convocatoria	Convocatoria 2016, Proyectos I+D+i, dentro del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016
Resolución	https://goo.gl/u4vCtK
Anexo I. Ayudas concedidas. Proyectos I+D+i - Retos. Convocatoria 2016	https://goo.gl/7qYdCh
Referencia	TIN2016-80172-R
Investigador principal	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo
Duración	1-1-2017 a 31-12-2020 (4 años)
Importe	82.900€
Área temática de gestión	Tecnologías informáticas
Área ANEP	Ciencias de la Computación y Tecnología Informática
Área ANEP secundaria	Ciencias de la Educación
Código NABS	130132 - I+D relativa a la Ingeniería
Clasificaciones UNESCO	1203 - Ciencia de los ordenadores 3304 - Tecnología de los ordenadores 3325 - Tecnología de las telecomunicaciones
Número de investigadores	21
Web	https://ecosistemas.usal.es/
Logotipo	DEFINES

El tema central de este proyecto son los ecosistemas tecnológicos [442, 443, 1434], con una especial atención al dominio educativo [441, 444, 445] y universitario [609]. Un

ecosistema tecnológico o ecosistema *software* es un conjunto de diferentes componentes *software* relacionados entre sí mediante flujos de información en un entorno físico que los soporta y en los que los usuarios también son parte de dicho ecosistema [440].

Los motivos por los que se ha elegido este proyecto son:

- Es un proyecto completamente congruente con el perfil investigador propuesto en la plaza de Catedrático de Universidad a concurso.
- Es el tercer proyecto I+D+i financiado por el Plan Nacional con el mismo investigador principal. Estos tres proyectos reflejan una evolución de los sistemas de información hacia los ecosistemas tecnológicos, siempre en el contexto educativo.
- Es un proyecto actualmente en desarrollo, con aproximadamente un año y medio de avance sobre los cuatro años programados, lo que permite no solo presentar el planteamiento, sino también resultados.
- Otros proyectos, también en desarrollo, financiados por otras entidades tanto públicas como privadas, realimentan la línea de investigación de los ecosistemas tecnológicos y, por tanto, establecen una relación simbiótica entre ellos y un marco de investigación más potente en el grupo de investigación.

10.2.1. Resumen

En pleno desarrollo de la Sociedad Digital, las Tecnologías de la Información y la Comunicación juegan un papel destacado en los procesos de gestión del conocimiento. Sin embargo, estas soluciones tecnológicas no están exentas de problemas, especialmente para las instituciones que tienen que gestionar su explotación y evolución.

La oferta tecnológica para el soporte de los sistemas de información se ve incrementada exponencialmente con la aparición de soluciones *open software*, servicios en la nube y aplicaciones móviles de bajo coste, que se integran de una manera formal o informal al quehacer diario de las personas y, por tanto, a la realidad institucional. Consecuentemente, cuando esta colección de herramientas y servicios está soportada por una institución, surgen problemas relacionados con su interoperabilidad y su evolución.

Como respuesta aparece el concepto de *ecosistema tecnológico*, que transciende de la mera acumulación de tecnologías de moda. Estos ecosistemas suponen la evolución directa de los sistemas de información tradicionales encargados soportar la gestión de la información y del conocimiento en contextos heterogéneos. Se ha elegido la metáfora de los ecosistemas para sustentar esta propuesta de investigación en el contexto de la gestión de conocimiento, ya que la ventaja que ofrecen se basa en su capacidad para reconocer una red compleja de interrelaciones independientes entre los componentes y servicios *software* que conforman su arquitectura. Al mismo tiempo los ecosistemas ofrecen un marco analítico para comprender los patrones específicos de la evolución en el tiempo de su infraestructura tecnológica, con la consideración de que los componentes que conviven en un ecosistema deben poder adaptarse a los cambios que sufra el ecosistema y no colapsarse si no pueden asumir las nuevas condiciones.

Con el énfasis en la plataforma tecnológica, se propone evolucionar el concepto de ecosistema tecnológico distinguiendo un contenedor, el *framework* arquitectónico del ecosistema, y sus componentes, para que se pueda aplicar a diferentes dominios de aplicación de la manera más eficiente y con la mayor aceptación de sus usuarios.

Así pues, el proyecto DEFINES tiene un doble objetivo. Por un lado, proponer un entorno tecnológico como soporte de servicios para la gestión del conocimiento corporativo, al que se va a denominar ecosistema tecnológico. Estos ecosistemas se definen independientemente de los procesos de gestión del conocimiento que se lleguen a soportar con implantaciones concretas. Se busca romper así las limitaciones tecnológicas y de proceso de las actuales soluciones mediante un soporte transparente y semántico para la interoperabilidad y evolución de sus componentes. Por otro lado, no se busca solo plantear un desarrollo tecnológico, sino que tiene como objetivo último incidir en la Sociedad Digital con la validación de la tecnología desarrollada y su transferencia al tejido productivo. Se quiere incidir en la transformación de los actuales procesos de gestión de conocimiento y lograr una mejor adaptación de los mismos al contexto de la Sociedad Digital en la que actualmente se está inmerso, tomando como dominios objetivos concretos, tanto por su interés y por su diversidad, el sector asistencial a personas con dependencia, un observatorio de empleabilidad y los portales de *eCiencia*, sin descartar otros dominios que se puedan incorporar por simbiosis con este proyecto durante su desarrollo.

10.2.2. Palabras clave

Los descriptores del proyecto DEFINES son los siguientes:

> Ecosistemas tecnológicos; Ecosistemas *software*; Ecosistemas digitales; Gestión del conocimiento; Interoperabilidad; Analítica de datos; Sistemas inteligentes; Meta-modelado; Arquitecturas *software*; Factor humano; *Cloud computing*; Usabilidad; Experiencia de usuario; Métodos mixtos.

10.2.3. Impacto científico técnico o internacional esperable

DEFINES está plenamente alineado con el Reto en Economía y Sociedad Digital del Plan Nacional [1152, 1435] y el Reto 6 Europa en un mundo cambiante: Sociedades inclusivas, innovadoras y reflexivas [1436-1438] a través de las TIC de la estrategia E2020 [1439].

El proyecto en su conjunto está orientado a dar una respuesta a la acuciante demanda de nuevos medios tecnológicos que permitan una renovación de los métodos de gestión del conocimiento.

Además, relacionado con el ecosistema para los cuidadores de personas con dependencia, se está en línea con los retos del Programa Horizon 2020 en el contexto del reto de salud, cambio demográfico y bienestar que promueven el apoyo a las personas mayores para que permanezcan activas y sanas. Estos objetivos también se recogen en la EIP AHA (Partenariado europeo sobre envejecimiento activo y saludable) y en estrecha relación con los programas europeos *Ageing well* y *Active and Assisted Living*. En todos ellos se promueve la creación de ecosistemas tecnológicos como el que en este proyecto se propone para favorecer y promover la atención de calidad a la persona mayor con pérdida de función en el medio rural promoviendo una vida activa.

DEFINES es un proyecto que va a generar constructos tecnológicos en contextos reales. Por ese motivo se ha contactado con diferentes instituciones que actuarán como EPO (Ente Promotor Observador) del proyecto, sirviendo como prueba real de los principios perseguidos y receptores de primera mano de la transferencia de conocimiento.

Las instituciones que de una forma explícita han expresado su apoyo al proyecto son: Fundación INTRAS, Asociación Educación Abierta, Instituto de Investigaciones Dr.

José María Luis Mora (México), Aralia y Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid.

La internacionalización del proyecto es otro elemento que se considera clave. Se ha hecho un esfuerzo por incorporar al equipo de investigación global miembros destacados de la comunidad internacional con un doble objetivo, primero contar con su valiosa aportación como investigadores y reputados expertos en las líneas de investigación de DEFINES, pero también porque la idea es que los resultados que se obtengan se conozcan en sus instituciones y se pueda plantear el desarrollo conjunto de proyectos Erasmus+ y Horizon 2020.

Relacionado con la internacionalización también está el plan de diseminación de resultados científicos y que contará con las siguientes líneas directrices: dimensión internacional de las publicaciones, tanto en revistas indexadas como en congresos; apuesta por la publicación en abierto, haciendo uso de los mecanismos que sean más eficientes en cuanto a impacto y reducción de costes; y participación en eventos que faciliten llegar más fácilmente a la Sociedad.

10.2.4. Impacto socioeconómico sobre la Comunidad Autónoma de Castilla y León

Los sistemas de información que permitan gestionar el conocimiento y la formación de las empresas e instituciones públicas son cada vez más importantes y tienen un mayor peso en el funcionamiento diarios de dichas corporaciones. Sin embargo, la evolución tecnológica hace que estos sistemas queden obsoletos o tengan dependencias insostenibles o incompatibles con dicha evolución. El concepto de ecosistema tecnológico ayuda a paliar estos problemas lo que debe redundar en una mejora de la gestión del conocimiento y, por ende, de la competitividad de las instituciones que adopten este tipo propuestas tecnológicas.

El caso del ecosistema para los cuidadores de personas con dependencia ha suscitado mucho interés en las EPO de Castilla y León (Fundación INTRAS y Aralia). Además, este caso se enmarca dentro de una de las cinco prioridades temáticas de la RIS3 [1155] de la Junta de Castilla y León: Aplicación de conocimiento y tecnología en Salud y en Atención Social, Cambio Demográfico y Bienestar, para la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. En esta línea el ecosistema tecnológico propuesto constituiría una herramienta sociosanitaria de primer orden, al dar apoyo al soporte de cuidados de las personas dependientes en la comunidad, ajustados a su entorno vital, contribuyendo a la prevención de problemas físicos y psíquicos de los cuidadores

y evitando la sobrecarga y quiebra de cuidados. Esto facilitará la permanencia de la persona con dependencia en su entorno y facilitará la provisión integrada de servicios sanitarios y sociales, promoviendo sinergias hasta ahora no suficientemente aprovechadas. Todo ello contribuirá también a una prevención de la dependencia, incremento de la calidad de vida, y hará posible la sostenibilidad del sistema de atención.

Igualmente, el caso mencionado se dirige a uno de los sistemas prioritarios de salud identificados por la estrategia de investigación RIS3 como son las patologías crónicas, y enfermedades neurodegenerativas, especialmente las que generan dependencia. La propia estrategia RIS3 pone de manifiesto que el impacto social que, generalmente, llevan aparejado las enfermedades graves y prolongadas (generadoras de dependencia y discapacidad para las actividades de la vida diaria) hace necesario abrir el abanico de las soluciones, pensando en un enfoque combinado, como pone de manifiesto la Estrategia del Paciente Crónico en Castilla y León.

El proyecto DEFINES se ubica exactamente en estos planteamientos y hace referencia al ámbito de actuación de la RIS3 sobre Tecnologías para la inclusión social: investigación en nuevas tecnologías que faciliten la vida independiente de las personas en su domicilio, con especial atención al ámbito rural.

10.2.5. Equipo de investigación

El equipo de investigación está compuesto por los investigadores que se recogen en la Tabla 10.2.

Tabla 10.2. Equipo de investigación del proyecto DEFINES

	Nombre	Categoría	Universidad	Dedicación
1	Dr. D. Francisco José García-Peñalvo	Titular de Universidad	Universidad de Salamanca	Investigador Principal Única
2	Dr. D. Ricardo Colomo Palacios	Catedrático de Universidad	Østfold University College (Norway)	Única
3	Dr. D. David Griffiths	Catedrático de Universidad	University of Bolton (UK)	Única
4	Dra. Dña. Mª Victoria Perea Bartolome	Catedrática de Universidad	Universidad de Salamanca	Única
5	Dr. D. Ángel Fidalgo Blanco	Titular de Universidad	Universidad Politécnica de Madrid	Única
6	Dr. D. José Rafael García-Bermejo Giner	Titular de Universidad	Universidad de Salamanca	Única
7	Dr. D. Juan Antonio Juanes Méndez	Titular de Universidad	Universidad de Salamanca	Compartida
8	Dr. D. José Antonio Merlo Vega	Titular de Universidad	Universidad de Salamanca	Única
9	Dra. Dña Mª Soledad Ramírez Montoya	Titular de Universidad	Tecnológico de Monterrey (México)	Única
10	Dra. Dña. Mª Cruz Sánchez Gómez	Titular de Universidad	Universidad de Salamanca	Compartida
11	Dra. Dña. Mª Luis Sein-Echaluce Lacleta	Titular de Universidad	Universidad de Zaragoza	Única
12	D. Iván Álvarez Navia	Titular de Escuela Universitaria	Universidad de Salamanca	Única
13	Dra. Dña. Erla Mariela Morales Morgado	Contratada Doctora	Universidad de Salamanca	Única

	Nombre	Categoría	Universidad	Dedicación
14	Dr. D. Antonio Miguel Seoane Pardo	Asociado Tiempo Parcial 6+6	Universidad de Salamanca	Única
15	Dña. Susana Álvarez Rosado	Asociada Tiempo Parcial 6+6	Universidad de Salamanca	Única
16	D. Sergio Bravo Martín	Asociado Tiempo Parcial 6+6	Universidad de Salamanca	Única
17	D. Juan Cruz Benito	Contratado predoctoral de la Junta de Castilla y León	Universidad de Salamanca	Única
18	Dña. Alicia García Holgado	Contratada predoctoral del Ministerio	Universidad de Salamanca	Única
19	Dña. Felicidad García Sánchez	Contratada predoctoral de la Universidad de Salamanca	Universidad de Salamanca	Única
20	D. José Carlos Sánchez Prieto	Contratado predoctoral de la Universidad de Salamanca	Universidad de Salamanca	Única
21	Dña. Valentina Zangrando	Técnica (Gestora de proyectos)	Universidad de Salamanca	Única

De los 21 participantes en este proyecto de investigación 12 son hombres (57,14%) y 9 mujeres (42,86%) (ver Figura 10.1); 13 tienen el grado de doctor (61,9%) y 8 no son doctores (38,1%) (ver Figura 10.2); 19 tienen dedicación única al proyecto (90,48%) y 2 dedicación compartida (9,52%) (ver Figura 10.3); 18 tienen una filiación en una universidad española (85,71%) y 3 una filiación en una universidad extranjera (14,29%) (ver Figura 10.4), de los cuales 16 pertenecen a la Universidad de Salamanca (76,19%) (ver Figura 10.5). Por último, en la Figura 10.6 se puede apreciar la distribución de los miembros del equipo según su categoría profesional.

Figura 10.1. Sexo de los miembros del equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia

Figura 10.2. Doctores del equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia

Figura 10.3. Dedicación de los miembros del equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia

Figura 10.4. Relación entre filiaciones españolas y extranjeras en el equipo de investigación. Fuente: Elaboración propia

Figura 10.5. Universidades presentes en el equipo de investigación del proyecto. Fuente: Elaboración propia

Figura 10.6. Categorías profesionales de los miembros del equipo de investigación del proyecto. Fuente: Elaboración propia

10.2.6. Antecedentes y relaciones con otros proyectos actuales

El proyecto DEFINES es el tercer proyecto financiado por el Ministerio dentro del Plan Nacional, lo que supone una continuidad en la línea de las tecnologías del aprendizaje, de forma que la experiencia y los resultados obtenidos han ido marcando una evolución en la concepción de los sistemas de información hasta la noción de ecosistemas tecnológicos.

El proyecto con el que se inicia de una manera oficial la línea de investigación es el que lleva el título *Plataforma de e-learning basada en la gestión del conocimiento,*

bibliotecas de objetos de aprendizaje y sistemas adaptativos (*KnowlEdge management, learning Objects digital libraries, and adaPtive hypermedia based e-learning System*) – KEOPS (referencia TSI2005-00960). Tiene una duración de 3 años (de 31-12-2005 a 31-12-2008). Con este proyecto se asume el éxito de la plataforma *eLearning* [248, 249], pero se pone de manifiesto que los procesos de gestión del conocimiento deben mejorarse. Se pone el centro de atención en cómo gestionar los recursos educativos, basados en el concepto de objeto de aprendizaje [1345], incluyendo su creación, almacenamiento, consumo y evaluación [1185, 1251-1253, 1346, 1440]. Se aboga por la definición de diseños instructivos adaptativos [1233-1236, 1343], para que el consumo de los recursos de aprendizaje se haga de forma personalizada, tanto desde una perspectiva metodológica [1344, 1441] como tecnológica [1347, 1442, 1443].

Del proyecto KEOPS se derivaron 5 tesis doctorales [1343-1347].

El proyecto KEOPS tiene su continuidad con el proyecto coordinado *oiPLE: Entorno abierto, integrado y personalizado para el aprendizaje. Hacia una nueva concepción de los procesos de aprendizaje basados en tecnología* (referencia TIN2010-21695-C02). Tiene una duración de 3 años y medio (de 1-1-2011 a 30-6-2014). El coordinador del proyecto oiPLE fue quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador que, a su vez, fue el investigador principal del subproyecto de la Universidad de Salamanca.

El proyecto oiPLE se compone de dos subproyectos:

1. M2OLP (*From Moodle to an Open Learning Platform*): Arquitectura basada en servicios para el despliegue de las funcionalidades de Moodle en entornos abiertos y personalizados de aprendizaje - TIN2010-21695-C02-01 – Universidad de Salamanca. Investigador Principal: Dr. D. Francisco José García-Peñalvo.
2. *Moodle Integrated PLE* (miPLE): Entorno Personalizado de Aprendizaje Integrado basado en Moodle – TIN2010-21695-C02-02 – Universidad Politécnica de Cataluña. Investigador Principal: Dr. D. Marc Alier Forment.

En el proyecto oiPLE se cuestiona la plataforma de *eLearning* como el sistema central de los procesos de enseñanza virtual [1260] y se plantea abrir estas plataformas [1212, 1250, 1259] mediante un sistema de servicios web interoperables [1218, 1444, 1445] para construir entornos personalizados de aprendizaje o PLE [1427, 1446, 1447], tanto para los estudiantes como para las instituciones, iPLE [1448]. La interoperabilidad

[446, 1449], las arquitecturas orientadas a servicios [1213-1215], las ontologías [1166, 1176, 1177, 1211] y las analíticas del aprendizaje [1169, 1170], son los temas que más se trabajan en este proyecto y en especial en el subproyecto M2OLP. Como resultado final del mismo, se había abandonado la concepción de un sistema monolítico y, a través de la abstracción de PLE, se justificaba la necesidad de utilizar una aproximación más robusta para los sistemas educativos, los ecosistemas tecnológicos.

El proyecto oiPLE dio lugar a 4 tesis doctorales [1293, 1348, 1351, 1354].

Tanto KEOPS como oiPLE son los antecedentes directos de DEFINES vía la financiación del Ministerio. Pero también cabe mencionar otros proyectos financiados por la Universidad de Salamanca, el Gobierno Regional y la Unión Europea que también han influido en la aproximación basada en ecosistemas tecnológicos. Entre los más relevantes y con una influencia directa se ha de mencionar a los siguientes proyectos:

- *eLearning sin barreras: Nuevos paradigmas de comunicación, servicios y modalidades de interacción para la formación en línea* (referencia GR47). Financiado por la Junta de Castilla y León en su programa de Grupos de Excelencia, con una duración de 2008 a 2010, marca las directrices de investigación del grupo de investigación, coincide temporalmente con el final del proyecto KEOPS y sirve de puente con el proyecto oiPLE. Su investigador principal es el Dr. D. Antonio López Eire, hasta septiembre de 2008 por fallecimiento, al que le sustituye el Dr. D. Joaquín García Carrasco.
- *Universidad de Salamanca Digital* [402]. Financiado por el Banco de Santander, Fundación Marcelino Botín y Universidad de Salamanca, con una duración de 2008 a 2010, significa definir e implementar la estrategia de digitalización de la Universidad de Salamanca [86, 397, 405, 406, 409, 410], bajo la responsabilidad y dirección del Dr. D. Francisco José García-Peñalvo, Vicerrector de Innovación Tecnológica en esa época. La experiencia de este proyecto con los sistemas de información universitarios va a resultar clave para justificar la necesidad de un nuevo planteamiento estructural de los mismos y comenzar a pensar en una concepción de ecosistema tecnológico universitario [609].
- *Tagging, Recognition and Acknowledgment of Informal Learning ExpeRiences (TRAILER)* (referencia 519141-LLP-1-2011-1-ES-KA3-KA3MP) [1297, 1298]. Financiado por la *Lifelong Learning Programme* de la Unión Europea, con una

duración del 01-11-2011 al 30-11-2013, lo que hace que todo su desarrollo coincida temporalmente con el proyecto oiPLE. En TRAILER se investiga cómo gestionar las evidencias de aprendizaje informal para facilitar su reconocimiento [1209, 1450-1452]. El aprendizaje informal enlaza muy bien con el concepto de PLE que se está explorando en oiPLE, con lo que la realimentación entre los resultados de ambos proyectos existe y es positiva [1296, 1453]. Además, en TRAILER ya se habla explícitamente de ecosistemas tecnológicos [1454] para soportar los complejos flujos que se dan para la gestión y reconocimiento de las evidencias del aprendizaje informal [461, 1455, 1456]. El investigador de este proyecto es el Dr. D. Francisco José García-Peñalvo.

- *Mobile Personal Learning Environments (MPLE)* (referencia SA294A12-2). Financiado por la Junta de Castilla y León, con una duración de 2012 a 2014 y bajo la dirección del Dr. D. Francisco José García-Peñalvo, este proyecto coincide en el tiempo con el proyecto oiPLE y surge como complemento a este para centrarse en el concepto de PLE móvil [1256, 1257, 1300, 1354, 1457].

El proyecto DEFINES va a llevar el concepto de ecosistema tecnológico a diferentes ámbitos, de forma que otros proyectos que se están actualmente en desarrollo sirven como dominios específicos para este fin, realimentando el proyecto DEFINES. Igualmente, como se ha hecho con los antecedentes, se van a comentar los proyectos más relevantes y con una interrelación directa con DEFINES:

- *Ecosistema tecnológico para el Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios (OEEU) de la Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid* [152-154, 1458, 1459]. Desde 2014 a la actualidad se lleva colaborando con la Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid para la implementación del ecosistema tecnológico para el Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios, con el que se han desarrollado el I Barómetro de Empleabilidad y Empleo Universitarios en España [150] y, más recientemente, el Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios (Edición Máster 2017) [151], ambos financiados por la Fundación la Caixa. Es tal la complejidad del ecosistema tecnológico para la captación, el almacenamiento, la gestión y el análisis de

datos, que se consideró uno de los dominios de estudio principales para DEFINES.

- *WYRED: netWorked Youth Research for Empowerment in the Digital society* (referencia 727066) [970-972]. Financiado por el programa H2020 de la Unión Europea, con una duración del 1-11-2016 al 31-10-2019 y con el Dr. D. Francisco José García-Peñalvo como investigador principal, este proyecto tiene como objetivo dar la voz a los jóvenes para que reflexionen y realicen proyecto de investigación ciudadana [1460]. El núcleo tecnológico para permitir esta participación y colaboración es una plataforma social [1461, 1462], que se ha convertido en un componente más de un ecosistema tecnológico más complejo [1463] y que, por tanto, se ha convertido en otro dominio de estudio para DEFINES.
- *TE-CUIDA, propuesta de un Ecosistema TEcnológico para apoyo a CUIDAdores asistenciales* (referencia SA061P17). Financiado por la Junta de Castilla y León, con una duración del 26-7-2017 al 31-12-2019 y con el Dr. D. Francisco José García-Peñalvo como investigador principal, se define como un proyecto de investigación totalmente centrado en el dominio del proyecto DEFINES relativo a los cuidadores asistenciales y de la formación y apoyo que necesitan en condiciones geográficamente complicadas y con unas tareas asistenciales que les dificultan recibir la formación presencialmente [1224, 1225, 1281-1283].
- *Aumento de la visibilidad de RITEC mejorando la experiencia de usuario y su interoperabilidad con el Repositorio Nacional* (referencia 280318). Financiado por el CONACYT, México, con una duración del 1-8-2017 al 31-1-2018 y con la Dra. Dña. María Soledad Ramírez Montoya como investigadora principal, se centra en el dominio de los ecosistemas de eCiencia, uno de los casos de estudio de DEFINES, con especial atención a los repositorios institucionales [396, 1273-1277].

El contexto del proyecto DEFINES definido por los proyectos que le han precedido y los que conviven con él se muestra en la Figura 10.7.

Figura 10.7. Contexto del proyecto DEFINES. Fuente: Elaboración propia

10.2.7. Estado de la cuestión

10.2.7.1. El origen del problema

El proyecto DEFINES (*A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society*) surge como resultado de la experiencia de investigación y la reflexión asociada del grupo GRIAL de la Universidad de Salamanca [24, 25, 1160, 1161], en conjunto con otros grupos de investigación e investigadores nacionales e internacionales, sobre el estado actual de las tecnologías educativas y/o del aprendizaje aplicadas a los procesos de enseñanza+aprendizaje.

Tras varios años investigando en este campo se tiene la certeza de que las tecnologías utilizadas cotidianamente en los contextos educativos no tienen el reflejo que debieran tener, dado su enorme potencial, ni en la mejora del aprendizaje de las personas, ni en los métodos educativos, ni en la respuesta que espera una Sociedad Digital que se quiere convertir en una Sociedad del Conocimiento [27].

Por otro lado, la influencia que tienen las tecnologías en el quehacer diario de todas las personas como individuos provoca una transferencia, consciente o no, hacia su contexto profesional y/o educativo. Esto acaba teniendo consecuencias, de menor o mayor calado, en el sistema de información y, sobre todo, en la forma cómo se gestiona el conocimiento, tanto a nivel individual como corporativo [433, 434].

Sin embargo, esta permeabilidad se ve afectada tanto por el carácter cerrado de los sistemas de información como por el carácter volátil de muchas de las soluciones tecnológicas que se manejan. De hecho, son muy pocas las innovaciones tecnológicas que logran la madurez adecuada para que puedan considerarse tecnologías consolidadas en el tejido productivo, pasando en su ciclo de vida por una serie de estadios que, en muchos casos, acaban provocando su desaparición más o menos temprana. También es cierto que algunas de estas tecnologías entran en escena rodeadas de un halo de fascinación que provoca la creación de diferentes prácticas, definidas normalmente *ad-hoc*, y con carencia de sistematización y sin visos de perdurar en el tiempo, por lo que suelen acabar en expectativas no cumplidas, con su consiguiente caída del olimpo de la novedad y, en muchas ocasiones, con su completa de desaparición.

El punto de partida de esta investigación es el hecho de que estas tecnologías educativas, con sus ventajas y problemas, transcienden desde el contexto meramente académico y se integran en cualquier tipo de institución para convertirse en herramientas de gestión del conocimiento digital y del capital humano de la misma. Todo ello pone de manifiesto que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) están provocando una ruptura de las fronteras clásicas entre distintos tipos de aprendizaje como el formal, no formal e informal [1456, 1464, 1465], sin perder por ello el factor clave de que el aprendizaje es una actividad vital del individuo e imprescindible para la evolución de la sociedad y de sus instituciones.

El avance tecnológico ha propiciado la aparición de un mundo digital, en el que se dispone de herramientas que conectan y favorecen la colaboración, facilitan el trabajo en grupos menos jerarquizados y permiten la creación de redes sociales. En el día a día cualquier persona está acostumbrada a recibir información de varias fuentes, en distintos formatos y soportes y con acceso prácticamente instantáneo. El contexto educativo, en concreto la universidad, la empresa y la sociedad actual, no pueden permanecer al margen de la constante evolución tecnológica [249] y, en especial, esta evolución tiene que verse reflejada muy directamente en todo el proceso de gestión del conocimiento [433].

La creciente complejidad de las TIC y su alta penetración en todos los ámbitos hacen necesario que estas se aborden desde una perspectiva integral, comprendiendo los problemas, los desafíos y una importancia cada vez mayor en el desarrollo, ejecución y

gestión de estrategias, con el objetivo de mejorar el rendimiento global y la rentabilidad de la organización en la que se implantan. El paso al mundo digital demanda una reingeniería de todos los procesos e incluso un replanteamiento de los objetivos. Rogers [1466] analizó por qué ciertas ideas y productos se convierten en tendencias mientras que otras pasan rápidamente de moda, planteando el modelo de difusión de la innovación, en el que se establecen distintas categorías de usuarios (innovadores, primeros usuarios, mayoría precoz, mayoría tardía y escépticos) distribuidos según una curva normal. Según Moore [1467] una innovación prospera cuando es capaz de cruzar el abismo y llegar a las mayorías (en un principio a la precoz y posteriormente a la tardía). Otra característica de las innovaciones tecnológicas es que los primeros usuarios abandonan los nuevos productos tan pronto como las masas los aceptan y aparece la siguiente novedad. El *ciclo de sobre expectación* (*Hype Cycle de Gartner*) [1468] proporciona una representación gráfica de la madurez y la adopción de tecnologías, la forma en que son potencialmente relevantes para la resolución de problemas reales del negocio y la posibilidad de explotar nuevas oportunidades. Pronosticar la divulgación de una tecnología implica prever un elevado grado de modas pasajeras y de contagio social, que incluso se sitúan fuera de la utilidad objetiva de la propia tecnología (*information cascades*) [1469]. Las prácticas que se apoyan en las TIC y que se dan en un mundo globalizado, conectado, complejo y cada vez más recursivo, suelen caracterizarse por un comportamiento tipo *Cisne Negro* [1093] (por su rareza, impacto extremo y predictibilidad retrospectiva), no por el comportamiento de distribución normal.

Pero los cambios en el mundo educativo y en la gestión del conocimiento no pueden estar supeditados ni a modas ni a continuos cambios, ya que sus efectos únicamente son evaluables a largo plazo. Por tanto, son necesarios trabajos de investigación sobre los usos de las distintas tecnologías emergentes en el ámbito educativo y sobre el comportamiento de las mismas [1202, 1203, 1243, 1470-1480], aunando la investigación en tecnologías informáticas aplicadas en los procesos de enseñanza + aprendizaje y la gestión del conocimiento, la investigación propia de las ciencias sociales y la innovación tecnológica.

Por otra parte, la existencia de un número creciente de proyectos de recursos educativos abiertos y la fuerza creciente del movimiento *open* [87], hace que cada vez sea más fácil la creación de sistemas abiertos y participativos. Los campus virtuales y

las plataformas de *eLearning* o *Learning Management Systems* (LMS) son muy populares tanto en el ámbito académico [1481-1484] (la constatación de esto en el sistema universitario español puede verse en la infografía UNIVERSITIC 2017, que se presenta en la Figura 10.8) como en contextos empresariales [1485] y proporcionan herramientas que extienden y dan soporte al concepto tradicional de clase. Los LMS se centran básicamente en ayudar a los profesores, poniendo un especial énfasis en facilitar las tareas administrativas y de gestión relativas al aprendizaje [1486]. Para los estudiantes los LMS son espacios concretos donde poder llevar a cabo sus actividades lectivas o con los que se complementan sus clases. En resumen, los LMS aun siendo bastante completos y útiles en la relación entre profesores y estudiantes, por su concepción inicial, están básicamente dirigidos a la gestión docente y son demasiado rígidos, con flujos de comunicación preestablecidos y limitando mucho las posibilidades de interacción.

Esta aceptación mayoritaria de los LMS, aunque siendo patentes los problemas que presentan, se ha conseguido gracias a una evolución tanto del concepto de formación virtual como de su contexto tecnológico [1487]. Esta evolución se representa bien mediante la metáfora de la línea temporal [1488, 1489], como por ejemplo se muestra en la Figura 10.9, o mediante la metáfora de la generación [136, 250, 1219, 1490, 1491], generaciones que no se sustituyen sino que conviven [1492], de forma que la madurez de las primeras trae consigo la evolución de las siguientes y la aparición de otras nuevas. En la aproximación generacional se puede hablar de tres generaciones de *eLearning* [136, 250].

En la primera generación sucede la eclosión del concepto de LMS como una evolución de los entornos virtuales de aprendizaje [1429]. Estos primeros LMS se centran más en los contenidos que en la interacción entre las personas y hay una mayor preocupación por los aspectos tecnológicos que por los pedagógicos. Se tiene mucha influencia del área de la multimedia educativa, del *software* educativo [1493], de los tutores inteligentes [1494] y de los hipermedia adaptativos [1233-1235, 1495-1498].

Definiciones clásicas de eLearning propias de esta primera generación pueden ser las siguientes:

> *Tele-learning es la conexión entre personas y recursos a través de las tecnologías de la comunicación con un propósito de aprendizaje* [1499].

Figura 10.8. Análisis de las TIC en las universidades españolas. Fuente: https://goo.gl/ZJDRS8

eLearning es el suministro de contenido a través de cualquier medio electrónico, incluyendo Internet, intranets, extranets, comunicación vía satélite, cintas de vídeo y audio, televisión interactiva y CD-ROM. El eLearning se define de una manera más estricta que la educación a distancia, que también incluiría el aprendizaje basado en textos y cursos realizados a través de correspondencia [1500].

eLearning es la enseñanza a distancia caracterizada por una separación física entre profesorado y alumnado –sin excluir encuentros físicos puntuales–, entre los que predomina una comunicación de doble vía asíncrona donde se usa preferentemente Internet como medio de comunicación y de distribución del conocimiento, de tal manera que el alumno es el centro de una formación independiente y flexible, al tener que gestionar su propio aprendizaje, generalmente con ayuda de tutores externos [1501].

eLearning es la capacitación no presencial que, a través de plataformas tecnológicas, posibilita y flexibiliza el acceso y el tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, adecuándolos a las habilidades, necesidades y disponibilidades de cada discente, además de garantizar ambientes de aprendizaje colaborativos mediante el uso de herramientas de comunicación síncrona y asíncrona, potenciando en suma el proceso de gestión basado en competencias [248].

Figura 10.9. Línea temporal de la evolución del *eLearning*. Fuente: Adaptado de [1488, 1489]

En la segunda generación de *eLearning* se pone un mayor énfasis en el factor humano [407], de forma que la interacción entre los diferentes participantes en el proceso de enseñanza + aprendizaje se toma como una seña de identidad para distanciarse de la mera publicación de contenidos en las plataformas de enseñanza *online*. Influye mucho en esta generación el desarrollo de la Web 2.0 [403], hasta el punto de empezar a hablarse de un *eLearning* 2.0 [1502]. El movimiento abierto u *open* [102, 416] empieza a tener mucha presencia con iniciativas como el *OpenCourseWare* (OCW) [98] y los Recursos Educativos Abiertos (REA) [94, 103]. Se inicia, de una manera todavía incipiente, el *mLearning* [1242] y los mundos virtuales [1503-1505], además de sentarse los cimientos para las analíticas académicas [1506]. En consecuencia, los LMS tienen que evolucionar y abrirse [1260] para soportar la movilidad, la socialización y la interoperabilidad con otros componentes y sistemas *software* [1250, 1259].

Algunas definiciones de *eLearning* propias de esta segunda generación pueden ser las siguientes:

> *eLearning es la formación desplegada un dispositivo digital como un ordenador o un dispositivo móvil con el que se intenta dar soporte al aprendizaje* [1507].

> *Desde una perspectiva de la calidad se puede definir eLearning como un proceso de enseñanza/aprendizaje, orientado a la adquisición de una serie de competencias y destrezas por parte del estudiante, caracterizado por el uso de las tecnologías basadas en web, la secuenciación de contenidos y actividades estructuradas según estrategias preestablecidas a la vez que flexibles, la interacción con la red de estudiantes y tutores y unos mecanismos adecuados de evaluación, tanto del aprendizaje resultante como de la intervención formativa en su conjunto, en un ambiente de trabajo colaborativo de presencia diferida en espacio y tiempo, y enriquecido por un conjunto de servicios de valor añadido que la tecnología puede aportar para lograr la máxima interacción, garantizando así la más alta calidad en el proceso* [249].

La apertura e interoperabilidad de los LMS responde al hecho de que, ante las carencias que estos presentan, tanto los profesores como los estudiantes tratan de complementarlos con otras herramientas y servicios, ya sean proporcionados por la institución o libremente accesibles en la Red, gracias a la oferta tecnológica al alcance

de cualquier persona. Esto conlleva a la ruptura del concepto de LMS como elemento monolítico y único responsable de la funcionalidad para la formación en línea y en la pérdida de verticalidad del concepto de *eLearning* para convertirse en un elemento más transversal y universal que se pone al servicio de la formación en su sentido más amplio. Es decir, se camina hacia una tercera generación de *eLearning*.

Cuando desde una perspectiva no institucional, como iniciativa personal del que aprende o del que enseña, se busca cierto grado de integración de estas herramientas y servicios educativos, surge el concepto de *Personal Learning Environment* (PLE) [1427], el cual es más metafórico que tecnológico. Estos PLE buscan facilitar el aprendizaje al usuario, al permitir que el usuario utilice aquellas herramientas que considere oportunas para aprender (normalmente con las que están familiarizados), sin estar vinculadas a un entorno institucional concreto o a un período de tiempo específico [1446]. Con los PLE el discente pasa a ser el responsable de su propio aprendizaje, ya que puede gestionarlo, elige las herramientas a utilizar, pasa de consumidor a proveedor de aprendizaje y aprende a relacionarse con otros, todo siempre según sus necesidades [1508].

No obstante, cuando esta colección de posibles herramientas y servicios está soportada por una institución, surgen problemas en dos aspectos fundamentales: 1) la interoperabilidad de estos servicios y herramientas; y 2) su evolución. Como respuesta aparece el nuevo concepto de *ecosistema tecnológico* [442], que trasciende de la mera acumulación de tecnologías de moda [1509, 1510].

Figura 10.10. Tercera plataforma. Fuente: [1511] (p. 2)

Los ecosistemas tecnológicos suponen la evolución directa de los sistemas de información tradicionales encargados de dar soporte a la gestión de la información y del conocimiento en contextos heterogéneos [441, 445]. Se propone como detonante de la tercera generación de *eLearning* un ecosistema tecnológico donde una comunidad, con métodos educativos, políticas, reglamentos, aplicaciones y equipos de trabajo pueden coexistir de manera que sus procesos están interrelacionados y su aplicación se basa en los factores físicos del entorno tecnológico [1512].

Este entorno tecnológico se basa en la denominada tercera plataforma [1511], que se basa en las tecnologías de la nube, móviles, sociales y del *big data*, como se ilustra en la Figura 10.10. Se orienta hacia la transformación, evolución y expansión digital de todas las industrias.

Como definición de *eLearning* de tercera generación se tiene la siguiente:

> *eLearning es el proceso formativo, de naturaleza intencional o no intencional, orientado a la adquisición de una serie de competencias y destrezas en un contexto social, que se desarrolla en un ecosistema tecnológico en el que interactúan diferentes perfiles de usuarios que comparten contenidos, actividades y experiencias y que, en situaciones de aprendizaje formal, debe ser tutelado por actores docentes cuya actividad contribuya a garantizar la calidad de todos los factores involucrados* [136].

10.2.7.2. Los ecosistemas tecnológicos y ecologías de aprendizaje

Recientemente se viene constatando un cambio fundamental de enfoque, en los debates sobre la innovación de los sistemas de ámbito académico o político, hacia la ecología y los ecosistemas [1513-1522]. La Comisión Europea ha comenzado a utilizar estos dos conceptos como herramientas de política de innovación regional orientados a la consecución de los objetivos de la declaración de Lisboa [1523, 1524]. Desde la Unión Europea se considera a los ecosistemas digitales como la clara evolución de las herramientas de *eBusiness* y los entornos de colaboración para redes de organización. Dentro del proyecto *Digital Ecosystems*, promovido por el *Directorate General Information Society and Media* de la Comisión Europea, un ecosistema digital posee una arquitectura basada en componentes *software open source* que se combinan para permitir la evolución gradual del sistema mediante la aportación de ideas y nuevos componentes por parte de la comunidad [1525].

De hecho, la metáfora del ecosistema tecnológico proviene del área de la biología y se transfiere al área social para capturar mejor la naturaleza evolutiva de las relaciones entre las personas, sus actividades de innovación y sus entornos [1526], al área de servicios como una conceptualización más genérica de actores económicos y sociales que crean valor en sistemas complejos [1527, 1528] y al área tecnológica, inspirados en los conceptos de Moore [1529] e Iansiti [1530] de negocios y ecosistemas biológicos, para definir los ecosistemas *software* o SECO (*Software ECOsystems*) [1531]. Estos últimos pueden referirse al conjunto de negocios y sus interrelaciones con respecto a un producto *software* común o mercado de servicios [1532], o bien, desde un punto de vista más arquitectónico, a la estructura o estructuras en términos de elementos, a las propiedades de estos elementos y a las relaciones entre dichos elementos, esto es, sistemas, componentes de un sistema y actores [882].

Messerschmitt y Szyperski [1533] son los primeros en hablar sobre ecosistemas *software* para referirse a una colección de productos *software* que tienen algún grado de relaciones simbióticas. Según Dhungana et al. [1534] un ecosistema *software* se puede comparar a un ecosistema biológico, desde la perspectiva de la gestión de recursos y la biodiversidad, haciendo especial hincapié en la importancia de la diversidad, y del apoyo a la interacción social. Esta relación entre lo natural y lo tecnológico se repite en otros autores que utilizan la definición de ecosistema natural para sustentar su propia definición de ecosistema tecnológico [449, 450, 883, 1535-1538]. Existen diversas definiciones de ecosistema natural o biológico, pero hay tres elementos que están presentes en todas las definiciones: los organismos, el medio físico en el que llevan a cabo sus funciones básicas y el conjunto de relaciones entre los organismos y el medio.

Paralelamente, un ecosistema tecnológico se basa en los elementos principales que componen todo ecosistema natural: los organismos o factores bióticos, el medio físico en el que habitan o factores abióticos y las relaciones tanto entre los organismos como de estos con el medio. De esta forma, en un ecosistema tecnológico se dispone de un conjunto de personas y componentes *software* que desempeñan el papel de los organismos; una serie de elementos que permiten que el ecosistema funcione (*hardware*, redes, etc.); y un conjunto de flujos de información que establecen las relaciones entre los componentes *software* y entre estos y las personas involucradas en el ecosistema [447].

Una de las principales diferencias de los ecosistemas tecnológicos frente a los sistemas de información tradicionales es la integración de componentes *software* heterogéneos para proporcionar un conjunto de funcionalidades que cada componente por separado no ofrece, así como mejorar la experiencia de los usuarios, considerándoles un componente más dentro del ecosistema, característica fundamental y diferencial en esta aproximación.

Sobre la base de un ecosistema tecnológico se puede construir las bases de una ecología de aprendizaje y cuyos componentes y relaciones se reflejan en la Figura 10.11.

Figura 10.11. Componentes e interacciones en una Ecología de Aprendizaje. Fuente: [609, 1539]

Una ecología de aprendizaje se caracteriza por [602]:

1. Presentar una naturaleza compleja del nuevo entorno vital expandido en Internet.
2. Tomar a la teoría de la complejidad como enfoque conceptual.
3. Adoptar Internet como infraestructura de transformación disruptiva.
4. Cambiar las estructuras de organización, de jerarquías a redes distribuidas "redarquías".
5. Ser congruente con la naturaleza abierta y social del conocimiento *online* [94, 416].
6. Definir la gestión de la complejidad como principal reto.
7. Orientarse hacia una sociedad intensiva en aprendizaje (con una importancia creciente del aprendizaje informal) [1456].

8. Tender hacia una cultura digital de la interdependencia, colaboración y sostenibilidad, que extiende el proceso de gestión de conocimiento personal o un planteamiento de ecosistema (ver Figura 10.12) [1540].
9. Tener muy presente la personalización (individualización), la persona como organización individual emergente, como agente nuclear del cambio y responsable de su adecuación personal a la nueva ecología del aprendizaje [1541].
10. Presentar comportamientos inteligentes y aprendizajes automáticos [889].

Figura 10.12. Proceso complejo de gestión de conocimiento en el que este está continuamente siendo interiorizado y exteriorizado. Fuente: [1540]

Se ha elegido la metáfora de los ecosistemas para sustentar el proyecto DEFINES ya que la ventaja que ofrecen se basa en su capacidad para reconocer una red compleja de interrelaciones independientes entre los componentes que conforman su arquitectura. Al mismo tiempo ofrecen un marco analítico para comprender los patrones específicos de la evolución en el tiempo de su infraestructura tecnológica, tomando en consideración que los componentes que lo conforman se deben poder adaptar a los cambios que sufra el ecosistema y no colapsarse ante ellos si no pueden asumir las nuevas condiciones [1542]. Por otra parte, entre los componentes de un ecosistema tecnológico se encuentran sus propios usuarios [1543] porque estos son repositorios y generadores del nuevo conocimiento de la institución, lo que influye decisivamente en la complejidad del artefacto que se maneja [1544].

Desde la perspectiva de las tecnologías educativas y/o del aprendizaje y de los sistemas de gestión del conocimiento, el pasado se ha caracterizado por la automatización, que condujo a desarrollar plataformas para la formación (LMS). El presente está protagonizado por la integración y la interoperabilidad. El reto está en conectar y relacionar las distintas herramientas y servicios que van surgiendo y que sirven para la gestión del conocimiento corporativo. Esto supone construir ecosistemas tecnológicos cada vez más complejos internamente, desde la interoperabilidad semántica de sus componentes, para ofrecer, de forma transparente, más funcionalidad y más sencillez a sus usuarios. El análisis del comportamiento de las innovaciones tecnológicas y los avances en las ciencias cognitivas y de la educación, indican que el futuro (cercano) del uso de las tecnologías de la información en el aprendizaje y la gestión del conocimiento estará caracterizado por la personalización y la adaptabilidad [1545].

Es precisamente en este punto de inflexión, teniendo en cuenta los antecedentes presentados, donde surge el proyecto DEFINES. Como se puede inferir de su nombre, *a Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society*, se busca generalizar y extender el concepto de ecosistema tecnológico que se ha venido definiendo en contextos educativos [1083], hacia diferentes ámbitos, considerados en algunas experiencias incipientes [453], que cumplen los siguientes requisitos: 1) necesidad real de gestionar un conocimiento complejo; 2) existencia de flujos de información heterogéneos; 3) diversidad de usuarios involucrados; 4) necesidad de soporte a la toma de decisiones; y 5) existencia de un conjunto de soluciones tecnológicas diversas y mayormente *open software*.

Para ello, y con el énfasis puesto en la plataforma tecnológica, se propone evolucionar el concepto de ecosistema tecnológico distinguiendo un contenedor, el *framework* arquitectónico del ecosistema, y sus componentes, para que se pueda aplicar a diferentes dominios de aplicación de la manera más eficiente y con la mayor aceptación de sus usuarios. Para ello se ha configurado un equipo multidisciplinar compuesto por: 1) ingenieros de *software*, encargados de la parte arquitectónica del ecosistema; 2) metodólogos que se centrarán en el análisis de la percepción de la utilidad y de la aceptación de las plataformas; y 3) expertos en cada unos de los dominios elegidos. En concreto, inicialmente, se consideran tres dominios: atención a personas con deterioros tanto cognitivos como físicos, un observatorio de

empleabilidad y empleo universitario y plataformas de eCiencia. Además, se sacará provecho de las oportunidades que puedan ofrecer otros proyectos y contratos de investigación, como el caso de WYRED [971, 1462, 1463].

A la hora de definir un *framework* para ecosistemas tecnológicos es necesario contemplar la integración, interoperabilidad y evolución de sus componentes, así como una correcta definición de la arquitectura que lo soporta [1212, 1546-1548]. El estado actual y la evolución técnica y tecnológica de los ecosistemas digitales tiene un paralelismo muy acentuado con toda la tecnología que se desarrolla en torno a Internet y los servicios de tipo *cloud*. Más concretamente, la evolución en la toma de recogida de datos, procedimientos de análisis y toma de decisiones, beben de la fuente de ciertos tipos de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (*Internet of Things*) [1549], los procesos que extraen conceptos de *Business Intelligence* [1114, 1550, 1551], o los procesos de minería de datos aplicados a la gestión del conocimiento [1552-1554].

En los entornos de computación actuales, principalmente en los basados en computación y servicios *cloud*, se utilizan componentes intercambiables, arquitecturas que unen distintos sistemas a través de servicios y utilizan protocolos y estándares para comunicarse. En los sistemas de gestión del conocimiento se emplean cada vez más las arquitecturas orientadas a los servicios. Estos no se reducen actualmente a un solo sistema o plataforma monolítica, sino que cada vez se usan más servicios y herramientas [1555], formando los actuales ecosistemas heterogéneos dentro de la esfera de gestión del conocimiento a través de medios digitales e Internet. Para conseguir esta interconexión de plataformas es común el uso de protocolos de comunicación, interfaces y estándares de descripción de recursos y datos. El propósito es que ayuden a incorporar y a transmitir información con una calidad asegurada y, al mismo tiempo, permitan preservar invariable el sentido, significado y contexto de los datos que se transmiten. Estos protocolos de interconexión de datos y de recogida de información relacionada con el conocimiento basan su especificación en el ámbito de la interoperabilidad entre plataformas, la posibilidad de uso por parte de sensores y colectores de evidencias, los datos abiertos, con contenido semántico y estandarizados, o incluso la descripción de entornos y evidencias relacionadas con los procesos de adquisición de conocimiento. Esta área de investigación es clave dentro del proceso, debido al contexto de aplicación, al estado actual de desarrollo de los ecosistemas

tecnológicos y a su expansión. Además, dicha área se justifica ya que los datos son la materia prima [1556, 1557] para: el diseño del ciclo de aprendizaje (*data-driven design*), la evaluación de las actividades de aprendizaje (*learning analytics*), su inclusión en el proceso de aprendizaje como medio para la retroalimentación en tiempo real (*data-driven feedback*) y el diseño de la estrategia de gestión de conocimiento, así como de la personalización del mismo.

Ante la cantidad de datos que se generan en un ecosistema para la gestión del conocimiento, especialmente si este integra una plataforma virtual de aprendizaje, surge la necesidad de sobrepasar las limitaciones inherentes a los sistemas, con el fin de aplicar a este ámbito técnicas equivalentes a la contrastada "inteligencia de negocio". Esta técnica es una concepción ampliada del concepto de la analítica de datos de aprendizaje (*Learning Analytics*), que se define como "la medida, recolección, análisis e informe de datos acerca de los estudiantes y sus contextos, con el propósito de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en que este ocurre" [1551, 1558, 1559].

En los últimos años, gracias al empuje de una creciente comunidad investigadora, la analítica de datos de aprendizaje ha experimentado un gran crecimiento impulsada por la creación de redes de trabajo como SOLAR (https://goo.gl/M8Dvky, en el ámbito internacional) o a nivel nacional SNOLA – Red temática española de analítica de aprendizaje (http://snola.es, TIN2015-71669-REDT, de la que el Grupo GRIAL es miembro). Asimismo, existen grupos de trabajo con un propósito específico en los proyectos ROLE (https://goo.gl/LUhwPv) y LACE (https://goo.gl/7di7Rz), marcos de trabajo (IMS Caliper Analytics, xAPI), tecnologías (Pentaho Data Integration) y métodos de análisis de minería de datos (asociación basada en reglas, factorización matricial) aplicables al análisis de datos educativos procedentes de diversas fuentes [1560].

Además, dado que los ecosistemas se caracterizan por las posibilidades de conexión entre sus componentes, se pueden dar los condicionantes por los que los ecosistemas tecnológicos debieran ser descentralizados. La centralización – ya sea a través de un 'proveedor' del ecosistema, una institución, un sitio web, o una agencia gubernamental – a la vez que facilita la conexión dentro de su dominio, puede convertirse en una barrera para las conexiones exteriores a dicho dominio. Por otra parte, la centralización también otorga un gran poder a los administradores de un

ecosistema, lo que suele llevar asociado un aumento de las suspicacias acerca de la vigilancia y la privacidad de sus usuarios. En este sentido se quiere explorar en esta propuesta, en aquellos casos donde sea pertinente, un sistema de registro distribuido de transacciones basado en la tecnología de *blockchain* [1561-1564], ya que no pertenecen ni están controlados por nadie. Consecuentemente, los problemas derivados del control, privacidad e identidad se dejarían en manos de los propietarios de los datos, en el contexto de los *blockchain*, sin que ningún tercero sea capaz de supervisar las operaciones.

Como se ha explicado con anterioridad, este proyecto no solo busca avanzar en la definición de del *framework* de un ecosistema tecnológico para la gestión de conocimiento corporativo, sino que se desea probar su consistencia y aceptación aplicándolo en diferentes casos y que concentran el interés real de las diferentes EPO asociadas al proyecto.

10.2.7.3. Caso de aplicación en el sector asistencial

El primer caso se orienta hacia el sector asistencial de personas con problemas de dependencia, por aspectos psicológicos y fundamentalmente fruto del envejecimiento. Hoy en día, es un hecho que Europa está envejeciendo. Una característica común de las personas mayores es la frecuente aparición de deterioros tanto cognitivos como físicos. Alrededor del 17,8% de la población de la Unión Europea tenía 65 años o más a comienzos de 2012, lo que implica un aumento del coste de la atención social. A nivel mundial, 46,8 millones de personas sufren demencia y se prevé que este número aumente alarmantemente a 131,5 millones para el año 2050 [1565].

La mayoría de las personas mayores dependientes viven en sus casas y son atendidos no solo por su cónyuge u otro miembro de la familia, sino también por vecinos o amigos que ejercen el papel de cuidadores informales, no siendo remunerados por ello. Estos cuidadores informales proporcionan a menudo una atención amplia y completa por sus continuos cambios y situaciones extremas que requieren de sus cuidados incrementando la demanda de atención según avanzan por los diferentes estadios del deterioro.

Es evidente que los cuidadores juegan un papel muy importante para cubrir las necesidades de las personas con demencia, lo que garantiza que puedan seguir viviendo en su ambiente familiar el mayor tiempo posible. No obstante, aparte de retrasar o prevenir la institucionalización reduciendo el alto coste residencial, esta

atención conlleva un alto impacto en la salud en los cuidadores informales, con graves problemas de salud mental, tales como sobrecarga, depresión o ansiedad, lo que disminuye notablemente su calidad de vida y aumenta su aislamiento social.

Por otra parte, la proporción de personas de 65 o más años de edad en la población en las zonas rurales en España, en concreto en Castilla y León, es superior a la media nacional en todos los Estados miembros de la UE excepto en Bélgica y Polonia. Esta situación plantea nuevos retos en la forma de mejorar la independencia y la calidad de vida de las personas mayores y de sus cuidadores que viven en zonas rurales y promover su buen estado de salud de diferentes maneras.

Ante este problema social que se plantea, la psicoeducación [1566] se presenta como una alternativa de solución. La psicoeducación implica proporcionar información y explicar una situación específica siguiendo una forma coherente, sencilla, precisa y objetiva a las personas que sufren alguna discapacidad, así como a sus cuidadores.

Pero el acceso a la psicoeducación, como a otros servicios, puede presentarse como un reto para cuidadores que viven el medio rural, quienes experimentan necesidades más numerosas y complejas por tener que hacer frente a la carga adicional de las barreras geográficas de la distancia y el trasporte para acceder a un recurso que en su mayoría se presenta a través de intervenciones cara a cara [1567]. Así pues, junto a la carga física y emocional que supone cuidar a un familiar, el acceso a este servicio se presenta como un reto para los cuidadores por las dificultades para acudir a las reuniones presenciales al no disponer de otra persona que cuide al enfermo temporalmente.

En el ámbito tecnológico existen algunas soluciones que pueden ayudar a resolver los problemas planteados [1565, 1568-1570], pero no existe ninguna herramienta que proporcione soporte integral a las necesidades de los cuidadores.

Con el objetivo de poder dar respuesta a este problema asistencial, se propone el desarrollo de un ecosistema tecnológico de apoyo al cuidador. Su objetivo principal es apoyar tanto a los cuidadores formales como a los informales, para con ello mejorar la calidad de asistencia e incluso reducir la carga del cuidador (causante de mucha patología somática y psicológica para el cuidador). El ecosistema debe facilitar que la persona mayor, especialmente si tiene pérdida de autonomía, pueda mantener su residencia en el medio comunitario y en su propio domicilio y que mantenga los

mejores cuidados posibles. Todo ello se hace especialmente importante en el medio rural en el que la accesibilidad a los recursos sanitarios y de apoyo social son más bajos.

Este ecosistema debe soportar unos componentes básicos (plataforma *eLearning* y red social privada [1224]), pero debe tener la capacidad de ampliarse con nuevos componentes que extiendan su funcionalidad fruto, en muchas ocasiones de la incorporación de tecnologías ya existentes en el dominio. Para ello se debe definir una factoría de patrones *wrappers* y de conectores que representen los componentes/servicios del ecosistema. Esto se realiza tanto a nivel de datos como a nivel de funcionalidad, que deben ser congruentes con el patrón arquitectónico que sustente el *framework* para el despliegue de los ecosistemas y que debe evolucionar el patrón arquitectónico de partida.

Igualmente importante, para garantizar la aceptación del ecosistema por parte de los usuarios, es definir sistemas de registro de la interacción de los usuarios para su análisis [1249, 1571], con el objeto de que el usuario sea una parte esencial del ecosistema [1543] que mejorará y evolucionará a través de sus comportamientos [1572]. El análisis cualitativo [1230, 1573] de la usabilidad [1574] y de la percepción de utilidad del ecosistema [1228] toma una importante dimensión en esta propuesta muy ligada a la integración del usuario en el ecosistema.

Para el desarrollo de este caso se cuenta con la colaboración de dos EPO con mucha experiencia en el sector, la Fundación INTRAS y Aralia.

10.2.7.4. Caso de aplicación en un observatorio de empleo y empleabilidad universitaria

La Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid ha desarrollado el Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los Universitarios en España [150]. Este barómetro es una herramienta para evaluar la empleabilidad y el empleo de los titulados universitarios en España. Consiste en una encuesta diseñada para hacer el seguimiento de la empleabilidad y el empleo de los titulados universitarios en España, para proveer a responsables universitarios y políticos, empleadores y familias, la información necesaria para mejorar la vinculación entre formación y empleo. El trabajo de campo de la primera edición de la encuesta se desarrolló entre noviembre de 2014 y julio de 2015, en dos etapas claramente diferenciadas. La primera etapa, entre noviembre de 2014 y enero de 2015, se dedicó a

la recogida de información que poseen las universidades en sus registros administrativos. En la segunda etapa, entre junio y julio de 2015, se recogió información directa de los egresados a través de un cuestionario. Mediante el cuestionario y el envío de datos administrativos de las universidades, se recogieron 534 variables que pueden clasificarse temáticamente en cuatro grandes grupos. La muestra estuvo compuesta por 13.006 observaciones, correspondientes a titulados universitarios de primer y segundo ciclo y grado que finalizaron sus estudios en el curso 2009-2010 en alguna universidad española [1575].

Para la recogida de información el grupo GRIAL ha colaborado con la Cátedra para el desarrollo del sistema de información [152]. Sin embargo, el reto que se propone en este caso de estudio es convertir el sistema actual en un ecosistema tecnológico que facilite la captura de la información desde fuentes heterogéneas, realice adecuadamente la fusión de datos, cree cuadros de mandos personalizados para cada universidad y para la Cátedra, y cree vistas públicas con visualizaciones interactivas [1168, 1576, 1577].

La usabilidad y la percepción de utilidad del ecosistema resultante serán determinantes en la evaluación del ecosistema resultante de este caso.

Para el desarrollo de este caso se cuenta con la colaboración de la Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria como EPO del proyecto.

10.2.7.5. Caso de aplicación en portales de eCiencia

Los portales de eCiencia, especialmente en las instituciones de educación superior y de investigación, están adquiriendo un rol protagonista para ayudar a construir el perfil digital de los investigadores individuales, de los grupos de investigación y, por transitividad, de la institución, la región, el país, etc. [1386].

Los portales de eCiencia requieren de una configuración de un ecosistema tecnológico que les permita conseguir su objetivo estratégico de facilitar el descubrimiento y el acceso a recursos para las comunidades a las que prestan servicio, además de estar muy vinculadas con el movimiento de conocimiento en abierto [86, 87, 416].

Un ecosistema tecnológico para eCiencia debe presentar e innovar en componentes que presenten [1578] una interfaz del *discovery*, orientada a que el usuario final (el investigador) realice consultas, reciba resultas y haga selecciones; se conecten a diferentes tipos de colecciones de recursos (colecciones digitales, repositorios

institucionales [1579], colecciones de museos, etc.); gestionen el perfil del investigador; y faciliten conexiones sociales entre investigadores [395].

Estos componentes deben encapsular facilidades de interoperabilidad [446], búsqueda semántica [1208], recomendaciones avanzadas [1580], *open linked data* [108], etc. En el caso de los portales de eCiencia, la evolución de sus componentes tiene una influencia directa en su capacidad de atracción de tráfico por parte de sus usuarios, algo que es sumamente importante porque el uso que se haga de estos portales (que en muchas ocasiones es equivalente al uso de las bibliotecas institucionales) es una medida de su valor implícito [1581]. La medida de los cambios en sus patrones de utilización en el tiempo y el impacto de los factores internos y externos en su uso interesa para demostrar el valor continuo de estos portales [1582].

De nuevo la usabilidad y la percepción de utilidad del ecosistema serán determinantes en la evaluación del ecosistema resultante de este caso, máxime cuando está documentado que la evaluación de los *discoveries* se centran especialmente en los estudios de usabilidad [1583].

Para el desarrollo de este caso se cuenta con la colaboración de la Asociación Educación Abierta y del Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora (México) como EPO del proyecto. Además, se cuenta con el apoyo del Servicio de Bibliotecas de la Universidad de Salamanca y de su repositorio institucional GREDOS (https://goo.gl/wqa99B) [420], contando con el que ha sido su director durante más de 8 años, el Dr. D. José Antonio Merlo-Vega, entre los investigadores del proyecto, así como con el interés del repositorio institucional del Tecnológico de Monterrey (México), RITEC (https://goo.gl/z8WJ8e), contando con uno de sus mayores promotores como investigadora invitada, la Dra. Dña. Mª Soledad Ramírez-Montoya.

10.2.7.6. Métodos mixtos de investigación

La investigación en el campo de las tecnologías educativas y/o del aprendizaje requiere validar los constructos ingenieriles con métodos propios de las Ciencias Sociales y de la Investigación en Educación [1584].

La metodología en investigación científica hace referencia al modo en el que el investigador enfoca el problema y busca las respuestas. Implica la reflexión sobre cómo obtener conocimiento, qué se debe hacer y cómo realizarlo. Los propósitos, supuestos e intereses determinan la metodología a seguir en una investigación [1585].

En Ciencias Sociales han prevalecido hasta hace unos años dos perspectivas teóricas principales [1586, 1587]. La primera, el positivismo [1588, 1589], cuyo fin es buscar los hechos o causas de los fenómenos sociales con independencia de los estados subjetivos de los individuos. Y, la segunda, el constructivismo, cuyo objetivo es entender los fenómenos sociales desde la propia perspectiva del actor.

La metodología cuantitativa suele asociarse al positivismo que subyace a la concepción de Durkheim de las Ciencias Sociales, según la cual (a) los hechos son considerados como cosas y deben estudiarse del modo en que lo hacen las Ciencias Naturales; (b) los resultados han de formularse en forma de leyes o generalizaciones similares a las de las Ciencias Naturales; (c) neutralidad valorativa o normativa.

Por su parte, la orientación comprensiva weberiana de las Ciencias Sociales difiere sustancialmente en algunos aspectos. La propuesta weberiana de que el objeto de la ciencia social ha de ser la acción social y de que toda acción para ser social ha de contener un sentido o significado, subraya la importancia del momento comprensivo de la subjetividad del actor. Weber no renuncia por ello a la orientación explicativa, pero presenta un marco de análisis que difiere sustancialmente de la propuesta de Durkheim. Para Weber es erróneo pensar que es posible el estudio de los fenómenos sociales utilizando los mismos procedimientos empleados para investigar el mundo físico. El método científico propuesto por Weber pasa por la elaboración de tipos ideales que, aunque no necesariamente existen en la realidad, tienen un valor heurístico y explicativo; son construcciones hipotéticas formadas poniendo el énfasis en ciertos aspectos de la conducta e instituciones que son observables empíricamente. El tipo ideal, por tanto, es teóricamente posible, pero no necesariamente empíricamente observable. La tarea investigadora consiste en determinar en cada caso particular la proximidad o lejanía entre la realidad y la imagen ideal [1590].

La explicación se define para Durkheim de acuerdo con la causa. Explicar un fenómeno social es buscar su causa eficiente, es definir el fenómeno antecedente que lo produce de manera inevitable. Subsidiariamente una vez establecida la causa de un fenómeno, es posible buscar también la función que cumple, la utilidad que exhibe. Para Weber, sin embargo, comprender, es aprehender (asir, agarrar, captar intelectualmente un objeto) el significado interno de los fenómenos sociales. La comprensión para Weber es aprehender el sentido que cada actor atribuye a su conducta propia (sentidos subjetivos).

Esta necesidad de interpretación, que no puede llevarse a cabo sin la mediación del lenguaje y sin la consideración de los estados internos del sujeto, ha dado lugar a que se califique de cualitativa esta perspectiva. En el fondo subyace un repudio a aplicar idéntica metodología al mundo natural y social. El mundo natural se explica y el mundo social se comprende.

> *Para practicar la investigación cualitativa son necesarios conocimientos sobre la subjetividad y el inconsciente (psicoanálisis), los significantes y los significados de las palabras y los signos (lingüística, semiología), el sentido de los mismos (semántica), la interpretación de los símbolos (hermenéutica), la cultura (antropología), la percepción de la realidad (fenomenología) y sobre la sociedad (sociología). La metodología cualitativa es, pues, una forma multidisciplinar de acercarse al conocimiento de la realidad social* [1591] (p. 374).

Desde este enfoque interdisciplinar se entiende por metodología cualitativa "una estrategia de investigación fundamentada en una depurada y rigurosa descripción contextual del evento, conducta o situación que garantice la máxima objetividad en la captación de la realidad, siempre compleja, y preserve la espontánea continuidad temporal que le es inherente, con el fin de que la correspondiente recogida sistemática de datos, categóricos por naturaleza, y con independencia de su orientación preferentemente idiográfica y procesual posibilite un análisis (exploratorio, de reducción de datos, de toma de decisiones, evaluativo, etc.) que dé lugar a la obtención de conocimiento válido con suficiente potencia explicativa, acorde, en cualquier caso, con el objetivo planteado y los descriptores e indicadores a los que se tuviera acceso" [1592] (p. 24).

Aunque es difícil indicar de forma precisa el inicio de los diferentes enfoques investigadores, puesto que el debate sobre este asunto es tan antiguo como la propia historia del pensamiento, se encuentra en la antigua Grecia, con Platón, los orígenes pre-cuantitativos en su afán por la abstracción, el idealismo y las matemáticas, o un carácter cualitativo defendiendo el trato directo de las experiencias, abanderado por Aristóteles [1593]. Este enfrentamiento metodológico se dará a lo largo del desarrollo de la ciencia, con unos inicios de una progresiva matematización del mundo, donde todo lo no cuantificable va a ser considerado ruido informativo. La metodología cuantitativa, con procedencia de distintas fuentes, dominará el panorama investigador

durante siglos desarrollando una evolución continua y transfiriendo los métodos de las ciencias naturales y experimentales al terreno de la investigación social.

Si bien hay consenso en señalar que la observación descriptiva, las entrevistas y otros métodos cualitativos son tan antiguos como la historia escrita [1594], lo cierto es que lo que ahora se denominan métodos cualitativos fueron empleados conscientemente en la investigación social solo a partir de finales del siglo XIX. Todos los autores coinciden en señalar que el análisis de la evolución histórica de la investigación cualitativa no puede desligarse del estudio de otras Ciencias Sociales con las que tuvo una estrecha relación en sus orígenes, fundamentalmente la Sociología y la Antropología. En los años de 1920 se encuentran los momentos clave de dicho enfoque, con el surgimiento de un grupo de investigadores conocidos como la Escuela de Chicago, quienes realizan diversos estudios cualitativos.

Los enfoques cualitativos van a suponer, desde el punto de vista ideológico, una reacción crítica contra el conservadurismo inherente a las perspectivas cuantitativas. Desde el punto de vista teórico, lo cualitativo se justifica como una reacción a una producción de datos cada vez más precisos y más masivos, pero también poco relevantes para la comprensión de los problemas sociales. Sin embargo, el regreso de lo cualitativo produce casi inmediatamente un cierto triunfalismo cualitativo [1595] (p. 72) y se produce de nuevo un distanciamiento, con la consiguiente polarización, que retrasa la búsqueda de modelos conciliadores, como se ilustra en la Figura 10.13.

Figura 10.13. Etapa mono-metodológica. Fuente: Basado en [1596, 1597]

Figura 10.14. Evolución de las orientaciones metodológicas. Fuente: Adaptado de [1598]

Todo ello ha provocado que la dualidad cuantitativo-cualitativo adopte nuevas formas y progresivamente se posibilite el acercamiento, mediante una tercera vía [1599] que contempla a ambas posiciones como compatibles y complementarias y cuya evolución a lo largo de los siglos XX y XXI se ilustra en la Figura 10.14.

Desde la postura de la armonía, se valoran igualmente las posibilidades de cada metodología, respetando sus respectivas contribuciones. Esto no implica, normalmente, que se le conceda a la una y a la otra una valía global, sino que suele ceñirse a espacios sociales específicos que les son propios y especialmente ajustados a sus características genuinas. La idea es, por tanto, adoptar una postura dual, esto es, asumir la dualidad sin sacrificar ninguno de los dos extremos. Apostar por el potencial de convergencia obliga a proponer estrategias metodológicas multimétodo o mixtas, que converjan en un compromiso entre las orientaciones cuantitativa y cualitativa de la investigación.

Eduardo Bericat Alastuey [1600] plantea tres subtipos de estrategias de integración multimétodo: complementariedad, combinación y triangulación, que se representan gráficamente en la Figura 10.15.

Figura 10.15. Estrategias básicas de integración. Fuente: Basado en [1600]

La *complementariedad* hace referencia a las estrategias de integración que incorporan una doble y diferenciada visión de los hechos, la cuantitativa y la cualitativa, donde una completa la visión de la otra, sin que se produzca solapamiento alguno; representa el grado mínimo de integración de métodos. El producto final de este tipo de diseños multimétodo suele ser normalmente un informe con dos partes bien diferenciadas, cada una de las cuales expone los resultados alcanzados por la aplicación del respectivo método. Los argumentos a favor de la complementariedad metodológica son los siguientes [1601, 1602]:

- Ambas metodologías, cualitativa y cuantitativa, debidamente entrelazadas, proporcionan una visión más amplia de los fenómenos humanos.
- Ninguna metodología está libre de limitaciones.
- Resulta erróneo identificar, de manera exclusiva, la subjetividad con la metodología cualitativa y la objetividad con la cuantitativa.
- La investigación ha de combinar el rigor formal de la metodología cuantitativa y la creatividad y plasticidad de la metodología cualitativa.
- Se necesitan estudios cuantitativos que posibiliten la dimensión causal y correlacional; se necesitan estudios interpretativos y subjetivos que permitan comprender los tipos de intercambio de significados; y, por último, se tienen que buscar las dimensiones normativas, éticas e ideológicas como forma básica de la interacción social humana.

La *combinación* integra subsidiariamente un método en otro, con la intención de fortalecer las conclusiones generadas por el considerado como principal. No se basa, por tanto, en la independencia de métodos como en la complementariedad. Esta es la forma en que se opera cuando se hace uso del grupo de discusión para mejorar la confección de un cuestionario o cuando se hace uso de la encuesta para generalizar los resultados obtenidos en un proceso investigador apoyado en el grupo de discusión.

Finalmente, la *triangulación* representa el grado máximo de integración, puesto que de lo que se trata es del reconocimiento por parte de las dos aproximaciones de un mismo aspecto de la realidad social. En esta estrategia lo que se pretende es la convergencia o el solapamiento de los resultados. Los métodos se aplican de manera independiente, pero el objetivo es someter a examen el nivel de convergencia o divergencia de los resultados [1600] (pp. 38-39). La estrategia de la triangulación es especialmente útil para la validación de mediciones en el análisis comparado, dada la problemática en torno a la capacidad de "viajar" de las medidas seleccionadas y su adecuación a contextos particulares diferenciados. La triangulación puede ayudar a viajar de unos contextos a otros sin cometer errores de interpretación [1601]. El uso de la triangulación puede ejemplificarse en una doble vertiente: (a) la primera se refiere a problemas de medición, posibilitando la validación de una medida mediante la utilización de dos instrumentos diferentes que, en relación a ese objetivo, presentan características peculiares. En caso de que ambos instrumentos produzcan idéntica medida, incrementará la confianza en los resultados; (b) el segundo uso se refiere a la contrastación de hipótesis: si una misma hipótesis puede ser contrastada con metodologías independientes, incrementará sustancialmente la confianza en la veracidad de los resultados.

Uwe Flick [1603] (pp. 124-137) resalta la importancia de vincular la investigación cualitativa y la cuantitativa y plantea que las relaciones de la investigación cualitativa y la cuantitativa se pueden estudiar en niveles diferentes:

1. Epistemología[28] (e incompatibilidades epistemológicas) y metodología.
2. Diseños de investigación que combinan o integran el uso de datos o métodos, o ambas cosas, cualitativos y cuantitativos.
3. Uso paralelo de la investigación cualitativa y cuantitativa.
4. Combinación secuencial de la investigación cualitativa y la cuantitativa.
5. Diseños de métodos mixtos de investigación cualitativa y cuantitativa.

[28]Es importante distinguir entre los conceptos de conocimiento, epistemología y paradigma. *Conocimiento*, es un proceso en el que el individuo se hace consciente de su realidad mediante un conjunto de representaciones sobre las cuales no existe duda de su veracidad. Puede ser entendido de diversas formas: contemplación porque es ver, asimilación porque es engrosar y creación porque es producir. Se pueden diferenciar tres niveles de conocimiento: sensible, conceptual y holístico. Además, coexisten cuatro elementos: el sujeto que conoce, el objeto del conocimiento, la operación de conocer y el resultado. *Epistemología*, asume los problemas filosóficos o ideológicos que rodean la teoría del conocimiento científico. Entre sus funciones está estudiar, a través de diferentes escuelas de pensamiento, el origen del conocimiento: cómo se conoce el contexto, qué llama la atención, cómo se comprende y se difunde. *Paradigma*, es una estructura conceptual, de creencias metodológicas y teorías entrelazadas, que abre el campo de visión de una comunidad científica, formando su concepción del mundo (cosmovisión). Para que sea considerada como tal debe contar con el consenso de la comunidad científica.

6. Vinculación de métodos cualitativos y cuantitativos.
7. Diseños longitudinales integrados.
8. Vinculación de datos cualitativos y cuantitativos.
9. Transformación de datos cuantitativos en cualitativos.
10. Transformación de datos cualitativos en cuantitativos.
11. La vinculación de resultados cualitativos y cuantitativos.
12. Triangulación de investigaciones cualitativas y cuantitativas en el contexto de la evaluación de la calidad de la investigación: aplicación de criterios cuantitativos a la investigación cualitativa o viceversa.

En función del peso de cada tipo de enfoque en el estudio se establecen distintas posiciones en el continuo cualitativo-cuantitativo (combinación gradual) dando lugar a diferentes diseños [1604], como se refleja en la Figura 10.16. Así, al utilizarse conjuntamente, se combinan la rigidez formal de la CUAN y la creatividad y flexibilidad de la CUAL; no es una yuxtaposición, sino una combinación moldeable en fases de la investigación de los componentes CUAN/CUAL; la recogida y análisis CUAN/CUAL tienen por objeto integrar resultados y hacer una discusión conjunta que permita realizar inferencias para comprender mejor y tener una visión más amplia del fenómeno estudiado.

Figura 10.16. Diseño de investigación. Fuente: Adaptado de [1604]

Varios autores recogen reflexiones realizadas expertos y ponen de manifiesto que la investigación con métodos mixtos (MM) se ha ampliado en las últimas décadas con abundantes de publicaciones [1605-1607]. Donna M. Mertens y otros [1605] recuerdan que cuando se desarrolla experiencia en el uso de métodos donde los investigadores se sienten cómodos, es difícil romper con la inercia. Pero extendiendo y afinando las habilidades metodológicas, se puede aumentar el pensamiento conceptual, ver nuevas formas de responder a las preguntas de investigación e incluso identificar preguntas que no se habrían ocurrido de otro modo [1608].

En este aspecto los MM pueden desempeñar un papel clave, porque al combinar e integrar métodos cuantitativos y cualitativos, el investigador está motivado para desarrollar un conjunto más amplio de habilidades de investigación. Tashakkori y Teddlie [1609] indican que los estudios mixtos pueden ser más enriquecedores que los otros enfoques, ya que pueden responder a preguntas de investigación que las otras metodologías no pueden. Como conclusión, Mertens y otros [1605] señalan que algunas preguntas no necesariamente pueden ser categorizadas como cuantitativas, cualitativas o mixtas. Obviamente, cualquier pregunta de la investigación debe ser potencialmente investigable, pero la clave es descubrir cómo. Puede ser atrevido escribir preguntas al principio que "dicten" los métodos que se van a usar para responderlas, ya que esto podría engendrar una "visión de túnel" conceptual, evitando que el investigador vea enfoques y datos alternativos que puedan contribuir a responder la pregunta. Por tanto, Mertens y otros argumentan que las preguntas no asumen necesariamente métodos, aunque puede ser que algunos métodos sean más apropiados que otros para responder a ciertos tipos de preguntas. Además, a medida que se avanza en la investigación, las preguntas se pueden modificar en respuesta a los análisis en curso.

El avance de los modelos mixtos también ha sido posible por el abandono de posiciones metodológicas radicales, por el aumento de la producción científica, reconocimiento a investigadores que utilizan ambas perspectivas, incremento de comunicación entre ciencias y disciplinas, variedad de nuevos instrumentos CUAL/CUAN y por la evolución de nuevas tecnologías *hardware* y *software* [1598].

El avance en los MM lleva a considerarlos como un enfoque metodológico distinto [1610]. Creswell y Plano Clark definieron los MM como un diseño de investigación con supuestos filosóficos y métodos de investigación propios [1611] (p. 5). Estos

autores parten de la idea de que el uso de enfoques cuantitativos y cualitativos, en combinación, proporciona una mejor comprensión de los problemas de la investigación que cualquier enfoque por separado.

Durante las décadas de evolución de los métodos mixtos, los investigadores han intentado llegar a una definición consensuada, aunque algunos de ellos se han mostrado contrarios a esta propuesta por considerar estos métodos como inapropiados [1612]. Abbas Tashakkori y Charles Teddlie [1613] propusieron por primera vez el término Metodología Mixta. Johnson, Onwuegbuzie y Turner [1610] revisaron 19 definiciones, pero no encontraron uniformidad. La pluralidad de los enunciados se agrava porque existen numerosas tipologías o taxonomías de diseños de MM, propuestas por diferentes autores, y porque los propósitos y preguntas de investigación son infinitamente variables. Desde que Greene, Caracelli y Graham [1614] intentaron clasificar por primera vez los diseños utilizados en diferentes estudios, muchos autores, entre ellos Creswell y Plano Clark [1615], Morse y Niehaus [1616], Nastasi, Hitchcock y Brown [1617], Mertens [1618] y Teddlie y Tashakkori [1619, 1620], han desarrollado clasificaciones de diseños de métodos mixtos dentro de un marco inclusivo (ver Figura 10.17).

Figura 10.17. Diseños mixtos. Fuente: Basado en [1621]

Pese a esta falta de acuerdo, Mertens y otros [1605] afirman que hay que acordar criterios mínimos para poder justificar el carácter distintivo y la construcción de identidades de los MM. Reconocen que existe una larga tradición simplista de enfatizar que los MM consisten en combinar métodos cualitativos y cuantitativos, por ello señalan que lo importante a la hora de definir los MM es tener dos criterios básicos: 1) En los MM se ven involucrados más de un método, metodología, enfoque, marco teórico o paradigmático; y 2) Los MM integran los resultados de los diferentes métodos.

Realmente cada estudio mixto implica un trabajo único y un diseño propio, por lo que resulta una tarea más "artesanal" que los propios diseños cualitativos; sin embargo, se han identificado modelos generales de diseños que combinan los métodos cuantitativo y cualitativo, y que guían la construcción y el desarrollo del diseño particular. Así, el investigador elige un diseño mixto general y luego desarrolla un diseño específico para su estudio [1622].

Los diseños mixtos generales se pueden clasificar en (ver Figura 10.18):

- Concurrente (simultáneamente). Si se aplican ambos métodos de manera simultánea o paralela (los datos cuantitativos y cualitativos se recolectan y analizan más o menos en el mismo tiempo).
- Secuencial. En una primera fase se recolectan y analizan datos cuantitativos o cualitativos, mientras que en la segunda se recogen y analizan datos del otro método. Normalmente, cuando se obtienen primero los cualitativos, la intención es explorar a un grupo de participantes en su contexto y, posteriormente, se incrementa el estudio a una muestra mayor para poder efectuar generalizaciones a la población [1623].
- De conversión: consiste en transformar datos para su análisis, es decir, supone que un tipo de datos es convertido en otro (cualitativos en datos cuantitativos o cuantitativos en datos cualitativos) y luego se analizan ambos conjuntos de datos bajo análisis tanto CUAN como CUAL [1619, 1624].
- De integración: La combinación entre los métodos cuantitativo y cualitativo se puede dar en varios niveles. En algunas situaciones la mezcla puede ir tan lejos como incorporar ambos enfoques en todo el proceso de investigación. Estos representan el grado más alto de combinación porque se entremezclan los dos

enfoques en todo el proceso o en la mayoría de las etapas. La investigación oscila entre los esquemas inductivo y deductivo [1625].

Figura 10.18. Diseños mixtos generales. Fuente: Basado en [1621]

De una forma gráfica, los diseños mixtos pueden representarse como se muestra en la Figura 10.19.

Figura 10.19. Tipos de diseños mixtos. Fuente: Basado en [1596, 1597]

Los diseños mixtos específicos más relevantes, derivados de los generales, son (ver Figura 10.20 y Figura 10.21):

1. *Diseño exploratorio secuencial (DEXPLOS).* Fase inicial de recolección y análisis de datos cualitativos seguida de otra donde se recaban y analizan datos cuantitativos. Según su finalidad se tiene la clasificación:
    a. *Derivativa.* En esta modalidad la recolección y el análisis de los datos cuantitativos se hacen sobre la base de los resultados cualitativos. La mezcla mixta ocurre cuando se conecta el análisis cualitativo de los datos y la recolección de datos cuantitativos. La interpretación final es producto de la comparación e integración de resultados cualitativos y cuantitativos. DEXPLOS es apropiado cuando se busca probar elementos de una teoría emergente producto de la fase cualitativa y se pretende generalizarla a diferentes muestras. Asimismo, el DEXPLOS se utiliza cuando el investigador necesita desarrollar un instrumento estandarizado porque las herramientas existentes son inadecuadas o no se puede disponer de ellas.
    b. *Comparativa.* En la primera fase se recogen y analizan datos cualitativos, posteriormente, en la segunda etapa se recolectan y analizan los cuantitativos (esta última fase no se construye completamente sobre la primera, como en la modalidad derivativa, aunque tienen en cuenta los resultados iniciales: errores en la elección de tópicos, áreas complejas de explorar, etc.). Los resultados se comparan e integran en la interpretación y elaboración del informe. Se puede dar prioridad a lo cualitativo o a lo cuantitativo, o bien, otorgar el mismo estatus, siendo lo más común el CUAL.
2. *Diseño explicativo secuencial (DEXPLIS).* En la primera etapa se recogen y analizan datos cuantitativos, seguida de otra donde se recogen y evalúan los cualitativos. El nexo ocurre cuando los resultados cuantitativos iniciales sirven para recoger datos cualitativos. La segunda fase se construye sobre los resultados de la primera. Los resultados de ambas etapas se integran en la interpretación y elaboración del informe. Se puede dar prioridad a lo cuantitativo o a lo cualitativo, o bien otorgar el mismo estatus, siendo lo más común el CUAN.

3. *Diseño de transformación secuencial (DITRAS).* Incluye dos etapas de recolección de los datos. El estatus y fase inicial puede ser cuantitativa o la cualitativa, o bien, otorgarles a ambas la misma importancia y comenzar por alguna de ellas. Los resultados son integrados durante la interpretación. La diferencia con los diseños secuenciales previos es que la perspectiva teórica amplia (teorización) guía el estudio (por ejemplo, feminismo, acción participativa, el enfoque de las múltiples inteligencias, la teoría de la adaptación social, el modelo de los valores en competencia, etc.) desde el paradigma transformador. El tipo de nexo de métodos mixtos es de conexión. El propósito central de este diseño es servir a la perspectiva teórica del investigador y en ambas fases este debe tomar en cuenta las opiniones de todos los participantes y a los grupos que representan. La finalidad del diseño es emplear los métodos que pueden ser más útiles para la perspectiva teórica.
4. *Diseño de triangulación concurrente (DITRIAC).* Es el más popular y se utiliza cuando el investigador pretende corroborar resultados y realizar validación cruzada entre datos cuantitativos y cualitativos, así como aprovechar las ventajas de cada método y minimizar sus debilidades Simultáneamente se recolectan y analizan datos cuantitativos y cualitativos. En la interpretación y la discusión se explican las dos variedades de resultados y se efectúan las comparaciones. Se incluyen los resultados estadísticos de cada variable o hipótesis cuantitativa, seguidos por categorías y citas cualitativas, así como teoría que confirme o no los resultados cuantitativos.
5. *Diseño anidado o incrustado concurrente de modelo dominante (DIAC).* Recoge simultáneamente datos cuantitativos y cualitativos. Su diferencia con el diseño de triangulación concurrente está en que un método predominante guía el proyecto (pudiendo ser este cuantitativo o cualitativo). El método que posee menor primacía es anidado o incrustado dentro del otro, que se considera central. Los resultados de ambos métodos de datos pueden proporcionar distintas visiones de un mismo problema. Una ventaja de este modelo es que se recogen simultáneamente datos cuantitativos y cualitativos (en una fase) con lo que el investigador tiene una visión holística del problema de estudio.
6. *Diseño anidado concurrente de varios niveles (DIACNIV).* Se recogen los datos cuantitativos y cualitativos en diferentes niveles, en un nivel se recolectan y analizan datos cuantitativos; en otro, datos cualitativos y así sucesivamente.

Otro objetivo puede ser recoger información en diferentes grupos de sujetos o niveles de análisis.

7. *Diseño de transformación concurrente (DISTRAC).* En este diseño se agrupan algunos diseños anteriores: se recogen datos cuantitativos y cualitativos en un mismo momento (concurrente); pueden tener diferencia de estatus, pero al igual que el diseño transformativo secuencial, la recogida y el análisis están guiados por una teoría, ideología o perspectiva que se refleja desde el planteamiento del problema y se convierte en esencial. Su finalidad es hacer "converger la información cuantitativa y cualitativa, ya sea anidándola, conectándola o haciéndola confluir" [1625] (p. 565).
8. *Diseño de integración múltiple (DIM).* Es itinerante y supone la combinación más completa entre los métodos cuantitativo y cualitativo.

Diseños mixtos específicos (con equivalencia de estatus)

Figura 10.20. Diseños mixtos específicos con equivalencia de estatus. Fuente: Basado en [1621]

Figura 10.21. Diseños mixtos específicos con dominancia de estatus. Fuente: Basado en [1621]

10.2.8. Objetivos del proyecto DEFINES

El proyecto DEFINES toma como *hipótesis de partida* que es necesario un *nuevo framework tecnológico que permita definir, desarrollar e implantar ecosistemas tecnológicos que estén en consonancia del profundo cambio social que representa la Sociedad Digital y la Sociedad del Conocimiento, un framework integrador de tecnologías existentes y emergentes que interoperan y evolucionan transparentemente para el usuario y las instituciones, que está orientado a la gestión del conocimiento generado.*

Así pues, el proyecto DEFINES tiene un doble objetivo. Por un lado, *proponer un entorno tecnológico como soporte de servicios para la gestión del conocimiento corporativo*, al que se va a denominar ecosistema tecnológico. Estos ecosistemas se definen independientemente de los procesos de gestión del conocimiento que se lleguen a soportar con implantaciones concretas. Se busca *romper* así las *limitaciones tecnológicas y de proceso de las actuales soluciones* mediante un *soporte transparente y semántico* para la *interoperabilidad* y *evolución de sus componentes*. Por otro lado, con este proyecto no se busca solo plantear un desarrollo tecnológico, sino que tiene como objetivo último *incidir en la Sociedad Digital con la validación de la tecnología desarrollada y su transferencia al tejido productivo*. Se quiere tener presencia en la transformación de los actuales procesos de gestión de conocimiento y lograr una

mejor adaptación de los mismos al contexto de la Sociedad Digital en la que actualmente se está inmerso.

Para lograr estos objetivos generales se plantean una serie de objetivos específicos:

1. Definir un *framework* arquitectónico para la implantación de ecosistemas tecnológicos que se adapte a la estructura y particularidades de los componentes que integra, facilitando la interoperabilidad semántica entre ellos y su evolución en el tiempo.
2. Soportar la toma de decisiones sobre la base de técnicas de analítica de datos.
3. Evaluar la validez, aceptación, usabilidad y utilidad percibida de los ecosistemas construidos en diferentes dominios:
    a. Dominio asistencial con un objetivo centrado en la psicoeducación de los cuidadores.
    b. Dominio de los estudios de empleabilidad universitaria con un objetivo de captura de información, consulta y toma de decisiones basadas en cuadros de mandos avanzados.
    c. Dominio de la eCiencia con un objetivo de construir *discoveries* de información científica personalizados.
    d. Cualquier otro dominio que cumpla con las condiciones y ofrezca la oportunidad de implantar un ecosistema tecnológico.
4. Realizar transferencia de los resultados al tejido productivo.

10.2.9. Metodología

Para el desarrollo de las actividades de I+D+i del proyecto DEFINES, dado su carácter interdisciplinar, se combinan diversas aproximaciones metodológicas que involucran desde la revisión sistemática de literatura, las metodologías ágiles de desarrollo del *software* y los métodos mixtos.

Para poder gestionar adecuadamente la complejidad propia de los objetivos del proyecto y la complejidad derivada de la interdisciplinaridad y los diferentes perfiles que se ven involucrados, se hace imprescindible una adecuada definición y planificación de las tareas, así como una clara asignación de responsabilidades, de forma que sirva como marco de referencia o proceso para los diferentes métodos y aproximaciones que se van a emplear en su desarrollo.

Se organiza la planificación del proyecto en seis paquetes de trabajo.

El paquete de trabajo 1 se dedica a las tareas de gestión del proyecto sobre la base de la metodología de gestión de proyectos PRINCE2 (*PRojects IN Controlled Environments*) [1626].

Los paquetes de trabajo 2, 3, 4 y 5 representan la innovación tecnológica basada en el conocimiento de los avances sobre ecosistemas tecnológicos, mediante la aplicación de un SLR (*Systematic Literature Review*) [1627, 1628] y ciclos de investigación-acción [1629] utilizando SCRUM [1630]. Como resultados de estas actividades se obtendrán tres ecosistemas implementados y testados en contextos reales. Con esta prueba se cerrará un ciclo investigación-acción completo, introduciendo las mejoras necesarias.

En la evaluación de estas pruebas de concepto se empleará una estrategia metodológica multimétodo [1601] con en un compromiso entre las orientaciones cuantitativa y cualitativa de la investigación social.

Se ha optado por un enfoque multimétodo porque no todas las observaciones son susceptibles de medición cuantitativa, más aún cuando se trabaja sobre la escurridiza cuestión de las preferencias e intereses de los actores y la captación de sus discursos. Además, la comparación obliga a establecer diferenciaciones no solo en términos de cantidad (cuantitativas) sino de cualidad (cualitativas) [1631]. A priori, ni la investigación cuantitativa ni la cualitativa es superior a su contraparte y responden a la misma lógica inferencial: ambas pueden ser igualmente sistemáticas y científicas [1632] y pueden proporcionar información igualmente útil. Además, si se integran ambos tipos de datos cuando estos convergen, se produce un refuerzo de la validez externa de las generalizaciones.

El último de los paquetes, el 6, está orientado a la difusión de resultados y explotación de los ecosistemas desarrollados, ya que poseen un valor estratégico para los sectores implicados representados por las diferentes EPO. Por tanto, se desarrolla un plan de diseminación científica (basado en publicaciones académicas indexadas y en congresos especializados) y un plan de divulgación en los centros especializados, que incluye un plan de negocio y de transferencia.

En la Tabla 10.3 se detallan de manera pormenorizada las tareas que componen este proyecto en una organización de seis paquetes de trabajo, numerados del 1 al 6, en los que se organizan las actividades. El Gantt del proyecto, con una planificación para cuatro años, se puede consultar en la Figura 10.22.

Tabla 10.3. Plan de trabajo del proyecto DEFINES. Fuente: [454]

WP1	**Gestión del proyecto**	**48 meses (año1, mes1 – año4, mes12)**
Gestión del proyecto sobre la base de la metodología de gestión de proyectos PRINCE2		
A1.1	**Coordinación del equipo de trabajo**	**48 meses (año1, mes1 – año4, mes12)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: Valentina Zangrando		
Objetivo de la actividad: Coordinación de las diferentes actividades del proyecto y el seguimiento de su desarrollo incluyendo las revisiones, verificaciones y validaciones necesarias para asegurar la calidad de los resultados obtenidos, tanto en las etapas intermedias como en la finalización. Una de las actividades fundamentales será el establecimiento del calendario de reuniones de seguimiento, revisión y validación		
Resultados: Documentación del proyecto (informes de revisión, documentación de los hitos, informes de verificación, informes de seguimiento e informe final)		
A1.2	**Sistema de información para la gestión del proyecto**	**6 meses (año1, mes1 – año1, mes6)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: Valentina Zangrando, Alicia García Holgado, Juan Cruz Benito, Felicidad García Sánchez		
Objetivo de la actividad: En esta tarea se determina y se instala el sistema de monitorización de resultados a utilizar, así como el de gestión de versiones de los desarrollos realizados y herramientas de gestión documental y de tareas. También se selecciona una plataforma de comunicación para los investigadores		
Resultados: Despliegue de un sistema de monitorización y gestión de cambios y sistema en funcionamiento; despliegue de una herramienta de seguimiento de documentos y versiones del sistema; despliegue de una herramienta de comunicación interna		
WP2	**Definición del *framework* arquitectónico para un ecosistema tecnológico y de sus flujos de información**	**32 meses (año1, mes2 – año3, mes9)**
Establecer el sustento básico para el despliegue de un ecosistema de aprendizaje que incluya diferentes tipos de componentes y servicios de aprendizaje. Definir patrones para su despliegue e integración, así como los mecanismos de adaptación que soporten tanto la evolución del ecosistema como la de los componentes que incluye. Definir escenarios de integración del *blockchain* para preservar la privacidad de los usuarios del ecosistema. Definir los flujos de información que se producen hacia y desde el ecosistema. Definir los mecanismos de selección, fusión y análisis de los datos		
A2.1	**Estado del arte**	**9 meses (año1, mes2 – año1, mes10)**
Responsable: Mª Luisa Sein-Echaluce		
Participan: Alicia García Holgado, Juan Cruz Benito, Ricardo Colomo Palacios		
Objetivo de la actividad: Revisión crítica y sistemática en la bibliografía especializada en el campo de los ecosistemas *software* y de su aplicación en los tres dominios de estudio		
Resultados: Informe técnico sobre definición de características del ecosistema teniendo en cuenta todas las experiencias previas. *Systematic mapping* de la bibliografía		
A2.2	**Definición de mecanismos para la representación e integración de componentes y servicios**	**10 meses (año1, mes3 – año1, mes12)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: José Rafael García-Bermejo, Alicia García Holgado, Iván Álvarez Navia, Sergio Bravo Martín		
Objetivo de la actividad: Definir una factoría de patrones (*wrappers* y conectores) para su representación e integración en el ecosistema		
Resultados: Factoría de patrones para la integración de componentes		
A2.3	**Definición de un patrón arquitectónico para el despliegue de un ecosistema**	**6 meses (año2, mes1 – año2, mes6)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: Ricardo Colomo Palacios, Alicia García Holgado, Iván Álvarez Navia, Susana Álvarez Rosado		
Objetivo de la actividad: Partiendo análisis de necesidades respecto al ecosistema y teniendo en cuenta las características de los servicios, los *wrappers* y conectores, se define un patrón arquitectónico que tiene especialmente en cuenta aspectos como la adaptabilidad, escalabilidad, eficiencia y evolución		
Resultados: Análisis de las arquitecturas orientadas a servicios y sus patrones, implementación del patrón arquitectónico y pruebas de integración		
A2.4	**Elaboración de mecanismos que garanticen la evolución del ecosistema y sus componentes**	**15 meses (año2, mes7 – año3, mes9)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: Ricardo Colomo Palacios, Alicia García Holgado, MªLuisa Sein-Echaluce Lacleta, Ángel Fidalgo Blanco		
Objetivo de la actividad: Elaboración de un conjunto de mecanismos que faciliten la evolución tanto del ecosistema como de sus componentes. Es decir, que sea posible gestionar los servicios incluidos en el ecosistema para garantizar su propia evolución		
Resultados: Especificaciones técnicas de los mecanismos que faciliten la evolución del ecosistema		

A2.5	**Definición del modelo de datos del ecosistema**	**15 meses (año1, mes4 – año2, mes6)**
Responsable: José Rafael García-Bermejo Giner		
Participan: David Griffiths, Juan Cruz Benito, Sergio Bravo Martín, Ricardo Colomo Palacios, Susana Álvarez Rosado		
Objetivo de la actividad: El ecosistema va a almacenar información relativa a los elementos incluidos (configuración, ubicación, permisos, etc.), la interacción de los usuarios y los resultados de las actividades de aprendizaje. Durante esta tarea se describirá el modelo de datos del ecosistema y se facilitarán mecanismos para acceder a esa información		
Resultados: Modelo de datos del ecosistema y mecanismos para el despliegue del modelo de datos		
WP3	**Caso 1. Desarrollo del ecosistema tecnológico para apoyo a cuidadores de personas con dependencia**	**18 meses (año1, mes6 – año2, mes12)**
Realimentando el WP2 se va definir, desarrollar y validar un ecosistema tecnológico para el apoyo a cuidadores de personas con dependencia en colaboración con las EPOs Fundación INTRAS y Aralia. Este ecosistema tendrá foco en la psicoeducación, requerirá, entre otros, componentes de interacción social y plataformas de aprendizaje. Participará un equipo interdisciplinar de ingenieros informáticos, psicólogos y pedagogos (combinando el equipo de investigación con personal de las EPO)		
A3.1	**Análisis de las funcionalidades básicas del ecosistema y de los componentes a incluir**	**3 meses (año1, mes6 – año1, mes8)**
Responsable: Juan Antonio Juanes Méndez		
Participan: Mª Soledad Ramírez Montoya, Erla Mariela Morales Morgado, Antonio Miguel Seoane Pardo, Ángel Fidalgo Blanco		
Objetivo de la actividad: Análisis de los requisitos del ecosistema y de sus componentes		
Resultados: Modelo de análisis del ecosistema		
A3.2	**Definición de los flujos de información del ecosistema**	**3 meses (año1, mes7 – año1, mes9)**
Responsable: Juan Antonio Juanes Méndez		
Participan: José Rafael García-Bermejo, Juan Cruz Benito, Mª Soledad Ramírez Montoya, Ángel Fidalgo Blanco		
Objetivo de la actividad: Análisis de los datos que puede enviar el ecosistema a los diferentes componentes y servicios, formato de intercambio de información, mecanismos para facilitar el acceso a los datos y pruebas de integración de los mecanismos de acceso a los datos		
Resultados: Modelo de análisis de los datos del ecosistema		
A3.3	**Construcción del prototipo del ecosistema**	**9 meses (año1, mes8 – año2, mes4)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: Ricardo Colomo Palacios, Alicia García Holgado, Juan Cruz Benito, Iván Álvarez Navia		
Objetivo de la actividad: Desarrollo de la prueba de concepto		
Resultados: Ecosistema tecnológico para apoyo a cuidadores de personas con dependencia		
A3.4	**Evaluación del prototipo**	**6 meses (año2, mes5 – año2, mes10)**
Responsable: Mª Cruz Sánchez Gómez		
Participan: Juan Antonio Juanes Méndez, Mª Soledad Ramírez Montoya, Erla Mariela Morales Morgado, Antonio Miguel Seoane Pardo, José Carlos Sánchez Prieto		
Objetivo de la actividad: Evaluación del prototipo desde las perspectivas de aceptación tecnológica, percepción de utilidad y usabilidad. Se hará mediante un despliegue en un contexto real		
Resultados: Informe de evaluación		
A3.5	**Evolución del prototipo**	**4 meses (año2, mes9 – año2, mes12)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: Ricardo Colomo Palacios, Alicia García Holgado, Juan Cruz Benito, Iván Álvarez Navia		
Objetivo de la actividad: Incorporar al ecosistema las mejoras detectadas en la evaluación		
Resultados: Ecosistema tecnológico para apoyo a cuidadores de personas con dependencia mejorado		
WP4	**Caso 2. Desarrollo del ecosistema tecnológico para el barómetro de empleabilidad**	**18 meses (año2, mes6 – año3, mes12)**
Realimentando el WP2 se va definir, desarrollar y validar un ecosistema tecnológico para el apoyo a la actividad del Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios de la Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid que actuará como EPO. Este ecosistema tendrá foco en los cuadros de mando para la consulta y toma de decisiones manejando múltiples variables. La personalización de espacios para las universidades y la interactividad con los datos serán rasgos importantes de este ecosistema		
A4.1	**Análisis de las funcionalidades básicas del ecosistema y de los componentes a incluir**	**3 meses (año2, mes6 – año2, mes8)**
Responsable: Ángel Fidalgo Blanco		
Participan: Ricardo Colomo Palacios, David Griffiths, Juan Cruz Benito		
Objetivo de la actividad: Análisis de los requisitos del ecosistema y de sus componentes		
Resultados: Modelo de análisis del ecosistema		

A4.2	**Definición de los flujos de información del ecosistema**	**3 meses (año2, mes7 – año2, mes9)**
Responsable: Ángel Fidalgo Blanco		
Participan: José Rafael García-Bermejo, Juan Cruz Benito, Sergio Bravo Martín		
Objetivo de la actividad: Análisis de los datos que puede enviar el ecosistema a los diferentes componentes y servicios, formato de intercambio de información, mecanismos para facilitar el acceso a los datos y pruebas de integración de los mecanismos de acceso a los datos		
Resultados: Modelo de análisis de los datos del ecosistema		
A4.3	**Construcción del prototipo del ecosistema**	**9 meses (año2, mes8 – año3, mes4)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: Mª Luisa Sein-Echaluce, Ángel Fidalgo Blanco, Alicia García Holgado, Juan Cruz Benito, Iván Álvarez Navia, Felicidad García Sánchez		
Objetivo de la actividad: Desarrollo de la prueba de concepto		
Resultados: Ecosistema tecnológico para el barómetro de empleabilidad		
A4.4	**Evaluación del prototipo**	**6 meses (año3, mes5 – año3, mes10)**
Responsable: Mª Cruz Sánchez Gómez		
Participan: Ángel Fidalgo Blanco, Mª Luisa Sein-Echaluce, Erla Mariela Morales Morgado, Antonio Miguel Seoane Pardo, José Carlos Sánchez Prieto		
Objetivo de la actividad: Evaluación del prototipo desde las perspectivas de aceptación tecnológica, percepción de utilidad y usabilidad. Se hará mediante un despliegue en un contexto real		
Resultados: Informe de evaluación		
A4.5	**Evolución del prototipo**	**4 meses (año3, mes9 – año3, mes12)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: Mª Luisa Sein-Echaluce, Ángel Fidalgo Blanco, Alicia García Holgado, Juan Cruz Benito, Iván Álvarez Navia, Felicidad García Sánchez		
Objetivo de la actividad: Incorporar al ecosistema las mejoras detectadas en la evaluación		
Resultados: Ecosistema tecnológico para el barómetro de empleabilidad mejorado		
WP5	**Caso 3. Desarrollo del ecosistema tecnológico para portales de eCiencia**	**18 meses (año3, mes6 – año4, mes12)**
Realimentando el WP2 se va definir, desarrollar y validar un ecosistema tecnológico para el soporte a portales de eCienica. Este ecosistema tendrá foco en los repositorios institucionales, los *discoveries*, los sistemas de recomendación y los medios sociales. Se colaborará con dos EPO la Asociación Educación Abierta y del Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora (México), pero además personal del Servicio de Bibliotecas de la Universidad de Salamanca y personal del repositorio institucional del Tecnológico de Monterrey (México) colaborarán en este caso		
A5.1	**Análisis de las funcionalidades básicas del ecosistema y de los componentes a incluir**	**3 meses (año3, mes6 – año3, mes8)**
Responsable: José Antonio Merlo-Vega		
Participan: Ricardo Colomo Palacios, Mª Soledad Ramírez Montoya, Alicia García Holgado		
Objetivo de la actividad: Análisis de los requisitos del ecosistema y de sus componentes		
Resultados: Modelo de análisis del ecosistema		
A5.2	**Definición de los flujos de información del ecosistema**	**3 meses (año3, mes7 – año3, mes9)**
Responsable: José Antonio Merlo-Vega		
Participan: Ricardo Colomo Palacios, Mª Soledad Ramírez Montoya, Juan Cruz Benito, Susana Álvarez Rosado		
Objetivo de la actividad: Análisis de los datos que puede enviar el ecosistema a los diferentes componentes y servicios, formato de intercambio de información, mecanismos para facilitar el acceso a los datos y pruebas de integración de los mecanismos de acceso a los datos		
Resultados: Modelo de análisis de los datos del ecosistema		
A5.3	**Construcción del prototipo del ecosistema**	**9 meses (año3, mes8 – año4, mes4)**
Responsable: José Antonio Merlo-Vega		
Participan: Mª Luisa Sein-Echaluce, Ángel Fidalgo Blanco, Alicia García Holgado, Juan Cruz Benito, Iván Álvarez Navia, Mª Soledad Ramírez Montoya, Felicidad García Sánchez, TécnicoContratado		
Objetivo de la actividad: Desarrollo de la prueba de concepto		
Resultados: Ecosistema tecnológico para portales de eCiencia		
A5.4	**Evaluación del prototipo**	**6 meses (año4, mes5 – año4, mes10)**
Responsable: Mª Cruz Sánchez Gómez		
Participan: José Antonio Merlo-Vega, Mª Luisa Sein-Echaluce, Erla Mariela Morales Morgado, Antonio Miguel Seoane Pardo, José Carlos Sánchez Prieto, Mª Soledad Ramírez Montoya		
Objetivo de la actividad: Evaluación del prototipo desde las perspectivas de aceptación tecnológica, percepción de utilidad y usabilidad. Se hará mediante un despliegue en un contexto real		
Resultados: Informe de evaluación		

A5.5	**Evolución del prototipo**	**4 meses (año4, mes9 – año4, mes12)**
Responsable: José Antonio Merlo-Vega		
Participan: Mª Luisa Sein-Echaluce, Ángel Fidalgo Blanco, Alicia García Holgado, Juan Cruz Benito, Iván Álvarez Navia, Mª Soledad Ramírez Montoya, Felicidad García Sánchez		
Objetivo de la actividad: Incorporar al ecosistema las mejoras detectadas en la evaluación		
Resultados: Ecosistema tecnológico para portales de eCiencia mejorado		
WP6	**Diseminación**	**48 meses (año1, mes1 – año4, mes12)**
Estrategia de divulgación de los resultados del proyecto orientada hacia las EPO y la Sociedad en general y estrategia de diseminación de los resultados en aquellos eventos científicos y revistas académicas que se decidan. Además, se incluirá un plan de negocio y de transferencia		
A6.1	**Divulgación y diseminación**	**48 meses (año1, mes1 – año4, mes12)**
Responsable: Francisco José García Peñalvo		
Participan: Todo el equipo		
Objetivo de la actividad: Divulgar a la sociedad y diseminar a la comunidad científica los resultados del proyecto		
Resultados: Plan de diseminación (se debe contar con una estrategia de diseminación de los resultados en aquellos eventos científicos y revistas académicas que se decidan, combinando los eventos nacionales, como por ejemplo CEDI, JISBD, SIIE, CINAIC, Interacción, etc., con otros de carácter internacional, como por ejemplo EC-TEL, ICALT, FIE, HCI International, CISTI, EDUCON, CAiSE, LAK, TEEM, EARLI, CSCL, WorldCist, etc. Por su parte, se hará un esfuerzo por publicar los resultados del proyecto en revistas indexadas en los índices más relevantes, con especial atención a ISI y SCOPUS, y/o que tengan una relevancia especial para el proyecto, como por ejemplo Journal of Learning Analytics. Se tiene como objetivo poder organizar números especiales en dichas revistas que permitan contrastar los avances conseguidos con otras investigaciones afines. Todas las publicaciones se difundirán en acceso abierto combinando los medios que sean más eficientes desde el punto de vista económico para conseguirlo, es decir, se combinará el *gold open access* con el *green open access*); estrategia de comercialización y transferencia		

Figura 10.22. Gantt del proyecto DEFINES. Fuente: https://goo.gl/m5DkKh

10.2.10. Resultados obtenidos

A la fecha de redacción de este documento, el proyecto lleva aproximadamente un año y tres meses desde su arranque oficial, aproximadamente un año y medio desde su concesión provisional.

En este apartado se van a presentar los principales hitos alcanzados en este tiempo, organizados por paquetes de trabajo.

10.2.10.1. WP1 (Gestión del proyecto)

En este paquete de trabajo se llevan a cabo las tareas propias de la gestión del proyecto. Como hitos más representativos de este paquete de trabajo se pueden destacar:

- Página del proyecto: https://ecosistemas.usal.es.
- Espacio para la gestión del proyecto. Uso de la herramienta Redmine.
- Definición de comunidad en Zenodo: https://goo.gl/LgYj8T.

10.2.10.2. WP2 (Definición del framework arquitectónico para un ecosistema tecnológico y de sus flujos de información)

Este es el paquete que sustenta la definición, formalización e implementación del *framework* arquitectónico.

Como hitos más representativos de este paquete de trabajo se pueden destacar:

- Estudios prospectivos sobre tecnologías educativas y/o del aprendizaje y uso de dichas tecnologías.
- Revisiones sistemáticas de literatura relacionadas con los ecosistemas tecnológicos y arquitecturas que soportan procesos HCI (*Human-Computer Interaction*) y HMI (*Human-Machine Interaction*).
- Definición de un patrón arquitectónico para ecosistemas tecnológicos en el contexto educativo (ver Figura 10.23).
- Implementación del patrón arquitectónico de ecosistema tecnológico para diferentes ecosistemas específicos: salud y atención asistencial (ver Figura 10.24), barómetro de empleabilidad y empleo universitarios (ver Figura 10.25), gestión del conocimiento del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca (ver Figura 10.26), plataforma de colaboración y gestión del conocimiento del Instituto Nacional

de Administración Pública (INAP) (ver Figura 10.27), plataforma WYRED (ver Figura 10.28).

Figura 10.23. Patrón arquitectónico para un ecosistema tecnológico. Fuente: [1083]

Figura 10.24. Patrón arquitectónico para un ecosistema tecnológico en el sector de atención asistencial. Fuente: [1633]

Figura 10.25. Patrón arquitectónico para el ecosistema tecnológico del Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios. Fuente: [1249]

Figura 10.26. Patrón arquitectónico para el ecosistema tecnológico del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento. Fuente: [435]

Figura 10.27. Patrón arquitectónico para el ecosistema tecnológico para la plataforma de colaboración y gestión del conocimiento del INAP. Fuente: [1193]

Figura 10.28. Patrón arquitectónico para el ecosistema tecnológico de la plataforma WYRED. Fuente: [1463]

- Definición de un metamodelo, instancia de MOF (*Meta Object Facility*) [1634], de ecosistema de tecnológico (ver Figura 10.29) que se puede instanciar (ver Figura 10.30) en diferentes modelos de ecosistemas tecnológicos, como por ejemplo el que se muestra en las Figuras 10.31, 10.32 y 10.33.

Figura 10.29. Metamodelo MOF de ecosistema tecnológico. Fuente: [1322]

Figura 10.30. Capas del modelo. La capa de modelado (M1), la capa de metamodelado (M2) y la capa de meta-metamodelado (M3). Fuente: [1323]

Figura 10.31. Vista de los componentes *software* de un modelo de ecosistema tecnológico. Fuente: [1323]

Figura 10.32. Vista del factor humano de un modelo de ecosistema tecnológico. Fuente: [1323]

Figura 10.33. Vista de las relaciones de un modelo de ecosistema tecnológico. Fuente: [1323]

- Definición de un metamodelo, instancia de Ecore [1635, 1636], de ecosistema de tecnológico (ver Figura 10.34), como transformación (ver Figura 10.35) del metamodelo instancia de MOF (ver Figura 10.29).

Figura 10.34. Metamodelo de ecosistema tecnológico en Ecore. Fuente: [1637]

Figura 10.35. Diferentes niveles de abstracción del metamodelo de ecosistema tecnológico. Fuente: [1637]

- Definición de reglas de transformación para generar modelos PSM (*Platform Specific Model*) desde los modelos PMI (*Platform Independent Model*) (ver Figura 10.36).

Figura 10.36. Transformaciones entre modelos de ecosistemas tecnológicos. Fuente: Elaboración propia

10.2.10.3. WP3 (Caso 1. Desarrollo del ecosistema tecnológico para apoyo a cuidadores de personas con dependencia)

En este paquete se realizan las tareas relacionadas con el ecosistema tecnológico para apoyo a cuidadores de personas con dependencia.

Como hitos más representativos de este paquete de trabajo se pueden destacar:

- Desarrollo de la Red Social SocialNET [1224], orientada a que los parientes de personas que sufren algún tipo de situación de dependencia, que están ingresadas en centros específicos, puedan tener información actualizada de cómo evolucionan o cómo es su día a día.
- Desarrollo de DUEROLAND, un sistema de comercio electrónico orientado a que sea manejado por personas que sufren algún tipo de dependencia y a través del cual comercializan productos que han sido cultivados (de forma ecológica) o construidos (de forma artesanal) por personas en condiciones similares de dependencia.
- Establecimiento de un consorcio internacional para implantar un ecosistema con componentes *software* relacionados con la atención a personas de dependencia desarrollados por diversos *partners* europeos.
- Estudios de usabilidad y experiencia de usuario de diferentes productos *software.*
- Consecución del proyecto TE-CUIDA, financiado por la Junta de Castilla y León.

10.2.10.4. WP4 (Caso 2. Desarrollo del ecosistema tecnológico para el barómetro de empleabilidad)

En este paquete se realizan las tareas relacionadas con el ecosistema tecnológico para el barómetro de empleabilidad.

Como hitos más representativos de este paquete de trabajo se pueden destacar:

- Desarrollo del sitio web del Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios. https://oeeu.org/.
- Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios. Edición Máster 2017 [151].

- Desarrollo del sitio https://datos.oeeu.org/, en el que se puede consultar de forma interactiva los resultados del Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios. Edición Máster 2017.
- Desarrollo del sistema de captación de información para las universidades participantes en el Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios. Edición Máster 2017.
- Desarrollo del sistema de captación de información para los egresados participantes en el Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios. Edición Máster 2017.
- Pruebas de usabilidad y experiencia de usuario de los sistemas desarrollados.
- Desarrollo de *dashboards* personalizados para que cada universidad participante en el Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios (Edición Máster 2017) pueda acceder a los datos de sus egresados.

10.2.10.5. WP5 (Caso 3. Desarrollo del ecosistema tecnológico para portales de eCiencia)

En este paquete se realizan las tareas relacionadas con el ecosistema tecnológico para eCiencia.

Como hitos más representativos de este paquete de trabajo se pueden destacar:

- Desarrollo del ecosistema de gestión de conocimiento del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento. https://goo.gl/dxyikQ.
- Implantación del ecosistema de gestión de conocimiento del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento en la Universidad de Guadalajara (México) y en el Programa de Doctorado de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (México) (ver Figura 10.37).
- Consecución del proyecto de investigación RITEC, financiado por el CONACYT (México).
- Redefinición del repositorio institucional del Tecnológico de Monterrey, RITEC.
- Mapeo sistemático de literatura sobre *discoveries* en repositorios de acceso abierto [1273].

- Revisión sistemática de literatura sobre experiencia de usuario de los repositorios institucionales [1276].
- Pruebas de usabilidad y de experiencia de usuario de la nueva versión del repositorio RITEC.

Figura 10.37. Adaptación del ecosistema tecnológico para la gestión del conocimiento del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento. Fuente: [1543]

10.2.10.6. WP6 (Diseminación)

En este paquete se desarrolla la estrategia de divulgación de los resultados del proyecto orientada hacia las EPO y la Sociedad en general y la estrategia de diseminación de los resultados en eventos científicos y revistas académicas.

Para dar difusión al proyecto y a sus resultados se cuenta con:

1. Una comunidad en Zenodo: https://goo.gl/LgYj8T.
2. Una página del proyecto en ResearchGate: https://goo.gl/pSjLr1.
3. Subida de la producción científica a los repositorios institucionales GREDOS (https://goo.gl/wqa99B) y GRIAL (https://goo.gl/UXeFgU).

Como eventos de divulgación se pueden mencionar:

1. Conferencia plenaria "En clave de innovación educativa. Construyendo el nuevo ecosistema de aprendizaje". I Congreso Internacional de Tendencias en Innovación Educativa, CITIE 2016, Arequipa, Perú, 15-11-2016 [1320].
2. Conferencia "Ecologías de aprendizaje". Estancia de investigación en la Universidad Técnica Federico Santa María. 2 de diciembre de 2016, Valparaíso, Chile [1638].
3. Conferencia "La evolución de los sistemas software educativos: Los ecosistemas tecnológicos de aprendizaje". Programa de Doctorado en Ingeniería Informática de la Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, 28 de abril de 2017 [1321].

Se han publicado 43 artículos relacionados con el proyecto DEFINES (12 artículos en revista, 26 artículos en congresos, 4 capítulos de libro y 1 libro editado – ver Figura 10.38). De los artículos en revista, 7 están publicados en revistas indizadas en el JCR (2 Q1, 2 Q2, 2 Q3 y 1 Q1), 2 están publicados en revistas indizadas en Scopus (1 Q3 y 1 Q4) y 3 están publicados en revistas incluidas en ESCI, tal y como se muestra en la Figura 10.39.

Figura 10.38. Tipos de publicaciones conseguidas en el proyecto DEFINES. Fuente: Elaboración propia

Figura 10.39. Tipos de artículos de revista publicados en el proyecto DEFINES. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10.40 se puede apreciar cómo se distribuyen los artículos relacionados con el proyecto DEFINES en el tiempo.

Figura 10.40. Distribución temporal de los artículos publicados en el proyecto DEFINES. Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10.4 se recogen los artículos publicados relacionados con cada uno de los paquetes de trabajo.

Tabla 10.4. Artículos publicados y su relación con los paquetes de trabajo. Fuente: Elaboración propia

Paquete de trabajo	Artículos
WP2	[201, 609, 625, 1279, 1289, 1322-1325, 1409, 1543, 1637, 1639-1647]
WP3	[1224, 1225, 1281-1283]
WP4	[153, 154, 889, 1458, 1459, 1648, 1649]
WP5	[113, 396, 1273, 1275-1277, 1650]
Otros	[1462, 1463, 1651]

10.3. Reflexión final

La línea de investigación de las tecnologías educativas y/o del aprendizaje ha sido y es uno de los principales baluartes del Grupo GRIAL, en la que se van integrando otras líneas de trabajo de grano más fino, tanto relacionadas con la Ingeniería Informática (arquitecturas *software*, interacción persona-ordenador, inteligencia artificial, analítica visual de la información, etc.), como relacionadas con la Educación (*eLearning*, evaluación, aceptación tecnológica, etc.), es decir, es congruente con el carácter interdisciplinar del grupo.

Desde la perspectiva de la financiación, esta línea de investigación es la que ha sostenido al grupo, es un eje vertebrador desde los Planes Nacionales que ha permitido mantener una secuencia lógica en la temática y que ha permitido atraer otros proyectos que continuaban o complementaban dichos proyectos I+D+i, en los que quien suscribe este Proyecto Docente e Investigador ha sido el investigador principal.

Como resultado, esta línea ha permitido y permite mantener vinculados al Grupo de Investigación GRIAL a varios investigadores noveles, sorteando, no sin esfuerzos, las penurias del sistema de financiación del I+D+i en España [1652, 1653].

El proyecto elegido para sustentar la parte de investigación de esta memoria ha sido el proyecto de investigación DEFINES, financiado en la convocatoria de 2016 del Plan Nacional y que, partiendo de la experiencia acumulada, propone realizar un cambio en la metáfora de referencia para evolucionar los sistemas de información en el contexto educativo al concepto de ecosistema tecnológico, con el objetivo de soportar mejor la evolución de sus componentes *software*, reclamar la atención que requiere el factor humano como un componente más de estos ecosistemas centrados en la gestión del conocimiento y crear ecologías de aprendizaje mucho más robustas y versátiles que, realmente, saquen provecho del potencial tecnológico para mejorar en los resultados de aprendizaje, con independencia del nivel educativo, formalidad y formato en el que el proceso de enseñanza + aprendizaje se desarrolle.

DEFINES es un proyecto de cuatro años de duración que comenzó oficialmente el 1 de enero de 2017, oficiosamente cuando se recibió la aceptación provisional el 28 de septiembre de 2016 y, realmente, de forma continua con el resto de proyectos que se estaba realizando previamente a DEFINES. Esto ha facilitado que en el aproximadamente año y medio de vida oficial de este proyecto ya se hayan conseguido una serie de resultados que se resumen en 43 publicaciones y en un número de futuras tesis, no inferior a 4, que se estima que se defenderán vinculadas a este proyecto.

REFERENCIAS

Referencias

[1] Gobierno de España. (2018). *Resolución de 20 de diciembre de 2017, de la Universidad de Salamanca, por la que se convoca concurso de acceso a plazas de cuerpos docentes universitarios*. Universidades. BOE-A-2018-289, no. 8, de 9 de enero de 2018, sección II. Autoridades y personal - B. Oposiciones y concursos, pp. 3708-3741. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/v7wtw4.

[2] Universidad de Salamanca. (2017). *Criterios para la asignación de plazas de promoción a catedrático de universidad, que se convocarán mediante concursos de promoción interna (Consejo de Gobierno de 26 de julio de 2017)*. Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/qmbjqX.

[3] Universidad de Salamanca. (2017). *Resolución de 20 de septiembre de 2017, de la Universidad de Salamanca, por la que se hace pública la lista provisional de adjudicación de plazas de catedrático de universidad, presentadas en aplicación del punto 4 de los "Criterios para la asignación de plazas de promoción a catedrático de universidad, que se convocarán mediante concursos de promoción interna", (Aprobados por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Salamanca, en fecha 26 de abril de 2017)*. Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/HrZ3CW.

[4] Universidad de Salamanca. (2017). *Resolución de 6 de octubre de 2017, de la Comisión de Trabajo, por la que se hace pública la lista definitiva de solicitudes a plazas de catedrático de universidad, presentadas en aplicación del punto 5 de los "Criterios para la asignación de plazas de promoción a catedrático de universidad, que se convocarán mediante concursos de promoción interna", (Aprobados por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Salamanca, en fecha 26 de julio de 2017)*. Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/BHBMdK.

[5] Universidad de Salamanca. (2017). *Resolución de 6 de octubre de 2017, de la Comisión de Trabajo, por la que se hace pública la lista definitiva de adjudicación*

de plazas de catedrático de universidad, presentadas en aplicación del punto 4 de los "Criterios para la asignación de plazas de promoción a catedrático de universidad, que se convocarán mediante concursos de promoción interna", (Aprobados por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Salamanca, en fecha 26 de julio de 2017). Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/8cgrSP.

[6] J. M. Marqués Corral, *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Escuela Universitaria. Ingeniería de Software e Inteligencia Artificial. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.* Valladolid, España: Departamento de Informática. Universidad de Valladolid, 1998.

[7] J. M. Corchado Rodríguez, *Proyecto Docente e Investigador. Profesor Titular de Universidad. Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.* Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática, 2000.

[8] V. Pelechano Ferragud, *Proyecto Docente. Profesor Titular de Escuela Universitaria. Ingeniería del Software. Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.* Valencia, España: Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Universidad Politécnica de Valencia, 2000.

[9] F. Llorens-Largo, *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Escuela Universitaria. Lógica Computacional. Razonamiento para Ingeniería Informática. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.* Alicante, España: Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial. Universidad de Alicante, 2002. Disponible en: https://goo.gl/gcBWKQ.

[10] M. C. Sánchez-Gómez, *Proyecto Docente e Investigador. Profesor Titular de Universidad. Metodología Cualitativa en Educación. Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación (MIDE).* Salamanca, España: Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación. Universidad de Salamanca, 2011. doi: 10.5281/zenodo.1039249.

[11] L. A. Miguel Quintales, *Proyecto Docente. Catedrático de Universidad. Informática y Bioinformática en el Grado en Biotecnología. Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.* Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática, 2014.

[12] L. A. Miguel Quintales, *Proyecto Investigador. Catedrático de Universidad. Genómica computacional de microorganismos. Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.* Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática, 2014.

[13] N. Rodríguez García, *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Universidad. Perfil Docente: Derecho Procesal. Perfil Investigador: Enjuiciamiento penal de la delincuencia compleja transfronteriza. Área de Derecho Procesal.* Salamanca, España: Departamento de Derecho Administrativo, Financiero y Procesal. Universidad de Salamanca, 2016.

[14] R. Santamaría, *Documentación para las pruebas de selección al cuerpo de Profesor Titular de Universidad. Docencia en Sistemas Distribuidos e Informática Biomédica. Investigación en Visualización de la Información en el área de la Bioinformática. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.* Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática, 2016.

[15] R. Béjar Hernández, *Proyecto Docente. Titular de Universidad. Gestión de proyectos de software. Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.* Zaragoza, España: Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas. Universidad de Zaragoza, 2017. Disponible en: https://goo.gl/F8FiVB.

[16] J. H. Canós Cerdá, *Proyecto Docente e Investigador. Trabajo de Investigación. Catedrático de Universidad. Ingeniería del Software, Integración e Interoperabilidad. Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.* Valencia, España: Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Universidad Politécnica de Valencia, 2017.

[17] M. J. Rodríguez-Conde, *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Universidad. Metodología de Evaluación e investigación en Educación. Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación (MIDE).* Salamanca, España: Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación. Universidad de Salamanca, 2017. Disponible en: https://goo.gl/LbbWgZ. doi: 10.5281/zenodo.1039249.

[18] J. J. Mena Marcos, *Proyecto Docente e Investigador. Profesor Titular de Universidad. La formación del profesorado y el conocimiento profesional docente. Área de Didáctica y Organización Escolar.* Salamanca, España: Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación. Universidad de Salamanca, 2017.

[19] I. González López, *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Universidad. Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación.* Córdoba, España: Departamento de Educación. Universidad de Córdoba, 2018.

[20] F. J. García-Peñalvo, *Proyecto Docente Profesor Titular de Escuela Universitaria. Perfil Ingeniería del Software y Orientación a Objetos. Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.* Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca, 2000. Disponible en: https://goo.gl/vxZazG. doi: 10.5281/zenodo.1015024.

[21] F. J. García-Peñalvo, *Proyecto Docente e Investigador Profesor Titular de Universidad. Perfil Ingeniería del Software. Área de Conocimiento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.* Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca, 2002. Disponible en: https://goo.gl/QAHgLL. doi: 10.5281/zenodo.1018343.

[22] C. Allègre, T. Blackstone, L. Berlinger y J. Ruettgers. (1998). *Declaración de La Sorbona. Declaración conjunta para la armonización del diseño del Sistema de Educación Superior Europeo (a cargo de los cuatros ministros representantes de Francia, Alemania, Italia y el Reino Unido). La Sorbona, París, 25 de mayo de 1998.* Disponible: https://goo.gl/gmZS5y.

[23] F. J. García-Peñalvo y M. N. Moreno, "Software Modeling Teaching in a First Software Engineering Course. A Workshop-Based Approach," *IEEE Transactions on Education,* vol. 47, no. 2, pp. 180-187, 2004. doi: 10.1109/TE.2004.824839.

[24] F. J. García-Peñalvo, M. J. Rodríguez-Conde, A. M. Seoane-Pardo, M. Á. Conde-González, V. Zangrando y A. García-Holgado, "GRIAL (GRupo de investigación en InterAcción y eLearning), USAL," *IE Comunicaciones. Revista Iberoamericana de Informática Educativa,* no. 15, pp. 85-94, 2012.

[25] F. J. García-Peñalvo. (2016). *Presentation of the GRIAL research group and its main research lines and projects on March 2016.* Disponible en: https://goo.gl/dSZYv7.

[26] S. Burch, "Sociedad de la Información y Sociedad del Conocimiento," en *Palabras en juego. Enfoques multiculturales sobre las sociedades de la información*, A. Ambrosi, V. Peugeut y D. Pimienta, Eds.: C & F Éditions, 2005.

[27] F. J. García-Peñalvo, "Managing the knowledge society construction," *International Journal of Knowledge Management,* vol. 10, no. 4, pp. iv-vii, 2014.

[28] F. J. García-Peñalvo, "Formación en la sociedad del conocimiento, un programa de doctorado con una perspectiva interdisciplinar," *Education in the Knowledge Society,* vol. 15, no. 1, pp. 4-9, 2014.

[29] F. J. García-Peñalvo, "Education in knowledge society: A new PhD programme approach," en *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 575-577, New York, NY, USA: ACM, 2013. doi: 10.1145/2536536.2536624.

[30] F. J. García-Peñalvo, "Aportaciones de la Ingeniería en una Perspectiva Multicultural de la Sociedad del Conocimiento," *VAEP-RITA,* vol. 1, no. 4, pp. 201-202, 2013.

[31] F. J. García-Peñalvo, "Engineering contributions to a Knowledge Society multicultural perspective," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA),* vol. 10, no. 1, pp. 17-18, 2015. doi: 10.1109/RITA.2015.2391371.

[32] F. J. García-Peñalvo Ed. "Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)," First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. New York, USA: ACM, 2013. Disponible en: https://goo.gl/hKUJSm.

[33] F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y J. Cruz-Benito Eds., "Proceedings of the TEEM'13 Track on Knowledge Society Related Projects." Salamanca, Spain: Grupo GRIAL, 2013. Disponible en: https://goo.gl/4a3JHq.

[34] F. J. García-Peñalvo Ed. "Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14) (Salamanca, Spain, October 1-3, 2014)." New York, USA: ACM, 2014. Disponible en: https://goo.gl/qcJq6X.

[35] G. R. Alves y M. C. Felgueiras Eds., "Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)." New York, USA: ACM, 2015. Disponible en: https://goo.gl/zu1vpJ.

[36] F. J. García-Peñalvo Ed. "Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)." New York, USA: ACM, 2016. Disponible en: https://goo.gl/AVa3wZ.

[37] J. M. Dodero, M. S. Ibarra Sáiz y I. Ruiz Rube Eds., "Proceedings of the Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)." New York, NY, USA: ACM, 2017. Disponible en: https://goo.gl/RdmjFt.

[38] E. Bueno Campos y F. Casani, "La tercera misión de la Universidad. Enfoques e indicadores básicos para su evaluación," *Economía Industrial,* vol. 366, pp. 43-59, 2007.

[39] F. J. García-Peñalvo, "La tercera misión," *Education in the Knowledge Society,* vol. 17, no. 1, pp. 7-18, 2016. doi: 10.14201/eks2016171718.

[40] F. J. García-Peñalvo, "Oportunidades y barreras para el desarrollo de la tercera misión en la sociedad digital," presentado en Jornada 2016 sobre Sociedad Digital y Educación. Cátedra Telefónica-UNIR, Madrid, España, 2016. Disponible: https://goo.gl/Faw1vA.

[41] J. M. Vilalta, *La tercera misión universitaria. Innovación y transferencia de conocimientos en las universidades españolas* (Cuadernos de Trabajo, no. #4). Madrid: Studia XXI. Fundación Europea Sociedad y Educación, 2013.

[42] Á. Fidalgo-Blanco. (2017). ¿Innovación educativa o innovación docente? En: *Innovación Educativa. Conceptos, Recursos y Reflexiones sobre Innovación Educativa*. Disponible en: https://goo.gl/QYmiaf.

[43] F. J. García-Peñalvo, "Mapa de tendencias en Innovación Educativa," *Education in the Knowledge Society (EKS),* vol. 16, no. 4, pp. 6-23, 2015. doi: 10.14201/eks2015164623.

[44] F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde-González, "Diseminación y divulgación científica. Plan de Formación del Profesorado de la Universidad de León," Salamanca, España: Grupo GRIAL, 2017, Disponible en: https://goo.gl/2YnL46. doi: 10.5281/zenodo.810436.

[45] F. J. García-Peñalvo, "Identidad Digital del Investigador," Salamanca, España: Grupo GRIAL, 2017, Disponible en: https://goo.gl/rXQWEh. doi: 10.13140/RG.2.2.33599.71847.

[46] F. J. García-Peñalvo, "Marco para la Ciencia Abierta," Salamanca, España: Grupo GRIAL, 2017, Disponible en: https://goo.gl/hb99xh. doi: 10.5281/zenodo.1069582.

[47] European Commission, *Open innovation, open science, open to the world. A vision for Europe*. Brussels: Directorate-General for Research and Innovation, European Commission, 2016. Disponible en: https://goo.gl/V1GgWN. doi: 10.2777/061652.

[48] B. Shneiderman, "Science 2.0," *Science,* vol. 319, no. 5868, pp. 1349-1350, 2008. doi: 10.1126/science.1153539.

[49] F. Imbernón, *Ser docente en una sociedad compleja. La difícil tarea de enseñar*. Barcelona, España: Graò, 2017.

[50] European Union, *ECTS Users' Guide 2015*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/7Qjgci. doi: 10.2766/87192.

[51] Gobierno de España. (2007). *Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2007-18770, no. 260, de 30 de octubre de 2007, sección Legislación consolidada, pp. 1-28. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/Pxkw4Y.

[52] M. Castells, *Comunicación y poder*. Madrid, España: Alianza, 2009.

[53] V. Climent Jordá, F. Michavila y M. E. Ripollés Mellá, *Los males de la Europa social: Buscando soluciones*. Madrid, España: Tecnos, 2017.

[54] F. J. García-Peñalvo, "Docencia," en *Libro Blanco de la Universidad Digital 2010*, J. Laviña Orueta y L. Mengual Pavón, Eds. Colección Fundación Telefónica, pp. 29-61, Barcelona, España: Ariel, 2008.

[55] A. J. Berlanga, F. J. García-Peñalvo y P. B. Sloep, "Towards eLearning 2.0 University," *Interactive Learning Environments,* vol. 18, no. 3, pp. 199-201, 2010. doi: 10.1080/10494820.2010.500498.

[56] F. J. García-Peñalvo, "La Universidad de la próxima década: La Universidad Digital," en *Universidad y Desarrollo Social de la Web*, C. Suárez-Guerrero y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 181-197, Washington DC, USA: Editandum, 2011.

[57] F. J. García-Peñalvo, "¿Son conscientes las universidades de los cambios que se están produciendo en la Educación Superior?," *Education in the Knowledge Society,* vol. 17, no. 4, pp. 7-13, 2016. doi: 10.14201/eks2016174713.

[58] A. Arias Rodríguez. (2017). El mercado de la educación superior. En: *Fiscalizacion.es*. Disponible en: https://goo.gl/EVnm7N.

[59] F. J. García-Peñalvo. (2017). El (des)gobierno de las tecnologías de la información en las universidades. En: *Universídad*. Disponible en: https://goo.gl/xmQVZD.

[60] A. X. Wang y A. Schrager, "The college lecture is dying. Good riddance," *Quartz*, 2017, Disponible en: https://goo.gl/6rUVMV. Accedido December 25th, 2017.

[61] A. X. Wang y A. Schrager, "College textbooks are going the way of Netflix," *Quartz*, 2017, Disponible en: https://goo.gl/TZffKa. Accedido December 25th, 2017.

[62] A. X. Wang y A. Schrager, "Imagine how great universities could be without all those human teachers," *Quartz*, 2017, Disponible en: https://goo.gl/m8XHUy. Accedido December 25th, 2017.

[63] A. X. Wang y A. Schrager, "It's the end of the university as we know it," *Quartz*, 2017, Disponible en: https://goo.gl/V3b8td. Accedido December 25th, 2017.

[64] J. Ortega y Gasset, *Misión de la Universidad*, 1ª ed. Madrid, España: Revista de Occidente, 1930.

[65] J. M. Bricall, *Informe Universidad 2000*. Madrid, España: Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), 2000.

[66] M. A. Zabalza, "Articulación y rediseño curricular: el eterno desafío institucional," *REDU. Revista de Docencia Universitaria,* vol. 10, no. 3, pp. 17-48, 2012. doi: 10.4995/redu.2012.6013.

[67] Administración General del Estado. (1978). *Constitución Española*. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/yrhMWA.

[68] J. G. Mora, "La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento," *Revista Iberoamericana de educación,* no. 35, pp. 13-37, 2004.

[69] M. Castells, *La era De La Información: Vol.1: La Sociedad Red*. Madrid, Spain: Alianza, 1997.

[70] F. Machlup, *The production and distribution of knowledge in the United States*. Princeton, N.J., USA: Princeton University Press, 1962.

[71] D. Bell, *The coming of post-industrial society: A venture in social forecasting*. New York, USA: Basic Books, 1973.

[72] A. Touraine, *La société post-industrielle* (Bibliothèque Médiations, no. 61). Paris: Denoël, 1969.

[73] P. F. Drucker, *The age of discontinuity. Guidelines to our changing society*. New York, USA: Harper & Row, 1969.

[74] J. Majó y P. Marqués, *La Revolución educativa en la era Internet*. Barcelona, España: Praxis, 2002.

[75] M. Cebrián, *Sociedad de la información y del conocimiento en los países nórdicos: Semejanzas y divergencias con el caso español*. Barcelona, España: Gedisa, 2009.

[76] G. Salvat y V. Serrano, *La revolución digital y la sociedad de la información*. Manganeses de la Lampreana, Zamora: Comunicación Social, 2011.

[77] J. M. Sanz-Magallón, "¿Qué es la sociedad del conocimiento?," *Nueva revista de política, cultura y arte,* no. 70, pp. 9-15, 2000.

[78] UNESCO, *Towards Knowledge Societies*. Paris, France: UNESCO Publishing, 2005. Disponible en: https://goo.gl/yzc6KX.

[79] J. Välimaa y D. Hoffman, "Knowledge society discourse and higher education," *Higher Education Research & Development,* vol. 56, no. 3, pp. 265-285, 2008. doi: 10.1007/s10734-008-9123-7.

[80] F. J. García-Peñalvo, "eLearning: Covering lifelong learning in the European Space for Higher Education," *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning (IJCEELL),* vol. 17, no. 6, pp. 403-405, 2007.

[81] A. M. Seoane, F. J. García-Peñalvo, Á. Bosom, E. Fernández y M. J. Hernández, "Tutoring On-line as Quality Guarantee on eLearning-based Lifelong Learning. Definition, Modalities, Methodology, Competences and Skills," en *Virtual Campus 2006 Post-proceedings. Selected and Extended Papers – VC'2006. Barcelona, Spain, March 23-25, 2006*, F. J. García-Peñalvo, J. Lozano y F. Lamamie, Eds., Aachen, Germany: CEUR Workshop Proceedings, 2006.

[82] A. M. Seoane, F. J. García-Peñalvo, Á. Bosom, E. Fernández y M. J. Hernández, "Lifelong Learning Online Tutoring Methodology Approach," *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning (IJCEELL),* vol. 17, no. 6, pp. 479-492, 2007. doi: 10.1504/IJCEELL.2007.015595.

[83] J. Stöter, M. Bullen, O. Zawacki-Richter y C. von Prümmer, "From the Back Door into the Mainstream: The Characteristics of Lifelong Learners," en *Online Distance Education: Towards a Research Agenda*, O. Zawacki-Richter y T. Anderson, Eds. Issues in Distance Education, Athabasca, Canada: Athabasca University Press, 2014.

[84] R. Vanbaelen, J. Harrison y G. van Dongen, "Lifelong learning in a Fourth World setting," en *Professional Communication Conference (IPCC), 2014 IEEE International* pp. 1-9, 2014. doi: 10.1109/IPCC.2014.7020347.

[85] J. Hernández Armenteros y J. A. Pérez García, *La universidad española en cifras 2015-2016*, Madrid, España: CRUE Universidades Españolas, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/U1zERq.

[86] F. J. García-Peñalvo, C. García de Figuerola y J. A. Merlo-Vega, "Open knowledge management in higher education," *Online Information Review,* vol. 34, no. 4, pp. 517-519, 2010.

[87] F. J. García-Peñalvo, C. García de Figuerola y J. A. Merlo-Vega, "Open knowledge: Challenges and facts," *Online Information Review,* vol. 34, no. 4, pp. 520-539, 2010. doi: 10.1108/14684521011072963.

[88] Open Definition Project. (2015). *The Open Definition Version 2.1.* Disponible en: https://goo.gl/HD1wtq.

[89] L. Chan *et al.* (2002). *Budapest Open Access Initiative.* Disponible en: https://goo.gl/he74Du.

[90] P. O. Brown *et al.* (2003). *Bethesda Statement on Open Access Publishing.* Disponible en: https://goo.gl/YHhjFS.

[91] Max-Planck-Gesellschaft Society. (2003). *Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities.* Disponible en: https://goo.gl/2DpTuk.

[92] P. Suber, "Una introducción al acceso abierto," en *Edición electrónica, bibliotecas virtuales y portales para las ciencias sociales en América Latina y El Caribe*, D. Babini y J. Fraga, Eds. pp. 15-33, Ciudad de Buenos Aires, Argentina: CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, 2006.

[93] P. Suber, *Open Access.* Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2012.

[94] M. S. Ramírez Montoya, "Acceso abierto y su repercusión en la Sociedad del Conocimiento: Reflexiones de casos prácticos en Latinoamérica," *Education in the Knowledge Society (EKS),* vol. 16, no. 1, pp. 103-118, 2015. doi: 10.14201/eks2015161103118.

[95] F. J. García-Peñalvo, Á. Fidalgo-Blanco y M. L. Sein-Echaluce, "Los MOOC: Un análisis desde una perspectiva de la innovación institucional universitaria," *La Cuestión Universitaria,* vol. 9, pp. 117-135, 2017.

[96] F. J. García-Peñalvo, Á. Fidalgo-Blanco y M. L. Sein-Echaluce, "An adaptive hybrid MOOC model: Disrupting the MOOC concept in higher education," *Telematics and Informatics,* vol. In Press, 2018. doi: 10.1016/j.tele.2017.09.012.

[97] G. Conole, "Los MOOCs como tecnologías disruptivas: estrategias para mejorar la experiencia de aprendizaje y la calidad de los MOOCs," *Campus Virtuales. Revista Científica Iberoamericana de Tecnología Educativa,* vol. 2, no. 2, pp. 16-28, 2013.

[98] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, O. Borrás Gené y F. J. García-Peñalvo, "Educación en abierto: Integración de un MOOC con una asignatura académica," *Education in the Knowledge Society,* vol. 15, no. 3, pp. 233-255, 2014.

[99] L. V. Hedges y R. M. Giaconia, "Identifying Features of Effective Open Education," *Review of Educational Research,* vol. 52, no. 4, pp. 579-602, 1982.

[100] G. F. Cirigliano, *La educación abierta.* Buenos Aires, Argentina: El Ateneo, 1983.

[101] T. Iiyoshi y M. S. Vijay Kumar Eds., "Opening Up Education: The Collective Advancement of Education through Open Technology, Open Content, and Open Knowledge." Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2008.

[102] M. S. Ramírez Montoya y F. J. García-Peñalvo, "Movimiento Educativo Abierto," *Virtualis,* vol. 6, no. 12, pp. 1-13, 2015.

[103] UNESCO. (2012). *2012 Paris OER Declaration.* Disponible en: https://goo.gl/QXBnNH.

[104] S. D'Antoni, "The UNESCO OER community 2005-2009: From collective interaction to collaborative action," en *Collaborative Learning 2.0: Open Educational Resources*, A. Okada, T. Connolly y P. J. Scott, Eds. pp. 16-37, Hershey, PA, USA: IGI Global, 2012. doi: 10.4018/978-1-4666-0300-4.ch002.

[105] K. O. Villalba Condori, S. Castro Cuba, C. Deco, C. Bender y F. J. García-Peñalvo, "A Recommender System of Open Educational Resources based on the Purpose of Learning," en *Proceedings of 2017 Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies - LACLO 2017 (9-12 October 2017, La Plata, Argentina)*, A. Díaz, A. Casali, M. Chacón Rivas y A. Silva Sprock, Eds. pp. 104-107, EEUU: IEEE, 2017. doi: 10.1109/LACLO.2017.8120899.

[106] F. J. García-Peñalvo y M. A. Tena-Espinoza-de-los-Monteros, "Investigación y Ciencia Abierta," presentado en Seminarios del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento. Semana Internacional del Acceso Abierto 2017 (23 de octubre de 2017), Salamanca, España, 2017. Disponible: https://goo.gl/4EqCCC. doi: 10.5281/zenodo.1035416.

[107] Open Science and Research Initiative, *Open Science and Research Handbook*, Finland: Open Science and Research Initiative, 2014. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/dFcdo4.

[108] A. Ríos-Hilario, D. Martín-Campo y T. Ferreras Fernández, "Linked data y linked open data: su implantación en una biblioteca digital. El caso de Europeana," *El Profesional de la Información,* vol. 21, no. 3, pp. 292-297, 2012. doi: 10.3145/epi.2012.may.10.

[109] S. Auer, V. Bryl y S. Tramp Eds., "Linked Open Data – Creating Knowledge Out of Interlinked Data. Results of the LOD2 Project," Lecture Notes in Computer Science LNCS 8661. Heidelberg: Springer, 2014. doi: 10.1007/978-3-319-09846-3.

[110] L. Benussi, "Analysing the technological history of the open source phenomenon. Stories from the free software evolution, FLOSS history. Working paper, Version 3.0," 2005. Disponible en: https://goo.gl/oELrnQ.

[111] Open Source Initiative. (2008). *Open Source Definition*. Disponible en: https://goo.gl/2it12D.

[112] P. Banerjee. (2010). *Wedding innovation with business value: An interview with the director of HP Labs*. Disponible en: https://goo.gl/KoNvGL.

[113] M. S. Ramírez-Montoya y F. J. García-Peñalvo, "Co-creation and open innovation: Systematic literature review," *Comunicar*, vol. 26, no. 54, pp. 9-18, 2018. doi: 10.3916/C54-2018-01.

[114] OECD, *Open Government. The Global Context and the Way Forward*, Paris: OECD Publishing, 2016. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/dbscLr. doi: 10.1787/9789264268104-en.

[115] F. J. García-Peñalvo, "Mitos y realidades del acceso abierto," *Education in the Knowledge Society*, vol. 18, no. 1, pp. 7-20, 2017. doi: 10.14201/eks2017181720.

[116] F. Martínez-Abad, M. J. Rodríguez-Conde y F. J. García-Peñalvo, "Evaluación del impacto del término "MOOC" vs "eLearning" en la literatura científica y de divulgación," *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, vol. 18, no. 1, pp. 185-201, 2014.

[117] E. López Meneses, E. Vázquez-Cano y P. Román Graván, "Análisis e implicaciones del impacto del movimiento MOOC en la comunidad científica: JCR y Scopus (2010-13)," *Comunicar*, vol. 44, pp. 73-80, 2015. doi: 10.3916/C44-2015-08.

[118] T. R. Liyanagunawardena, A. A. Adams y S. A. Williams, "MOOCs: A Systematic Study of the Published Literature 2008-2012," *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, vol. 14, no. 3, pp. 202-227, 2013.

[119] Universidad de Deusto, *El Modelo de Formación de la Universidad de Deusto (MFUD)*, Bilbao, España: Unidad de Innovación Docente, Universidad de Deusto, 2016. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/PB8pq8.

[120] Universidad de Salamanca, *Plan Estratégico General 2013-2018 de la Universidad de Salamanca*, Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/YPASRR.

[121] Universidad de Málaga, *Plan Estratégico de la Universidad de Málaga*, Málaga, España: Universidad de Málaga, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/k59Hrb.

[122] Universidad de Sevilla, *Plan Estratégico 2020. Un nuevo escenario de posibilidades*, Sevilla, España: Biblioteca de la Universidad de Sevilla, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/Wj95SJ.

[123] Universidad de Oviedo, *Propuesta de plan estratégico para el periodo 2018/2022*, Oviedo, España: Universidad de Oviedo, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/mERCsU.

[124] Universidade da Coruña, *Plan Estratéxico UDC2020. Universidade da Coruña*, A Coruña, España: Universidade da Coruña, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/6wnr3w.

[125] Universidade de Santiago de Compostela, *Plan Estratéxico 2011-2020. Universidade de Santiago de Compostela*, Santiago de Compostela, España: Universidade de Santiago de Compostela, 2010. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/fdRdgM.

[126] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, *IV Plan Estratégico Institucional 2015-2018*, Las Palmas de Gran Canaria, España: Gerencia de la Universidad de

Las Palmas de Gran Canaria, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/rfPJ8y.

[127] Universidad de Alicante, *UA 40. Plan estratégico 2014-2019 de la Universidad de Alicante*, Alicante, España: Universidad de Alicante, 2014. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/x5UFN7.

[128] ANECA, *Programa DOCENTIA. Programa de apoyo para la evaluación de la actividad docente del profesorado universitario. Integración y actualización de la documentación del programa 2015. v1*, Madrid, España: ANECA, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/nVh3CJ.

[129] A. Fernández March, "Metodologías activas para la formación de competencias," *Educatio siglo XXI,* vol. 24, pp. 35-56, 2006.

[130] F. Hernández Pina, P. Martínez Clares, M. Martínez Juárez y F. Monroy Hernández, "Aprendizaje y competencias. Una nueva mirada," *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía,* vol. 20, no. 3, pp. 312-319, 2009.

[131] M. P. Pérez Echevarría, Mateos Sanz, M. M., "El cambio de las concepciones de los alumnos sobre el aprendizaje," en *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*, J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echevarría, M. M. Mateos Sanz, E. Martín Ortega y M. de la Cruz, Eds. Crítica y Fundamentos, no. 12, pp. 403-418, Barcelona, España: Graó, 2006.

[132] B. L. McCombs y J. S. Whisler, *The learner-centered classroom and schools.* San Francisco, USA: Jossey-Bass, 1997.

[133] S. Olmos-Migueláñez, "Estrategias institucionales dentro del EEES para la incorporación de la evaluación de los alumnos universitarios a través de Internet," *Bordón. Revista de pedagogía,* vol. 60, no. 1, pp. 77-98, 2008.

[134] A. Villa Sánchez y M. Poblete Eds., "Aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas," Estudios e investigaciones. Bilbao, España: Universidad de Deusto. Instituto de Ciencias de la Educación, 2007.

[135] ACUP, *Libro Blanco de la Universidad de Cataluña.* Barcelona: Associació Catalana d'Universitats Públiques, 2008.

[136] F. J. García-Peñalvo y A. M. Seoane-Pardo, "Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario," *Education in the Knowledge Society,* vol. 16, no. 1, pp. 119-144, 2015. doi: 10.14201/eks2015161119144.

[137] B. Clark, Oxford., *Creating entrepreneurial universities: Organizational pathways of transformation* (Issues in Higher Education). Oxford: Pergamon, 1998.

[138] H. Etzkowitz y L. Leydesdorff, *Universities and the Global Knowledge Economy. A triple of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations.* London: Pinter, 1997.

[139] F. J. García-Peñalvo y M. S. Ramírez Montoya, "Technology cases for improving the university Third Mission," *Journal of Cases on Information Technology,* vol. 18, no. 4, pp. v-viii, 2016.

[140] J. Vidal, "La misión de la Universidad," en *Investigación educativa en escenarios diversos, plurales y globales*, C. Cardona y E. Chiner, Eds. pp. 41-54, Madrid, España: EOS, 2014.

[141] J. Delors, *Learning: The treasure within.* Paris, France: UNESCO, 1996.

[142] J. I. Aguaded Gómez, "La revolución MOOCs, ¿una nueva educación desde el paradigma tecnológico?," *Comunicar,* vol. 41, pp. 7-8, 2013. doi: http://dx.doi.org/10.3916/C41-2013-a1.

[143] R. Andersen y M. Ponti, "Participatory pedagogy in an open educational course: Challeges and oportunities," *Distance Education,* vol. 35, no. 2, pp. 234-249, 2014. doi: 10.1080/01587919.2014.917703.

[144] J. Cabero Almenara, C. Llorente, M.C. y A. I. Vázquez Martínez, "Las tipologías de las MOOC: su diseño e implicaciones educativas," *Profesorado, revista de currículum y formación del profesorado,* vol. 18, no. 1, pp. 14-26, 2014.

[145] L. Guàrdia, M. Maina y A. Sangrà, "MOOC Design Principles. A Pedagogical Approach from the Learner's Perspective," *eLearning Papers,* vol. 33, 2013.

[146] E. Vázquez, E. López y J. L. Sarasola, *La expansión del conocimiento abierto: los MOOC*. Barcelona, España: Octaedro, 2013.

[147] F. Hernández Pina, "Evaluación y acreditación del profesorado, programas e instituciones educativas de Formación del Profesorado," *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado,* vol. 17, no. 1, pp. 15-32, 2014. doi: 10.6018/reifop.17.1.198821.

[148] M. Benito Bonito, P. Gil Torrubias y R. Romera Ayllón, *El empleo de los doctores en España y su relación con la I+D+i y los estudios de doctorado* (Colección Estudios e Informes). Las Palmas de Gran Canaria, España: Conferencia de Consejos Sociales de las Universidades Españolas, 2014. Disponible en: https://goo.gl/uUz7Bh.

[149] J. Portabella, "Presentación," en *Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los Universitarios en España, 2015 (Primer informe de resultados)* pp. 8-9, Madrid: Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios, 2016.

[150] F. Michavila, J. M. Martínez, M. Martín-González, F. J. García-Peñalvo y J. Cruz-Benito, *Barómetro de empleabilidad y empleo de los universitarios en España, 2015 (Primer informe de resultados).* Madrid: Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios, 2016.

[151] F. Michavila, J. M. Martínez, M. Martín-González, F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito y A. Vázquez-Ingelmo, *Barómetro de empleabilidad y empleo universitarios. Edición Máster 2017.* Madrid, España: Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios, 2018. Disponible en: https://goo.gl/qK3kqo.

[152] F. Michavila, M. Martín-González, J. M. Martínez, F. J. García-Peñalvo y J. Cruz-Benito, "Analyzing the employability and employment factors of graduate students in Spain: The OEEU Information System," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. pp. 277-283, New York, USA: ACM, 2015. doi: http://dx.doi.org/10.1145/2808580.2808622.

[153] J. Cruz-Benito, J. C. Sánchez-Prieto, A. Vázquez-Ingelmo, R. Therón, F. J. García-Peñalvo y M. Martín-González, "How different versions of layout and complexity of web forms affect users after they start it? A pilot experience," en *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*, vol. 2, Á. Rocha, H. Adeli, L. P. Reis y S. Costanzo, Eds. Advances in Intelligent Systems and Computing, no. AISC 746, pp. 971-979, Cham: Springer, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-77712-2_92.

[154] J. Cruz-Benito, A. Vázquez-Ingelmo, J. C. Sánchez-Prieto, R. Therón, F. J. García-Peñalvo y M. Martín-González, "Enabling adaptability in web forms based on user characteristics detection through A/B testing and machine learning," *IEEE Access,* vol. 6, pp. 2251-2265, 2018. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2782678.

[155] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "Developing Win-Win Solutions for Virtual Placements in Informatics: The VALS Case," en *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International

Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 733-738, New York, USA: ACM, 2014. doi: http://dx.doi.org/10.1145/2669711.2669982.

[156] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito, M. Á. Conde y D. Griffiths, "Virtual placements for informatics students in open source business across Europe," en *2014 IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings (October 22-25, 2014 Madrid, Spain)* pp. 2551-2555, USA: IEEE, 2014. doi: 10.1109/FIE.2014.7044411.

[157] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito, M. Á. Conde y D. Griffiths, "Semester of Code: Piloting Virtual Placements for Informatics across Europe," en *Proceedings of Global Engineering Education Conference, EDUCON 2015. Tallinn, Estonia, 18-20 March 2015* pp. 567-576, USA: IEEE, 2015. doi: 10.1109/EDUCON.2015.7096026.

[158] F. J. García-Peñalvo, "Entrepreneurial and problem solving skills in software engineers," *Journal of Information Technology Research,* vol. 8, no. 3, pp. iv-vi, 2015.

[159] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito, D. Griffiths y A. P. Achilleos, "Virtual placements management process supported by technology: Proposal and firsts results of the Semester of Code," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA),* vol. 11, no. 1, pp. 47-54, 2016. doi: 10.1109/RITA.2016.2518461.

[160] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "VALS: Virtual Alliances for Learning Society," en *Proceedings of the TEEM'13 Track on Knowledge Society Related Projects*, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y J. Cruz-Benito, Eds. pp. 19-26, Salamanca, Spain: Grupo GRIAL, 2013.

[161] H. W. Chesbrough, *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press, 2003.

[162] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito, D. Griffiths y A. P. Achilleos, "Tecnología al servicio de un proceso de gestión de prácticas virtuales en empresas: Propuesta y primeros resultados del Semester of Code," *IEEE VAEP-RITA*, vol. 3, no. 1, pp. 52-59, 2015.

[163] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "Understanding the barriers to virtual student placements in the Semester of Code," *Education in the Knowledge Society,* vol. 17, no. 1, pp. 147-173, 2016. doi: 10.14201/eks2016171147173.

[164] F. J. García-Peñalvo, "VALS Project – One year after," presentado en Thematic Cluster Meeting "Knowledge Alliances" in Brussels at November 7th, 2014, 2014. Disponible: http://hdl.handle.net/10366/125221.

[165] M. Stevenson, *Un viaje optimista por el futuro*, 2ª ed. Barcelona: Galaxia Gutenberg, 2011.

[166] Gobierno de España. (2003). *Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.* Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2003-17643, no. 224, de 18 de septiembre de 2003, sección I. Disposiciones generales, pp. 34355-34356. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/HDG15o.

[167] Á. Blanco Blanco, "Las rúbricas: Un instrumento útil para la evaluación de competencias," en *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje. Estrategias para el profesorado*, L. Prieto Navarro, Ed. pp. 171-188, Barcelona, España: Octaedro, 2008.

[168] W. Westera, "Competences in education: A confusion of tongues," *Journal of Curriculum Studies,* vol. 33, no. 1, pp. 75-88, 2001/01/01 2001. doi: 10.1080/00220270120625.

[169] UNESCO, *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La educación superior en el siglo XXI. Visión y acción. Tomo I. Informe Final. París, Francia, 5-9 de octubre de 1998*, París, Francia: UNESCO, 1998. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/5TKvYZ.

[170] J. M. Escudero Muñoz, "Las competencias profesionales y la formación universitaria: Posibilidades y riesgos," *Revista interuniversitaria de Pedagogía Social*, no. 16, pp. 65-82, 2009.

[171] J. González y R. Wagenaar Eds., "Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final. Fase Uno." Bilbao, España: Universidad de Deusto, 2003.

[172] J. Gimeno Sacristán, A. I. Pérez Gómez, J. B. Martínez Torres, F. Angulo y J. M. Álvarez, *Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo?* Madrid, España: Morata, 2008.

[173] M. A. Zabalza, *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional.* Madrid, España: Narcea, 2003.

[174] P. Colás, "La formación universitaria en base a competencias," en *La Universidad en la Unión Europea. El Espacio Europeo de Educación Superior y su impacto en la docencia*, P. Colás y J. de Pablos, Eds. pp. 101-123, Málaga, España: Aljibe, 2005.

[175] M. Miguel Díaz, "Clases teóricas," en *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientación para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación*, M. Miguel Díaz, Ed. pp. 27-52, Madrid, España: Alianza Editorial, 2006.

[176] J. Mateo, "Interpretando la realidad, construyendo nuevas formas de conocimiento: El desarrollo competencial y su evaluación," *Revista de Investigación Educativa,* vol. 25, no. 2, pp. 513-531, 2007.

[177] J. Gairín Ed. "Guía para la evaluación de competencias en el área de Ciencias Sociales." Barcelona, España: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, 2009. Disponible en: https://goo.gl/gFA7aB.

[178] A. B. Echeverría Samanes, "Gestión de la Competencia de Acción Profesional," *Revista de investigación educativa,* vol. 20, no. 1, pp. 7-46, 2002.

[179] F. Hernández Pina, P. Martínez Clares, P. S. L. Da Fonseca Rosario y M. Rubio Espín, *Aprendizaje, competencias y rendimiento en Educación Superior*. Madrid, España: La Muralla, 2005.

[180] Á. Blanco Blanco, "Formación Universitaria basada en competencias," en *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje. Estrategias para el profesorado*, L. Prieto Navarro, Ed. pp. 31-59, Barcelona, España: Octaedro/ICE-UB, 2008.

[181] A. Villa Sánchez y M. Poblete, "Evaluación de competencias genéricas: principios, oportunidades y limitaciones," *Bordón. Revista de Pedagogía,* vol. 63, no. 1, pp. 147-170, 2011.

[182] OECD, "The definition and selection of key competences. Executive summary," 2005. Disponible en: https://goo.gl/Pnk6Z3.

[183] L. Mertens, *Competencia laboral: sistemas, surgimiento y modelos.* Montevideo: Cinterfor, 1996.

[184] J. E. Boritz y C. A. Carnaghan, "Competency-Based Education and Assessment for the Accounting Profession: A Critical Review," *Canadian Accounting Perspectives,* vol. 2, no. 1, pp. 7-42, 2003. doi: 10.1506/5K7C-YT1H-0G32-90K0.

[185] J. Sarramona, E. Domínguez, J. Noguera y G. Vázquez, "Las competencias en la secundaria y su incidencia en el acceso a la universidad," en *El Espacio Europeo de Educación Superior*, V. Esteban Chapapría, Ed. pp. 199-251, Valencia, España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2005.

[186] A. Bolívar, (9), , "La planificación por competencias en la reforma de Bolonia de la educación superior: Un análisis crítico," *ETD: Educaçao Temática Digital,* vol. 9, pp. 68-94, 2007.

[187] J. Noguera, "La formación pedagógica del profesorado universitario," *Bordón. Revista de Pedagogía,* vol. 53, no. 2, pp. 269-278, 2001.

[188] F. J. García-Peñalvo y R. Colomo-Palacios, "Innovative teaching methods in engineering," *International Journal of Engineering Education (IJEE),* vol. 31, no. 3, pp. 689-693, 2015.

[189] F. J. García-Peñalvo y M. Llamas Nistal, "The engineering behind the technological-based educational innovation," *International Journal of Engineering Education (IJEE),* vol. 33, no. 2B, pp. 763-767, 2017.

[190] M. Minović, F. J. García-Peñalvo y N. A. Kearney, "Gamification in engineering education," *International Journal of Engineering Education (IJEE),* vol. 32, no. 1B, pp. 308-309, 2016.

[191] C. Pozo Muñoz y B. Bretones Nieto, "Dificultades y retos en la implantación de los títulos de grado en las universidades españolas," *Revista de Educación,* no. 367, pp. 147-172, 2015. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2015-367-286.

[192] C. Bueno García, "Evaluación de la Formación Pedagógica del Profesorado Universitario. El caso del Diploma de Formación Inicial de la Universidad de Zaragoza," PhD, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España, 2017.

[193] European Commission. (2013). Grupo de alto nivel de la UE: enseñar a los profesores a enseñar. Disponible en: https://goo.gl/K8sBaV. Accedido Diciembre 27, 2017.

[194] High Level Group on the Modernisation of Higher Education, *Report to the European Commission on Improving the quality of teaching and learning in Europe's higher education institutions*, Brusells, Belgium: European Commision, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/6txQaL.

[195] J. C. Wise, D. Lall, P. J. Shull, D. Sathianathan y S. H. Lee, "Using web-enabled technology in a performance-based accreditation environment," en *Online assessment and measurement. Case studies from Higher Education, K-12 and corporate*, S. L. Howell y M. Hricko, Eds. pp. 98-115, Hershey, PA, USA: Information Science Publishing, 2006. doi: 10.4018/978-1-59140-497-2.ch007.

[196] L. Buendía y E. Olmedo, "Estrategias de aprendizaje y procesos de evaluación en la educación universitaria," *Bordón. Revista de Pedagogía,* vol. 52, no. 2, pp. 151-163, 2000.

[197] J. Fernández, N. Elortegui, J. F. Rodríguez y T. Moreno, *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* Sevilla, España: Diada, 2002.

[198] M. A. Moreira y I. Greca, "Cambio conceptual: análisis crítica y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo," *Ciencia & Educaçao,* vol. 9, no. 2, pp. 301-315, 2003.

[199] R. M. Felder y R. Brent, "Active learning: An introduction," *ASQ Higher Education Brief,* vol. 2, no. 4, pp. 1-5, 2009.

[200] J. Benegas, M. C. Pérez de Landazábal y J. Otero Eds., "El aprendizaje activo de la física básica universitaria." Santiago de Compostela, España: Andavira Editora, 2013.

[201] M. L. Sein-Echaluce, Á. Fidalgo-Blanco y F. J. García-Peñalvo, "Trabajo en equipo y Flip Teaching para mejorar el aprendizaje activo del alumnado," en *La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017 (4-6 de Octubre de 2017, Zaragoza, España)*, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo-

Blanco y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 610-615, Zaragoza, España: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2017. doi: 10.26754/CINAIC.2017.000001_129.

[202] F. J. García-Peñalvo, H. Alarcón y Á. Domínguez, "Active learning experiences in Engineering Education," *International Journal of Engineering Education,* vol. In Press, 2019.

[203] S. Acharya y W. W. Schilling, "Effective Active Learning Approaches to Teaching Software Verification," en *Proceedings of the 2012 ASEE Annual Conference & Exposition*, EEUU: American Society for Engineering Education, 2012.

[204] D. Gil, J. Carrascosa, C. Furió y J. Martínez-Torregrosa, *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Planteamientos didácticos generales y ejemplos de aplicación en las ciencias físico-químicas* (Cuadernos de Educación, no. 5). Barcelona, España: ICE de la Universidad de Barcelona - Horsori, 1991.

[205] J. Adell, "Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información," *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* no. 7, 1997. doi: 10.21556/edutec.1997.7.

[206] J. Cabero Almenara, "Cambios organizativos y administrativos para la incorporación de las TICs a la formación. Medidas a adoptar," *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* no. 18, 2004. doi: 10.21556/edutec.2004.18.526.

[207] A. Sangrà y M. González Sanmamed, "El profesorado universitario y las TIC: Redefinir roles y competencias," en *La transformación de las universidades a través de las TICs: Discursos y prácticas*, A. Sangrà y M. González Sanmamed, Eds. Educación y Sociedad Red, pp. 73-98, Barcelona, España: UOC, 2004.

[208] P. Perrenoud, *Diez nuevas competencias para enseñar. Invitación al viaje*, 5ª ed. (Biblioteca Aula, no. 196). Barcelona, España: Graó, 2007.

[209] E. Cano, *Cómo mejorar las competencias docentes. Guía para la autoevaluación y el desarrollo de las competencias del profesorado* (Desarrollo personal del profesorado, no. 4). Barcelona, España: Graó, 2005.

[210] M. A. Zabalza, "Ser profesor universitario hoy," *La Cuestión universitaria,* vol. 5, pp. 69-81, 2009.

[211] M. J. Rodríguez-Conde, M. E. Herrera-García, A. B. González-Rogado, S. Nieto-Isidro, F. J. García-Peñalvo y J. P. Hernández-Ramos, "De la Innovación a la Investigación en docencia universitaria (Scholarship of Teaching and Learning, SoTL)," presentado en IX Congreso CiDUI 2016 (5-7 de julio de 2016), Barcelona, España, 2016. Disponible: https://goo.gl/i5yf9B.

[212] A. R. Abadía Valle *et al.*, "Competencias del buen docente universitario. Opinión de los estudiantes," *REDU. Revista de Docencia Universitaria,* vol. 13, no. 2, pp. 363-390, 2015. doi: 10.4995/redu.2015.5453.

[213] I. Torra *et al.*, "Identificación de competencias docentes que orienten el desarrollo de planes de formación dirigidos a profesorado universitario," *REDU. Revista de Docencia Universitaria,* vol. 10, no. 2, pp. 21-56, 2012. doi: 10.4995/redu.2012.6096.

[214] S. Barro Ameneiro, *+ Universidad - Especulación.* Oleiros, A Coruña, España: Netbiblo, S. L., 2013.

[215] M. Palma i Muñoz, "La enseñanza universitaria a debate," *Contrastes: Revista cultural,* no. 40, pp. 124-126, 2005.

[216] M. A. Zabalza, "El Espacio Europeo de Educación Superior: Innovación en la enseñanza universitaria," *Innovación educativa,* no. 18, pp. 69-95, 2008.

[217] Rectores de las Universidades Europeas. (1988). *Carta Magna de la Universidad Europea. Bolonia, a 18 de septiembre de 1988.* Disponible: https://goo.gl/HgmDaW.

[218] European Ministers of Education. (1999). *The European Higher Education Area - Bologna declaration. Bologna on the 19th of June 1999.* Disponible: https://goo.gl/W675Nm.

[219] European Ministers of Education. (2001). *Towards the European Higher Education Area. Communiqué of the meeting of European Ministers in charge of Higher Education in Prague on May 19th 2001.* Disponible: https://goo.gl/miyCpX.

[220] European Ministers Responsible for Higher Education. (2003). *Berlín 2003. Educación Superior Europea. Comunicado de la Conferencia de Ministros responsables de la Educación Superior. Berlín, 19 de Septiembre de 2003.* Disponible: https://goo.gl/Kn5htJ.

[221] European Ministers Responsible for Higher Education. (2005). *El Espacio Europeo de Educación Superior. Alcanzando las metas. Comunicado de la Conferencia de Ministros Europeos responsables de Educación Superior. Bergen, 19-20 de Mayo de 2005.* Disponible: https://goo.gl/CWLCN3.

[222] European Ministers Responsible for Higher Education. (2007). *London Communiqué. Towards the European Higher Education Area: Responding to challenges in a globalised world. London, UK, 18 May 2007.* Disponible: https://goo.gl/6q7a9v.

[223] European Ministers Responsible for Higher Education. (2009). *The Bologna Process 2020 - The European Higher Education Area in the new decade. Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, Leuven and Louvain-la-Neuve, 28-29 April 2009.* Disponible: https://goo.gl/ABJX7x.

[224] European Ministers Responsible for Higher Education. (2010). *Budapest-Vienna Declaration on the European Higher Education Area. March 12, 2010.* Disponible: https://goo.gl/NJ4GYk.

[225] European Ministers Responsible for Higher Education. (2012). *Making the Most of Our Potential: Consolidating the European Higher Education Area. Bucharest Communiqué. Bucharest, on 26 and 27 April 2012.* Disponible: https://goo.gl/XPVyD2.

[226] European Ministers Responsible for Higher Education. (2015). *Yeveran Communiqué.* Disponible: https://goo.gl/dZKo4Y.

[227] M. P. Bermúdez, Á. Castro, J. C. Sierra y G. Buela-Casal, "Análisis descriptivo transnacional de los estudios de doctorado en el EEES," *Revista de Psicodidáctica,* vol. 14, no. 2, pp. 193-210, 2009.

[228] A. M. Lazarte, "España en el Entorno Europeo de Educación Superior," *Estudios sobre Educación,* vol. 8, pp. 145-163, 2005.

[229] G. Haug, "Quality assurance/accreditation in the emerging European Higher Education Area: A possible scenario for the future," *European Journal of Education,* vol. 38, no. 3, pp. 229-240, 2003. doi: 10.1111/1467-3435.00143.

[230] J. Vidal, "Quality Assurance, Legal Reforms and the European Higher Education Area in Spain," *European Journal of Education,* vol. 38, no. 3, pp. 301-313, 2003. doi: 10.1111/1467-3435.00149.

[231] R. Deem y L. Lucas, "Research and teaching cultures in two contrasting UK policy context: Academic life in Educational Departments in five English and Scottish universities," *Higher Education,* vol. 54, no. 1, pp. 115-133, 2007. doi: 10.1007/s10734-006-9010-z.

[232] O. Kivinen y J. Nurmi, "Unifying Higher Education for Different Kinds of Europeans. Higher Education and Work: A comparison of ten countries," *Comparative Education,* vol. 39, no. 1, pp. 83-103, 2003/02/01 2003. doi: 10.1080/03050060302563.

[233] O. Dysthe, "How a reform affects writing in higher education," *Studies in Higher Education,* vol. 32, no. 2, pp. 237-252, 2007/04/01 2007. doi: 10.1080/03075070701267285.

[234] C. Kasworm y L. Hemmingsen, "Preparing professionals for lifelong learning: Comparative examination of master's education programs," *Higher Education,* vol. 54, no. 3, pp. 449-468, 2007. doi: 10.1007/s10734-006-9006-8.

[235] G. Buela-Casal, "La evaluación de la calidad en el proceso de Convergencia Europea," *Revista Mexicana de Psicología,* vol. 22, pp. 306-314, 2005.

[236] G. Buela-Casal y Á. Castro, "Análisis de la evolución de los programas de doctorado con Mención de Calidad en las universidades españolas y pautas para su mejora," *Revista de Investigación en Educación,* no. 5, pp. 49-60, 2008.

[237] J. Gil Roales-Nieto, "Análisis de la movilidad del alumnado en los estudios universitarios de Psicología en España," *International Journal of Psychology and Psychological Therapy,* vol. 7, no. 1, pp. 73-117, 2007.

[238] B. Musi-Lechuga, J. A. Olivas-Ávila y G. Buela-Casal, "Producción científica de los programas de Doctorado en Psicología Clínica y de la Salud de España," *International Journal of Clinical and Health Psychology,* vol. 9, no. 1, pp. 161-173, 2009.

[239] C. Guilarte Martín-Calero, J. M. Marbán Prieto y S. Miranda Castañeda, *Principios básicos para el diseño de guías docentes de asignaturas en el marco del EEES*, Valladolid, España: Universidad de Valladolid, 2008. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/F34zWY.

[240] J. Field, *Lifelong Learning and the New Educational Order*, 2nd ed. London, UK: Trentham Books, 2006.

[241] L. Uden y A. Dix, "Lifelong learning for software engineers," *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning,* vol. 14, no. 1-2, pp. 101-110, 2004. doi: 10.1504/IJCEELL.2004.004578.

[242] F. Sánchez *et al.*, "Competencias Profesionales del Grado en Ingeniería Informática," en *TICAI2008: TICs para a Aprendizagem da Engenharia*, C. Vaz de Carvalho, M. Llamas Nistal y R. Silveira, Eds. pp. 147-154, EEUU: IEEE, 2008.

[243] R. Baran, "Computer science aspects in lifelong learning," en *Proceedings of the 2011 7th International Conference on Next Generation Web Services Practices (NWeSP). (Salamanca, Spain, 19-21 October 2011)* pp. 476-480, EEUU: IEEE, 2011. doi: 10.1109/NWeSP.2011.6088226.

[244] Consejo Europeo. (2000). *Consejo Europeo de Lisboa. Conclusiones de la presidencia. 23 y 24 de marzo de 2000.* Disponible: https://goo.gl/SC6Vxm.

[245] Consejo de Educación. (2001). *Informe del Consejo "Educación" al Consejo Europeo sobre los futuros objetivos precisos de los sistemas de educación y formación.* 5680/01 EDUC 18, Bruselas, Bélgica: Consejo de la Unión Europea. Disponible: https://goo.gl/A1chfE.

[246] Consejo de la Unión Europea. (2002). *Programa de trabajo detallado para el seguimiento de los objetivos concretos de los sistemas de educación y formación en Europa.* Diario Oficial n° C 142 de 14/06/2002. 52002XG0614(01), pp. 1-22. Brusesal, Bélgica: EUR-Lex. Disponible: https://goo.gl/cjcxhf.

[247] Comisión Europea, *Educación y formación en Europa: Sistemas diversos, objetivos compartidos para 2010. Programa de trabajo sobre los futuros objetivos de los sistemas de educación y formación*, Luxemburgo: Oficina de Publicaciones

Oficiales de las Comunidades Europeas, 2002. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/fD8JUy.

[248] F. J. García-Peñalvo, "Estado actual de los sistemas E-Learning," *Education in the Knowledge Society,* vol. 6, no. 2, 2005.

[249] F. J. García-Peñalvo Ed. "Advances in E-Learning: Experiences and methodologies." Hershey, PA, USA: Information Science Reference (formerly Idea Group Reference), 2008.

[250] B. Gros y F. J. García-Peñalvo, "Future trends in the design strategies and technological affordances of e-learning," en *Learning, Design, and Technology. An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy*, M. Spector, B. B. Lockee y M. D. Childress, Eds. pp. 1-23, Switzerland: Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-17727-4_67-1.

[251] Comisión Europea. (2003). *Comunicación de la Comisión - El papel de las universidades en la Europa del conocimiento.* COM/2003/0058 final. 52003DC0058, Bruselas, Bélgica: EUR-Lex. Disponible: https://goo.gl/Ab4bLV.

[252] Comisión Europea/EACEA/Eurydice, *El Espacio Europeo de Educación Superior en 2015: Informe sobre la implantación del Proceso de Bolonia*, Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/zUDrdu. doi: 10.2797/770328.

[253] Gobierno de España. (2001). *Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.* Jefatura de Estado. BOE-A-2001-24515, no. 307, de 24 de diciembre de 2001, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/3bKzfX.

[254] L. Abad Toribio, T. García Martín, R. Magro Andrade y M. Serrano Pérez, "Marcos de referencia del EEES. Aproximación histórica: desde 1923 a 2010," *Tecnologí@ y Desarrollo. Revista de ciencia, tecnología y medio ambiente,* vol. VIII, pp. 4-51, 2010.

[255] R. Pagani, "El crédito europeo y el sistema educativo español," ECTS Counsellors & Diploma Supplement Promoters, Madrid, España, 2002. Disponible en: https://goo.gl/NwDn6x.

[256] Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, "La integracion del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior," Ministerio de Educación Cultura y Deporte, Madrid, España, Documento Marco, 2003. Disponible en: https://goo.gl/dr2L2s.

[257] Gobierno de España. (2008). *Real Decreto 1837/2008, de 8 de noviembre, por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, y la Directiva 2006/100/CE, del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativas al reconocimiento de cualificaciones profesionales, así como a determinados aspectos del ejercicio de la profesión de abogado.* Ministerio de Presidencia. BOE-A-2008-18702, no. 280, de 20 de noviembre de 2008, sección I. Disposiciones generales, pp. 46185-46320. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/uVo4mZ.

[258] Gobierno de España. (2017). *Real Decreto 581/2017, de 9 de junio, por el que se incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2013/55/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, por la que se modifica la Directiva 2005/36/CE relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales y el Reglamento (UE) n.º 1024/2012 relativo a la cooperación administrativa a través del Sistema de Información del Mercado Interior (Reglamento IMI).* Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales. BOE-A-2017-6586, no. 138, de 10 de junio de 2017, sección I.

Disposiciones generales, pp. 48159-48319. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/CxPHoH.

[259] CCII, CODDII, RITSI y CONCITI. (2017, 15 de junio de 2017). El Gobierno da los primeros pasos para la equiparación profesional de la Ingeniería en Informática y la Ingeniería Técnica en Informática respecto al resto de ingenierías. Disponible en: https://goo.gl/ZeK1JD.

[260] J. P. Peñarrubia, "CCII," *Aenor,* no. 328, p. 57, 2017.

[261] A. Embid Irujo y F. Michavila, *Hacia una nueva Universidad. Apuntes para un debate* (Ventana abierta). Madrid, España: Tecnos, 2001.

[262] Gobierno de España. (1983). *Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria.* Jefatura de Estado. BOE-A-1983-23432, no. 209, de 1 de septiembre de 1983, sección I. Disposiciones generales, pp. 24034-24042. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/pWr1Z9.

[263] A. Embid Irujo y F. Gurrea Casamayor, *Legislación Universitaria. Normativa general y autonómica*, 11ª ed. Madrid, España: Tecnos, 2008.

[264] J. R. Chaves García, *La Universidad Pública al derecho y al revés. Guía esencial del profesor a las puertas de la reforma universitaria*. Madrid, España: Oficina de Cooperación Universitaria, 2001.

[265] Gobierno de España. (2007). *Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.* Jefatura de Estado. BOE-A-2007-7786, no. 89, de 13 de abril de 2007, sección I. Disposiciones generales, pp. 16241-16260. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/ZDqv1W.

[266] Gobierno de España. (2007). *Real Decreto 1312/2007, de 5 de octubre, por el que se establece la acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2007-17492, no. 240, de 6 de octubre de 2007, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/tg21oY.

[267] Gobierno de España. (2007). *Real Decreto 1313/2007, de 5 de octubre, por el que se regula el régimen de los concursos de acceso a cuerpos docentes universitarios.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2007-17582, no. 241, de 8 de octubre de 2007, sección I. Disposiciones generales, pp. 40758-40761. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/ZhSb4W.

[268] Gobierno de España. (2014). *Real Decreto 412/2014, de 6 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado.* Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2014-6008, no. 138, de 7 de junio de 2014, sección I. Disposiciones generales, pp. 43307-43323. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/gtVxF1.

[269] Gobierno de España. (1999). *Real Decreto 1640/1999, de 22 de octubre, por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios.* Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-1999-20941, no. 257, de 27 de octubre de 1999, sección I. Disposiciones generales, pp. 37539-37542. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/9dHzHC.

[270] Gobierno de España. (2000). *Real Decreto 990/2000, de 2 de junio, por el que se modifica y completa el Real Decreto 1640/1999, de 22 de octubre, por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios.* Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2000-10339, no. 133, de 3 de junio de 2000, sección I. Disposiciones generales, pp. 19608-19609. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/nyFPhe.

[271] Gobierno de España. (2002). *Real Decreto 1025/2002, de 4 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1640/1999, de 22 de octubre, modificado y completado por el Real Decreto 990/2000, de 2 de junio, por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios.* Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2002-20379, no. 253, de 22 de octubre de 2002, sección I. Disposiciones generales, pp. 37026-37027. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/54F8R6.

[272] Gobierno de España. (2000). *Real Decreto 69/2000, de 21 de enero, por el que se regulan los procedimientos de selección para el ingreso en los centros universitarios de los estudiantes que reúnan los requisitos legales necesarios para el acceso a la universidad.* Ministerio de Educación. BOE-A-2000-1350, no. 19, de 22 de enero de 2000, sección I. Disposiciones generales, pp. 2980-2987. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/EaN9KY.

[273] Gobierno de España. (2004). *Real Decreto 1742/2003, de 19 de diciembre, por el que se establece la normativa básica para el acceso a los estudios universitarios de carácter oficial.* Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2004-1302, no. 19, de 22 de enero de 2004, sección I. Disposiciones generales, pp. 2663-2667. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/coZMPS.

[274] Gobierno de España. (2008). *Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas.* Ministerio de la Presidencia. BOE-A-2008-18947, no. 283, de 24 de noviembre de 2008, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/pnDgYK.

[275] Gobierno de España. (2009). *Orden EDU/1434/2009, de 29 de mayo, por la que se actualizan los anexos del Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas.* Ministerio de Educación. BOE-A-2009-9247, no. 135, de 4 de junio de 2009, sección I. Disposiciones generales, pp. 47281-47285. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/Yu195t.

[276] Gobierno de España. (2008). *Resolución de 14 de marzo de 2008, de la Secretaría de Estado de Universidades e investigación, por la que se dictan instrucciones para el acceso a la universidad española, en el próximo curso 2008-2009, de los alumnos procedentes de sistemas educativos a los que es de aplicación el artículo 38.5 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2008-5414, no. 70, de 21 de marzo de 2008, sección I. Disposiciones generales, pp. 16780-16783. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/R952sS.

[277] Gobierno de España. (2009). *Resolución de 30 de marzo de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se dictan instrucciones para el acceso a la Universidad española, en el próximo curso 2009-2010, de los alumnos procedentes de sistemas educativos a los que es de aplicación el artículo 38.5 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2009-6649, no. 98, de 22 de abril de 2009, sección I. Disposiciones generales, pp. 36210-36217. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/euMsjH.

[278] Gobierno de España. (2011). *Orden EDU/1247/2011, de 12 de mayo, por la que se modifica la Orden EDU/1434/2009, de 29 de mayo, por la que se actualizan los*

Anexos del Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas. Ministerio de Educación. BOE-A-2011-8561, no. 117, de 17 de mayo de 2011, sección I. Disposiciones generales, pp. 49668-49669. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/gs61AN.

[279] Gobierno de España. (2007). *Orden ECI/2514/2007, de 13 de agosto, sobre expedición de títulos universitarios oficiales de Máster y Doctor*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-2007-15674, no. 200, de 21 de agosto de 2007, sección I. Disposiciones generales, pp. 1-28. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/JjCimR.

[280] Gobierno de España. (2008). *Real Decreto 1509/2008, de 12 de septiembre, por el que se regula el Registro de Universidades, Centros y Títulos*. Ministerio de Ciencia e Innovación. BOE-A-2008-15464, no. 232, de 25 de septiembre de 2008, sección I. Disposiciones generales, pp. 38854-38857. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/xC6qcH.

[281] Gobierno de España. (2011). *Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado*. Ministerio de Educación. BOE-A-2011-2541, no. 35, de 10 de febrero de 2011, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/imEsz6.

[282] Gobierno de España. (2015). *Real Decreto 43/2015, de 2 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, y el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-943, no. 29, de 3 de febrero de 2015, sección I. Disposiciones generales, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/XXwj5G.

[283] L. Espada Recarey, "¿Hacia dónde va la Universidad? Pinceladas," *Revista Universidad, Ética y Derechos,* vol. 2015, 2015. doi: 10.25267/Rueda.2015.04.

[284] Comisión Europea/EACEA/Eurydice, Eurostat y Eurostudent, *El Espacio Europeo de Educación Superior en 2012: Informe sobre la implantación del Proceso de Bolonia*, Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2012. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/JroNnS. doi: 10.2797/82333.

[285] Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2005). *Directiva 2005/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales. (Texto pertinente a efectos del EEE)*. 32005L0036, Bruselas, Bélgica: EUR-Lex. Disponible: https://goo.gl/LjM9ae.

[286] Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2013). *Directiva 2013/55/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, por la que se modifica la Directiva 2005/36/CE relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales y el Reglamento (UE) no 1024/2012 relativo a la cooperación administrativa a través del Sistema de Información del Mercado Interior («Reglamento IMI»). (Texto pertinente a efectos del EEE)*. 32013L0055, Bruselas, Bélgica: EUR-Lex. Disponible: https://goo.gl/WCXyzb.

[287] Á. Cobo Ortega, "Análisis sobre las implicaciones de la nueva estructura de las titulaciones oficiales: El esquema "3+2"," *Revista Universidad, Ética y Derechos,* vol. 2015, 2015. doi: 10.25267/Rueda.2015.10.

[288] Consejo de Estado. (2015). *Número de expediente: 1146/2014 (EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE). Proyecto de real decreto por el que se modifica el Real*

Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. CE-D-2014-1146, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/nbCbiv.

[289] Crue Universidades Españolas. (2015). *Comunicado Asamblea Crue 3+2*. Madrid: Crue Universidades Españolas. Disponible: https://goo.gl/haXJXz.

[290] Comisión Académica Sectorial de Universidades Españolas. (2014). *Informe aprobado por la sectorial CASUE sobre la estructura 3+2 en los estudios de Grado y Máster. 8 de julio de 2014*. Disponible: https://goo.gl/4aYqE6.

[291] Gobierno de España. (2017). *Anuario de indicadores universitarios. Año 2017*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid, España: Sistema Integrado de Información Universitaria. Disponible: https://goo.gl/n6xkiE.

[292] Junta de Castilla y León. (1995). *Decreto 233/1995, de 16 de noviembre, por el que se crean o transforman centros y se autorizan enseñanzas en las Universidades de León, Salamanca y Valladolid*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 223, de 21 de noviembre de 1995, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/EgUSZJ.

[293] Junta de Castilla y León. (2014). *Orden EDU/1006/2014, de 21 de noviembre, por la que se regula el reconocimiento de Unidad de Investigación Consolidada de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 231, de 1 de diciembre de 2014, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 80926-80933. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/Vr1sNJ.

[294] Junta de Castilla y León. (1996). *Decreto 141/1996, de 23 de mayo, por el que se crean, transforman y adscriben Centros y se autorizan estudios en las Universidades de Burgos, León y Valladolid*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 100, de 27 de mayo de 1996, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/5wpC4Z.

[295] Junta de Castilla y León. (1996). *Decreto 226/1996, de 26 de septiembre, por el que se autorizan estudios y se crean, transforman o cambian de denominación Centros en las Universidades de Valladolid, León y Burgos*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 190, de 1 de octubre de 1996, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/BWqaxf.

[296] Junta de Castilla y León. (1997). *Decreto 19/1997, de 6 de febrero, por el que se autorizan estudios y se transforman Centros en las Universidades de Salamanca, León y Burgos*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 29, de 12 de febrero de 1997, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/PcH5tY.

[297] Junta de Castilla y León. (1997). *Decreto 180/1997, de 26 de septiembre, por el que se autorizan estudios y se crean, transforman y cambian de denominación Centros en las Universidades de Salamanca,*

Valladolid, León y Burgos. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 186, de 29 de septiembre de 1997, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/csFfzU.

[298] Junta de Castilla y León. (2013). *Decreto 65/2013, de 3 de octubre, por el que se regula la creación, modificación y supresión de Escuelas de Doctorado en*

Universidades de Castilla y León. Consejería de Educación. BOCYL, no. 193, de 7 de octubre de 2013, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 66003-66006. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/MwrXrQ.

[299] Junta de Castilla y León. (2010). *Ley 12/2010, de 28 de octubre, por la que se modifica la Ley 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León*. Presidencia. BOCYL, no. 217, de 10 de noviembre de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 83659-83674. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/8bQDHV.

[300] Gobierno de España. (2010). *Ley 12/2010, de 28 de octubre, por la que se modifica la Ley 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León*. Comunidad de Castilla y León. BOE-A-2010-17982, no. 283, de 23 de noviembre de 2010, sección I. Disposiciones generales, pp. 97494-97505. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/tjssnr.

[301] Junta de Castilla y León. (2003). *Ley 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León*. Presidencia. BOCYL, no. 65 (Suplemento), de 4 de abril de 2003, sección II. Disposiciones generales, pp. 18-25. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/baoNZi.

[302] Gobierno de España. (2003). *Ley 3/2003, de 28 de marzo, de Universidades de Castilla y León*. Comunidad de Castilla y León. BOE-A-2003-8336, no. 97, de 23 de abril de 2003, sección I. Disposiciones generales, pp. 15783-15792. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/hNsQgZ.

[303] Junta de Castilla y León. (2014). *Resolución de 8 de abril de 2014, del Rectorado de la Universidad de Valladolid, por la que se acuerda la publicación del procedimiento para la solicitud de adaptaciones en las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado en las Universidades Públicas de Castilla y León para estudiantes de Bachillerato o Ciclos Formativos de Grado Superior que presentan necesidades educativas especiales u otras debidamente justificadas*. Universidad de Valladolid. BOCYL, no. 76, de 22 de abril de 2014, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 28342-28351. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/ZTb3bZ.

[304] Junta de Castilla y León. (2014). *Orden EDU/213/2014, de 27 de marzo, por la que se desarrolla el Decreto 64/2013, de 3 de octubre, de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de Grado y Máster en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 66, de 4 de abril de 2014, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 21443-21454. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/qCmKr9.

[305] Junta de Castilla y León. (2013). *Decreto 67/2013, de 17 de octubre, por el que se desarrolla la regulación del régimen del personal docente e investigador contratado en las Universidades Públicas de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 203, de 21 de octubre de 2013, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 67991-67996. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/JxVN17.

[306] Junta de Castilla y León. (2013). *Decreto 64/2013, de 3 de octubre, de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de grado y máster en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 193, de 7

de octubre de 2013, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 65994-66002. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/mnXtDd.

[307] Junta de Castilla y León. (2012). *Orden EDU/411/2012, de 8 de junio, por la que se regula el procedimiento por el que las Universidades de Castilla y León pueden obtener autorización para la impartición de la formación equivalente a la formación pedagógica y didáctica exigida para aquellas personas que, estando en posesión de una titulación declarada equivalente a efectos de docencia, no pueden realizar los estudios de máster*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 115, de 18 de junio de 2012, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 40128-40138. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/duHvVR.

[308] Junta de Castilla y León. (2010). *Orden EDU/419/2010, de 29 de marzo, por la que se determinan los porcentajes de plazas a reservar a determinados grupos de estudiantes en el procedimiento de admisión a la Universidad*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 67, de 9 de abril de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 31257-31259. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/KcrJi1.

[309] Junta de Castilla y León. (2011). *Orden EDU/273/2011, de 15 de marzo, por la que se modifica la Orden EDU/2017/2009, de 15 de octubre, por la que se crea la comisión organizadora de las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado, y se regulan ciertos aspectos para el desarrollo de dichas pruebas*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 58, de 24 de marzo de 2011, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 21008-21012. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/txvGmY.

[310] Junta de Castilla y León. (2010). *Corrección de errores de la Orden EDU/2017/2009, de 15 de octubre, por la que se crea la comisión organizadora de las pruebas de acceso a enseñanzas universitarias oficiales de grado, y se regulan ciertos aspectos para el desarrollo de dichas pruebas*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 41, de 2 de marzo de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, p. 17339. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/7gM5QF.

[311] Junta de Castilla y León. (2009). *Orden EDU/2017/2009, de 15 de octubre, por la que se crea la comisión organizadora de las pruebas de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado, y se regulan ciertos aspectos para el desarrollo de dichas pruebas*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 207, de 28 de octubre de 2009, sección II. Disposiciones generales, pp. 31297-31301. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/eLyShs.

[312] Junta de Castilla y León. (1997). *Decreto 104/1997, de 8 de mayo, por el que se implanta el distrito único universitario de Castilla y León y se crea su Comisión coordinadora*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 88, de 12 de mayo de 1997, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/UFbEc2.

[313] Junta de Castilla y León. (1987). *Decreto 97/1987, de 24 de abril, por el que se establecen criterios reguladores de las convocatorias de ayuda a la investigación, proyectos y programas de investigación científica y técnica, formación de investigadores y becas*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 60, de 5 de mayo de 1987, sección II. Disposiciones generales, Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/Md4tRz.

[314] Junta de Castilla y León. (2013). *Orden EDU/995/2013, de 26 de noviembre, por la que se desarrolla el Decreto 65/2013, de 3 de octubre, por el que se regula la creación, modificación y supresión de Escuelas de Doctorado en Universidades de Castilla y León*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 235, de 5 de diciembre de 2013, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 79452-79460. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/2w2GHV.

[315] Junta de Castilla y León. (2009). *Acuerdo 109/2009, de 24 de septiembre, de la Junta de Castilla y León, por el que se autoriza la implantación de Enseñanzas Universitarias oficiales en la Universidad de Valladolid*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 188, de 30 de septiembre de 2009, sección IV. Otras disposiciones y acuerdos, p. 28981. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/fkdpfU.

[316] L. E. Rodríguez-San Pedro Bezares Ed. "Historia de la Universidad de Salamanca. Volumen I: Trayectoria historia e instituciones vinculadas." Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2002.

[317] Unidad de Evaluación de la Calidad, *Propuestas para la mejora del posicionamiento de la Universidad de Salamanca en los rankings de las universidades*, Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/Hq9eME.

[318] Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico – Unidad de Evaluación de la Calidad, *Posicionamiento de la Universidad de Salamanca en los Rankings Universitarios más relevantes publicados en 2017*, Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/zV7zsU.

[319] World Heritage Encyclopedia. (2016). *List of oldest universities in continuos operation*. Disponible en: https://goo.gl/PKXKoQ.

[320] Europa Press. (2015, 15/06/2015). Las 10 universidades más antiguas del mundo. Disponible en: https://goo.gl/b1hsC2.

[321] L. E. Rodríquez-San Pedro Bezares, "La Universidad de Salamanca, Evolución y Declive de un Modelo Clásico," *Studia Histórica. Historia Moderna*, vol. IX, pp. 9-21, 1991.

[322] L. E. Rodríquez-San Pedro, "Universidades en Castilla y León," en *Historia de una cultura: Castilla y León*, vol. IV, A. García Simón y J. Ortega Valcárcel, Eds. pp. 403-423, Valladolid, España: Junta de Castilla y León, Conserjería de Educación y Cultura, 1996.

[323] Universidad de Salamanca. (2016). *Historia*. Disponible en: https://goo.gl/Cq1DfU.

[324] *Las Siete Partidas. Edición facsimilar de la edición de 1491, con glosas de Alonso Díaz de Montalvo*. Madrid, España: Lex Nova, 1989.

[325] A. Zacuto, *Almanaque perpetuo de Abraham Zacuto (Venecia 1502)*. Valladolid, España: Instituto Interuniversitario de Estudios de Iberoamérica y Portugal, 2004.

[326] J. Juaristi, *Miguel de Unamuno*. Madrid, España: Taurus, 2012.

[327] C. Rabaté y J. C. Rabaté, *Miguel de Unamuno. Biografía*. Madrid, España: Taurus, 2009.

[328] Gobierno de España. (1970). *Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa*. Jefatura de Estado. BOE-A-1970-852, no. 187, de 6 de agosto de 1970, sección I. Disposiciones generales, pp. 12525-12546. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/JQdST9.

[329] Junta de Castilla y León. (2003). *Acuerdo 19/2003, de 30 de enero, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueban los Estatutos de la Universidad de Salamanca*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 22, de 3 de febrero de 2003, sección IV. Otras disposiciones y acuerdos, pp. 1843-1867. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/bNJkyP.

[330] Universidad de Salamanca. (2011). *Estatutos de la Universidad de Salamanca*. Secretaría General. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/CNDsFv.

[331] Junta de Castilla y León. (2011). *Acuerdo 38/2011, de 5 de mayo, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba la modificación de los Estatutos de la Universidad de Salamanca*. Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 90, de 11 de mayo de 2011, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 36194-36219. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/yqgvw9.

[332] Universidad de Salamanca. (2013). *Normativa de uso de los Sistemas de Información de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/JyGqFw.

[333] Universidad de Salamanca. (2009). *Reglamento de evaluación de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/5tdCfX.

[334] Universidad de Salamanca. (2017). *Procedimientos de matrícula en titulaciones oficiales de Grado y Máster – Curso 2017-2018*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/JmHNwV.

[335] Junta de Castilla y León. (2015). *Resolución de 15 de enero de 2015, del Rectorado de la Universidad de Salamanca, por la que se publican la Normas de Permanencia de la Universidad de Salamanca*. Universidad de Salamanca. BOCYL, no. 15, de 23 de enero de 2015, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección A. Disposiciones generales, pp. 5296-5298. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/bhtGYn.

[336] Universidad de Salamanca. (2014). *Reglamento del Tribunal de compensación en las titulaciones de Grado, Máster y Títulos Propios de la Universidad de Salamanca*. Vicerrectorado de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/fGHJ2Y.

[337] Universidad de Salamanca. (2014). *Procedimiento para la obtención de menciones vinculadas a títulos de Grado y de especialidades vinculadas a Másteres Universitarios en la Universidad de Salamanca*. Vicerrectorado de Docencia, Comisión de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/DY5CEG.

[338] Universidad de Salamanca. (2005). *Normas de permanencia de los alumnos en la Universidad de Salamanca*. Consejo Social. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/gKa8VR.

[339] Gobierno de España. (2003). *Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2003-17310, no. 218, de 11 de septiembre de 2003, sección I. Disposiciones generales, pp. 33848-33853. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/xyXLef.

[340] Gobierno de España. (2014). *Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2014-8138, no. 184, de 30 de julio de 2014, sección I. Disposiciones generales, pp. 60502-60511. Madrid,

España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/m8EVZu.

[341] Gobierno de España. (2011). *Real Decreto 1618/2011, de 14 de noviembre, sobre reconocimiento de estudios en el ámbito de la Educación Superior*. Ministerio de Educación. BOE-A-2011-19597, no. 302, de 16 de diciembre de 2011, sección I. Disposiciones generales, pp. 137575-137588. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/4BXDxb.

[342] Universidad de Salamanca. (2016). *Normativa sobre reconocimiento y transferencia de créditos en la Universidad de Salamanca*. Vicerrectorado de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/zodbZ9.

[343] Universidad de Salamanca. (2016). *Catálogo de actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación por las que se reconocen créditos ECTS en titulaciones de grado*. Vicerrectorado de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/47Rxxt.

[344] Universidad de Salamanca. (2015). *Reconocimiento de créditos por actividades universitarias vinculadas a la formación lingüística*. Vicerrectorado de Docencia, Comisión de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/fdsYp2.

[345] Universidad de Salamanca. (2015). *Reglamento de Doctorado de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/FL1Ygm.

[346] Universidad de Salamanca. (2014). *Normativa de Movilidad Académica Internacional de Estudiantes de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/Waufbf.

[347] Universidad de Salamanca. (2010). *Directrices para la coordinación de titulaciones en la Universidad de Salamanca*. Vicerrectorado de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/eJCX67.

[348] Universidad de Salamanca. (2011). *Documento de Bases para la Armonización del Mapa de Titulaciones de la Universidad de Salamanca: Líneas estratégicas, protocolos y directrices para la elaboración de propuestas de títulos oficiales de Grado, Máster y Doctorado*. Vicerrectorado de Docencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/xUjUVm.

[349] Universidad de Salamanca. (2004). *Principios normativos para la igualdad de oportunidades, acción positiva y no discriminación de las personas con discapacidad en la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/pK43oU.

[350] Universidad de Salamanca. (2017). *Reglamento de Institutos Universitarios de investigación, Centros propios, Grupos de investigación y Unidades de Excelencia*. Vicerrectorado de Investigación y Transferencia, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/Cdh3JZ.

[351] Gobierno de España. (2002). *Real Decreto 1052/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el procedimiento para la obtención de la evaluación de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, y de su certificación, a los efectos de contratación de personal docente e investigador universitario*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2002-19804, no. 245, de 12

de octubre de 2002, sección I. Disposiciones generales, pp. 36095-36096. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https:/goo.gl/RtJfQK.

[352] Universidad de Salamanca. (2016). *Programa Docentia – USAL. Manual de evaluación de la actividad docente del profesorado de la Universidad de Salamanca – Convocatoria 2016-2017*. Unidad de Evaluación de la Calidad, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/venrc9.

[353] Universidad de Salamanca. (2005). *Reglamento del Defensor del Universitario de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/CGVcjY.

[354] Universidad de Salamanca. (2005). *Reglamento de la Unidad de Igualdad*. Claustro Universitario. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/dYsmhN.

[355] Universidad de Salamanca. (2011). *Reglamento de uso de las Bibliotecas de la Universidad de Salamanca*. Vicerrectorado de Investigación, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/izsXLS.

[356] Universidad de Salamanca. (2012). *Normativa de uso del correo electrónico de la Universidad de Salamanca*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/UbQemf.

[357] Universidad de Salamanca. (2017). *Estadísticas e indicadores generales. Curso 2016-2017*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad). Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/zttSyC.

[358] Universidad de Salamanca. (2017). *Datos Censo Electoral*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/rmrurt.

[359] Universidad de Salamanca. (2004). *Reglamento de régimen interno de la Facultad de Ciencias*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/WwAHiR.

[360] Universidad de Salamanca. (2018). *Matrícula en titulaciones de grado y primer y segundo ciclo*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/JFLk6m.

[361] Universidad de Salamanca. (2018). *Matrícula en titulaciones de másteres oficiales*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/oHKpUa.

[362] Universidad de Salamanca. (2018). *Matrícula en titulaciones de doctorado*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/aP5RQW.

[363] Universidad de Salamanca. (2017). *Evolución de estudiantes matriculados en titulaciones de grado y primer y segundo ciclo*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad). Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/iyRYFF.

[364] Universidad de Salamanca. (2017). *Evolución de estudiantes matriculados en titulaciones de máster oficial*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico (Unidad de Evaluación de la Calidad). Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/mjcuJT.

[365] Universidad de Salamanca, *Guía Académica de la Universidad de Salamanca 2001/2002*. Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2001.

[366] Universidad de Salamanca. (2004). *Reglamento de régimen interno del Departamento de Informática y Automática*. Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.

[367] A. Puy Rodríguez, C. Cabello Valdés, C. Martín Godín, O. Ruiz Galán y L. V. Bonora Eve, *Científicas en cifras 2015. Estadísticas e indicadores de la (des)igualdad de género en la formación y profesión científica*, Madrid, España: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2016. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/R4eKcc.

[368] Instituto Nacional de Estadística. (2017). *Estadística sobre actividades de I+D*. Disponible en: https://goo.gl/BASf9f.

[369] Instituto Nacional de Estadística. (2017). Estadística sobre Actividades en I+D. Año 2016. Resultados definitivos. Disponible en: https://goo.gl/GioRVv.

[370] Fundación Cotec para la Innovación, *Informe Cotec 2017*, Madrid, España: Fundación Cotec para la Innovación, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/2PnR2v.

[371] F. Pétriz Calvo, "La reforma universitaria: Reflexiones de un exrector," en *La reforma de la universidad española*, T. Prieto Álvarez, Ed., Cizur-Menor, España: Aranzadi, 2015.

[372] Á. J. Lázaro Martínez y V. Álvarez Rojo Eds., "Calidad de las universidades y orientación universitaria." Málaga, España: Aljibe, 2002.

[373] F. Michavila, *Para ser una universidad de excelencia no basta con desearlo*, Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid, 2010. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/ALboQF.

[374] Universidad de Salamanca. (2016). *Encuesta de satisfacción del personal de la Universidad de Salamanca. Clima Laboral. Personal Docente e Investigador. Informe de Resultados. Curso 2015/2016*. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/e5vKih.

[375] F. Michavila y J. Martínez Eds., "La profesión de profesor de universidad." Madrid, España: Dirección General de Universidades, 2004.

[376] A. Arias Rodríguez, "La gerencia de la universidad pública española. Aspectos financieros y áreas de riesgo en la actividad docente e investigadora," PhD, Programa de Doctorado en Estado de Derecho y Gobernanza Global, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2015. Disponible en: https://goo.gl/K1VF6j.

[377] Universidad de Salamanca. (2016). *Plan de Organización de la Actividad Académica del PDI de la Universidad de Salamanca (Modelo de Plantilla)*. Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado, Consejo de Gobierno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/vXjqmd.

[378] Gobierno de España. (1985). *Real Decreto 898/1985, de 30 de abril, sobre régimen del profesorado universitario*. Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1985-11578, no. 146, de 19 de junio de 1985, sección I. Disposiciones generales, pp. 18927-18930. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/tRurGU.

[379] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. (2017). *Orientaciones generales para la aplicación de los criterios acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios*. Madrid, España: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Disponible: https://goo.gl/Ng4DX6.

[380] Gobierno de España. (2015). *Real Decreto 415/2015, de 29 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1312/2007, de 5 de octubre, por el que se establece la acreditación nacional para el acceso a los cuerpos docentes universitarios.* Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-6705, no. 144, de 17 de junio de 2015, sección I. Disposiciones generales, pp. 50319-50337. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/VR7FkU.

[381] L. González Rodero, "Modelos de blended learning en la Universidad de Salamanca: Experiencias de formación prácticas con Eudored y BlackBoard," en *I Congreso Regional. El Reto de la Teleformación en Castilla y León*, Auditorio Calatrava - Salamanca. España, 2004

[382] Junta de Castilla y León. (2005). *Orden EDU/1856/2005, de 29 de noviembre, por la que se resuelve la convocatoria de ayudas para la elaboración y desarrollo de proyectos relacionados con la convergencia europea de la enseñanza en las Universidades de Castilla y León.* Consejería de Educación. BOCYL, no. 232, de 1 de diciembre de 2005, sección IV. Otras disposiciones y acuerdos, pp. 20794-20801. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/13qYWp.

[383] F. Fernández González, F. J. García-Peñalvo, F. Álvarez Lobato, E. Gómez González y J. M. Mateos Roco, "Memoria final del proyecto US07/05. Plataformas e-learning como soporte a la actividad docente de Grado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2006. Disponible en: https://goo.gl/oqCwRF.

[384] F. J. García Peñalvo Ed. "Los Estudios de Ingeniería Informática en el Espacio Europeo de Educación Superior. Contexto y Realidad en la Comunidad Autónoma de Castilla y León," Colección Aquilafuente 101. Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2006.

[385] Grupo EICE, *Libro Blanco. Título de Grado en Ingeniería Informática*, Madrid, España: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2005. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/KuDyRL.

[386] J. Casanovas, J. M. Colom, I. Morlán, A. Pont y M. Ribera Sancho, "El Libro Blanco de la Ingeniería en Informática: El proyecto EICE," en *Actas de las X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informátiva, JENUI 2004 (Alicante, 14-16 de julio de 2004)* pp. 13-17: AENUI, 2004.

[387] Junta de Castilla y León. (2007). *Resolución de 29 de marzo de 2007, de la Universidad de Salamanca, por la que se procede a publicar la delegación de funciones en diversos órganos de gobierno unipersonales de esta Universidad.* Universidad de Salamanca. BOCYL, no. 76, de 19 de abril de 2007, sección IV. Otras disposiciones y acuerdos, pp. 8588-8590. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/viSLDJ.

[388] F. J. García-Peñalvo, "Gestión del conocimiento digital," presentado en Máster Internacional de Gestión Universitaria (MIGU). 6ª Edición (Edición Latinoamericana) (12 de julio de 2012), Salamanca, España, 2012. Disponible: https://goo.gl/bLp2pA.

[389] Gobierno de España. (2007). *Ley 56/2007, de 28 de diciembre, de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información.* Jefatura del Estado. BOE-A-2007-22440, no. 312, de 29 de diciembre de 2007, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/xveEzD.

[390] Gobierno de España. (2015). *Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.* Jefatura de Estado.

BOE-A-2015-10565, no. 236, de 2 de octubre de 2015, sección I. Disposiciones generales, pp. 89343-89410. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/grozVu.

[391] Gobierno de España. (2007). *Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos*. Jefatura del Estado. BOE-A-2007-12352, no. 150, de 23 de junio de 2007, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/rfiaLd.

[392] R. Rivero Ortega, "Simplificación administrativa y administración electrónica: objetivos pendientes en la transposición de la Directiva de servicios," *Revista Catalana de Dret Públic*, no. 42, pp. 115-139, 2011.

[393] J. Gómez, *UNIVERSITIC 2016. Análisis de las TIC en las Universidades Españolas*, Madrid: Crue Universidades Españolas, 2016. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/ctJLJC.

[394] F. J. García-Peñalvo, "Repositorios del futuro," presentado en Ecosistemas del Conocimiento Abierto (ECA 2017), Salamanca, España, 25-27 de octubre de 2017, 2017.

[395] F. J. García-Peñalvo, "The Future of Institutional Repositories," *Education in the Knowledge Society*, vol. 18, no. 4, pp. 7-19, 2017. doi: 10.14201/eks2017184719.

[396] L. I. González-Pérez, L. D. Glasserman Morales, M. S. Ramírez-Montoya y F. J. García-Peñalvo, "Repositorios como soportes para diseminar experiencias de innovación educativa," en *Innovación Educativa. Investigación, formación, vinculación y visibilidad*, M. S. Ramírez-Montoya y J. R. Valenzuela González, Eds. pp. 259-272, Madrid, España: Síntesis, 2017.

[397] F. J. García-Peñalvo, "Un nuevo paradigma de universidad: La universidad digital," presentado en III Congreso Internacional, Software libre y Web 2.0 Educación y Formación Universidad del País Vasco, Campus de Leioa (Vizcaya),, 2008. Disponible: https://goo.gl/cyFk2k.

[398] J. Laviña Orueta y L. Mengual Pavón Eds., "Libro Blanco de la Universidad Digital 2010." Barcelona, España: Ariel, 2008.

[399] M. Piattini Velthuis y L. Mengual Pavón, "Universidad Digital 2010," en *Libro Blanco de la Universidad Digital 2010*, J. Laviña Orueta y L. Mengual Pavón, Eds. pp. 5-27, Barcelona: Ariel, 2008.

[400] M. Piattini Velthuis, F. J. García-Peñalvo y J. Laviña Orueta, "Libro Blanco UD 2010," en *Actas del X Simposio Internacional de Informática Educativa - SIIE'08 (Salamanca, España, 1-3 de Octubre de 2008)*, J. Á. Velázquez Iturbide, F. J. García-Peñalvo y A. B. Gil González, Eds. Colección Aquilafuente, no. 141, Salamanca, Spain: Ediciones Universidad de Salamanca, 2008.

[401] F. J. García-Peñalvo y S. Rivera, M., "Digital University 2010," en *EUNIS 2009. IT: Key of the European Space of Knowledge. (Santiago de Compostela, Spain, June 23rd - 26th, 2009)*, J. R. Canay, J. Franco y P. J. Rey, Eds. p. 32, Santiago de Compostela, Spain: Universidade de Santiago de Compostela Publicacións, 2009.

[402] F. J. García-Peñalvo. (2008). *Proyecto Universidad Digital*. Vicerrectorado de Innovación Tecnológica. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.

[403] T. O'Reilly, "What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software," *Communications & Strategies*, vol. 1, no. 65, pp. 17-37, 2007.

[404] F. J. García-Peñalvo. (2009). *Plan Estratégico sobre Tecnologías en la Universidad de Salamanca*. Vicerrectorado de Innovación Tecnológica - Documento Interno. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.

[405] F. J. García-Peñalvo, "Presentación de la Universidad de Salamanca Virtual," presentado en II Jornadas de e-learning en las Administraciones Públicas (1 y 2 de julio de 2008), Salamanca, España, 2008. Disponible: https://goo.gl/DAseHk.

[406] F. J. García-Peñalvo, "La Tecnología en la Universidad de Salamanca," presentado en Campamento de Verano Tecnología y Universidad: La ciencia en nuestras manos (6-17 de julio de 2009), Salamanca, España, 2009. Disponible: https://goo.gl/gWbuk4.

[407] A. M. Seoane-Pardo, "Formalización de un modelo de formación online basado en el factor humano y la presencia docente mediante un lenguaje de patrón," PhD, Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento, Universidad de Salamanca, Salamanca, Spain, 2014. Disponible en: https://goo.gl/sNrkHu.

[408] F. J. García-Peñalvo, "Estrategias y objetivos de eLearning en las universidades españolas," presentado en Online Educa Madrid 2007: actas de la 7ª Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en Tecnologías: punto de encuentro entre Europa y Latinoamerica: (7-9 de mayo de 2007), Madrid, España, 2007. Disponible: https://goo.gl/uggEUa.

[409] F. J. García-Peñalvo. (2008). *Presentación del nuevo Campus Virtual Studium*. Vicerrectorado de Innovación Tecnológica. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/Q8kWDt.

[410] F. J. García-Peñalvo, "Proyecto SCOPEO. Observatorio de la actividad, la innovación y las tendencias en la Formación en Red," presentado en Mesa sobre Innovación en Formación Pública dentro del Salón Admira 2009. Salón de productos y servicios para la innovación y modernización de las Administraciones Públicas, 28-30 de mayo de 2009, Valladolid España, 2009. Disponible: https://goo.gl/3rSvo7.

[411] F. J. García-Peñalvo, J. Pinto Escribano, I. Babot Gutiérrez, C. Suárez Guerrero, B. Pacheco Fortínez y J. López Rodrigo, "Formación Web 2.0," en "Scopeo Monográfico," núm. 1, Universidad de Salamanca/Fundación Germán Sánchez Ruipérez, Salamanca, España, 2009. Disponible en: https://goo.gl/4zKCKf.

[412] F. J. García-Peñalvo, J. Pinto Escribano, I. Babot Gutiérrez, C. Suárez Guerrero, B. Pacheco Fortínez y J. López Rodrigo, "Panorama sectorial de implantación de la Formación en Red," en "Scopeo Informe," núm. 1, Universidad de Salamanca/Fundación Germán Sánchez Ruipérez, Salamanca, 2009. Disponible en: https://goo.gl/Wb6xr7.

[413] SCOPEO, "M-learning en España, Portugal y América Latina," en "Scopeo Monográfico," núm. 3, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2011. Disponible en: https://goo.gl/M7E3AQ.

[414] SCOPEO, "Aproximación pedagógica a las plataformas open source en la universidad española," en "Scopeo Monográfico," núm. 2, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2011. Disponible en: https://goo.gl/ShTVUp.

[415] SCOPEO, "MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro," en "Scopeo Informe," núm. 2, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2013. Disponible en: https://goo.gl/Yb3Vgk.

[416] M. S. Ramírez-Montoya, F. J. García-Peñalvo y R. McGreal, "Shared Science and Knowledge. Open Access, Technology and Education," *Comunicar,* vol. 26, no. 54, pp. 1-5, 2018.

[417] F. J. García-Peñalvo, "Marco para la Ciencia Abierta," presentado en Estancia Internacional de Cátedra UNESCO/ICDE Movimiento educativo abierto para América Latina (Tecnológico de Monterrey, 4-15 de diciembre de 2017),

Monterrey, México, 2017. Disponible: https://goo.gl/VHq4Sr. doi: 10.5281/zenodo.1069582.

[418] F. J. García-Peñalvo, "El conocimiento abierto en español en la Universidad," presentado en Seminario "Pensar en español" (22-26 de septiembre de 2008), Cartagena de Indias, Colombia, 2008. Disponible: https://goo.gl/6XgfNc.

[419] T. Ferreras-Fernández, J. A. Merlo-Vega y F. J. García-Peñalvo, "Impact of Scientific Content in Open Access Institutional Repositories. A case study of the Repository Gredos," en *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 357-363, New York, NY, USA: ACM, 2013. doi: 10.1145/2536536.2536590.

[420] F. J. García-Peñalvo, J. A. Merlo-Vega, T. Ferreras-Fernández, A. Casaus-Peña, L. Albás-Aso y M. L. Atienza-Díaz, "Qualified Dublin Core Metadata Best Practices for GREDOS," *Journal of Library Metadata,* vol. 10, no. 1, pp. 13-36, 2010. doi: 10.1080/19386380903546976.

[421] Gobierno de España. (2008). *Orden CUL/4111/2007, de 21 de diciembre, por la que se conceden subvenciones para la creación y transformación de recursos digitales y su difusión y preservación mediante repositorios (Open Archives Initiative), correspondientes al año 2007, a Administraciones públicas y a entidades públicas y fundaciones del sector público vinculadas o dependientes de aquellas.* Ministerio de Cultura. BOE-A-2008-1493, no. 24, de 28 de enero de 2008, sección III. Otras disposiciones, pp. 5224-5225. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/u36kz2.

[422] Gobierno de España. (2009). *Orden CUL/4054/2008, de 15 de diciembre, por la que se conceden subvenciones públicas, en régimen de concurrencia competitiva, para la creación y transformación de recursos digitales y su difusión y preservación mediante repositorios (Open Archives Initiative), correspondientes al año 2008, a Administraciones Públicas y a entidades públicas y fundaciones del sector público vinculadas o dependientes de aquellas.* Ministerio de Cultura. BOE-A-2009-2234, no. 34, de 9 de febrero de 2009, sección III. Otras disposiciones, pp. 13774-13777. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/TU9pLR.

[423] GREDOS. (2009). Presentación del Sistema de Gestión del Repositorio Documental de la Universidad de Salamanca (GREDOS). En: *El blog de Gredos. Bitácora sobre el acceso abierto a la producción científica*. Disponible en: https://goo.gl/6shnZk.

[424] Iberdrola, S. A. y Universidad de Salamanca. (2007). *Convenio marco de colaboración empresarial entre Iberdrola, S. A. y la Universidad de Salamanca.* Salamanca, España: Universidad de Salamanca.

[425] F. J. García-Peñalvo, "Presentación Cátedra Iberdrola-Universidad de Salamanca," Hospedería Fonseca, Universidad de Salamanca – 19 de febrero, 2009. Disponible: https://goo.gl/RsGAFN.

[426] Gobierno de España. (2009). *Orden PRE/1996/2009, de 20 de julio, por la que se establecen las bases reguladoras de la concesión de subvenciones públicas para la implantación del Programa Campus de Excelencia Internacional en el sistema universitario español, se convocan su concesión en el año 2009, y se establecen los procedimientos administrativos para otorgar la calificación de Campus de Excelencia Internacional y para suscribir convenios con las Comunidades Autónomas con el fin de que éstas concedan ayudas a las Universidades para la ejecución de Planes Estratégicos de Viabilidad y Conversión a Campus de*

Excelencia Internacional. Ministerio de la Presidencia. BOE-A-2009-12275, no. 177, de 23 de julio de 2009, sección III. Otras disposiciones, pp. 63101-63127. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/S7qSYR.

[427] Ministerio de Educación. Secretaría General de Universidades, *Estrategia Universidad 2015. Contribución de las universidades al progreso socioeconómico español 2010-2015*, Madrid, España: Secretaría General Técnica, 2010. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/FYydJf.

[428] Universidad de Salamanca. (2009). *Campus de Excelencia Internacional para la Innovación en el Español y su Tecnología – CENTINELA*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.

[429] Ministerio de Educación. (2009). *Propuesta de Resolución Definitiva del Subprograma para el Desarrollo y Concreción de un Plan Estratégico de Viabilidad y Conversión a Campus de Excelencia Internacional. Convocatoria 2009*. Madrid, España: Ministerio de Educación. Disponible: https://goo.gl/vwX6Lg.

[430] Universidad de Salamanca, *Campus de Excelencia Internacional de la Universidad de Salamanca: Campus Studii Salamantini. 800 años innovando*, Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2010. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/U4uH8u.

[431] Universidad de Salamanca. (2013). *Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento. Propuesta de Programa de Doctorado para Verificación*. Instituto Universitario de Ciencias de la Educación. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.

[432] F. J. García-Peñalvo, "Education in the Knowledge Society PhD Programme. 2017 Kick-off Meeting," presentado en Seminarios del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento (16 de noviembre de 2017), Salamanca, España, 2017. Disponible: https://goo.gl/bJ5qKd.

[433] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "Knowledge spirals in higher education teaching innovation," *International Journal of Knowledge Management,* vol. 10, no. 4, pp. 16-37, 2014. doi: 10.4018/ijkm.2014100102.

[434] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "Epistemological and ontological spirals: From individual experience in educational innovation to the organisational knowledge in the university sector," *Program: Electronic library and information systems,* vol. 49, no. 3, pp. 266-288, 2015. doi: 10.1108/PROG-06-2014-0033.

[435] A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo y M. J. Rodríguez-Conde, "Definition of a technological ecosystem for scientific knowledge management in a PhD Programme," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 695-700, New York, NY, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2808580.2808686

[436] Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León. (2018). *Informe de evaluación final del Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca*. Seguimiento de títulos de doctorado: Informe de la Comisión de Evaluación de Titulaciones. Valladolid: Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/zEk5TD.

[437] Universidad de salamanca. (2013). *Máster Universitario en Ingeniería Informática. Propuesta de Máster Universitario para verificación.* Departamento de Informática y Automática. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/dFcamK.

[438] Gobierno de España. (2009). *Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química.* Ministerio de Educación. BOE-A-2009-12977, no. 187, de 4 de agosto de 2009, sección III. Otras disposiciones, pp. 66699-66710. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/fkHSFK.

[439] F. J. García-Peñalvo, "Sumario de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información," Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2014-2015, F. J. García-Peñalvo, Ed., Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2014. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/tx85Gm.

[440] F. J. García-Peñalvo, "Ecosistemas Tecnológicos," *IEEE VAEP-RITA,* vol. 3, no. 1, pp. 36-37, 2015.

[441] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "Mirando hacia el futuro: Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje basados en servicios," en *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*, Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 553-558, Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

[442] F. J. García-Peñalvo, "Technological ecosystems," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje (IEEE RITA),* vol. 11, no. 1, pp. 31-32, 2016. doi: 10.1109/RITA.2016.2518458.

[443] F. J. García-Peñalvo, "Technological ecosystems for enhancing the interoperability and data flows," *Journal of Information Technology Research,* vol. 11, no. 1, pp. vi-x, 2018.

[444] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "Enhancing Education for the Knowledge Society Era with Learning Ecosystems," en *Open Source Solutions for Knowledge Management and Technological Ecosystems*, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds. Advances in Knowledge Acquisition, Transfer, and Management (AKATM), pp. 1-24, Hershey PA, USA: IGI Global, 2017. doi: 10.4018/978-1-5225-0905-9.ch001.

[445] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "Learning services-based technological ecosystems," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. pp. 467-472, New York, USA: ACM, 2015.

[446] M. Alier Forment, M. J. Casany Guerrero, M. Á. Conde González, F. J. García-Peñalvo y C. Severance, "Interoperability for LMS: the missing piece to become the common place for e-learning innovation," *International Journal of Knowledge and Learning (IJKL),* vol. 6, no. 2/3, pp. 130-141, 2010. doi: 10.1504/IJKL.2010.034749.

[447] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "The evolution of the technological ecosystems: An architectural proposal to enhancing learning processes," en *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding

Series (ICPS), pp. 565-571, New York, NY, USA: ACM, 2013. doi: 10.1145/2536536.2536623.

[448] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Architectural pattern for the definition of eLearning ecosystems based on Open Source developments," en *Proceedings of 2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Logrono, La Rioja, Spain, 12-14 Nov. 2014*, J. L. Sierra-Rodríguez, J. M. Dodero-Beardo y D. Burgos, Eds. pp. 93-98, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014. doi: 10.1109/SIIE.2014.7017711.

[449] E. Chang y M. West, "Digital ecosystems a next generation of the collaborative environment," en *Proceedings of iiWAS'2006 - The Eighth International Conference on Information Integration and Web-based Applications Services, 4-6 December 2006, Yogyakarta, Indonesia*, G. Kotsis, D. Taniar, E. Pardede y I. K. Ibrahim, Eds. pp. 3-24: Austrian Computer Society, 2006.

[450] M. Laanpere, "Digital Learning ecosystems: Rethinking virtual learning environments in the age of social media," presentado en IFIP-OST'12: Open and Social Technologies for Networked Learning, Taillinn, Estonia, 2012.

[451] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Análisis de integración de soluciones basadas en software como servicio para la implantación de ecosistemas tecnológicos corporativos," en *Avances en Informática y Automática. Séptimo Workshop*, J. Cruz Benito, A. García Holgado, S. García Sánchez, D. Hernández Alfageme, M. Navarro Cáceres y R. Vega Ruiz, Eds. pp. 55-72, Salamanca, Spain: Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca, 2013.

[452] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Estudio sobre la Evolución de las Soluciones Tecnológicas para Dar Soporte a la Gestión de la Información," Grupo de investgación GRIAL, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, Technical Report, GRIAL-TR-2015-001, 2015. Disponible en: https://goo.gl/NKRMKX. doi: 10.13140/RG.2.1.5176.2727.

[453] A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, Á. Hernández-García y F. Llorens-Largo, "Analysis and Improvement of Knowledge Management Processes in Organizations Using the Business Process Model Notation," en *New Information and Communication Technologies for Knowledge Management in Organizations. 5th Global Innovation and Knowledge Academy Conference, GIKA 2015, Valencia, Spain, July 14-16, 2015, Proceedings*, D. Palacios-Marqués, D. Ribeiro Soriano y K. H. Huarng, Eds. Lecture Notes in Business Information Processing, no. 222, pp. 93-101, Switzerland: Springer International Publishing, 2015. doi: 10.1007/9783-319-22204-2_9.

[454] F. J. García-Peñalvo, "A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society (DEFINES)," Grupo GRIAL, Salamanca, España, Memoria Científico-Técnica de Proyectos Individuales (Tipo A o B). Convocatoria 2016 Proyectos RETOS, 2016. Disponible en: https://goo.gl/FDbN5K.

[455] R. P. Feynman, *The Pleasure of Finding Things Out: The Best Short Works of Richard P. Feynman*. Cambridge, Massachusetts: Perseus Books, 1999.

[456] UNESCO, *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La educación superior en el siglo XXI: Visión y acción*, París: UNESCO, 1998. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/2AUcoF.

[457] E. Linde Paniagua, *El proceso de Bolonia: Un sueño convertido en una pesadilla*. Madrid, España: Civitas, 2010.

[458] R. Pujol Antolín, "Universidad-sociedad-empresa: Una relación mejorable," en *La reforma de la Universidad española*, T. Prieto Álvarez, Ed. pp. 113-123, Cizur-Menor, España: Aranzadi, 2015.

[459] M. Martínez Martín y M. Viader Junyent, "Reflexiones sobre aprendizaje y docencia en el actual contexto universitario. La promoción de equipos docentes," *Revista de Educación,* no. Extraordinario 2008, pp. 213-234, 2008.

[460] F. J. García-Peñalvo, R. Colomo-Palacios y M. D. Lytras, "Informal learning in work environments: Training with the Social Web in the workplace," *Behaviour & Information Technology,* vol. 31, no. 8, pp. 753-755, 2012. doi: 10.1080/0144929X.2012.661548.

[461] F. J. García-Peñalvo y D. Griffiths, "Rethinking informal learning.," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. pp. 457-459, New York, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2808580.2808648.

[462] E. Morin, *La mente bien ordenada: Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. Barcelona, España: Seix Barral, 2000.

[463] Real Academia Española, *Diccionario de la lengua española. Versión electrónica 23.1*, Madrid, España: Real Academia Española, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/Hkxjid.

[464] J. Paricio Royo, "Diez principios para un sistema de gestión de la calidad concebido específicamente para la coordinación y la mejora interna de las titutlaciones universitarias," *REDU. Revista de Docencia Universitaria,* vol. 10, no. 3, pp. 49-69, 2012. doi: 10.4995/redu.2012.6014.

[465] F. Michavila, "Presentación. Monográfico Tiempos de cambio universitario," *Revista de Educación,* no. Extraordinario 2008, pp. 15-19, 2008.

[466] C. Yániz, "Las competencias genéricas como finalidad educativa," en *Competencias genéricas en educación superior. Metodologías específicas para su desarrollo*, L. Villardón-Gallego, Ed. pp. 13-24, Madrid, España: Narcea, 2015.

[467] F. Michavila y S. Zamorano, "Reflexiones sobre los cambios metodológicos anunciados en la Educación Superior en España. Educación y futuro," *Educación y Futuro: Revista de Investigación Aplicada y Experiencias Educativas,* no. 16, pp. 31-46, 2007.

[468] M. Miguel Díaz Ed. "Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior." Madrid, España: Alianza Editorial, 2006.

[469] M. J. Rodríguez-Conde y M. E. Herrera García, "El Espacio Europeo de Educación Superior," en *Investigación y evaluación educativa en la sociedad del conocimiento*, S. Nieto Martín y M. J. Rodríguez-Conde, Eds. Aquilafuente, no. 157, pp. 213-238, Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2010.

[470] G. L. Huber, "Aprendizaje activo y metodologías educativas," *Revista de Educación,* no. Extraordinario 2008, pp. 59-81, 2008.

[471] M. S. Ibarra Sáiz y G. Rodríguez-Gómez, "Aproximación al discurso dominante sobre la evaluación del aprendizaje en la universidad," *Revista de Educación,* no. 351, pp. 385-407, 2010.

[472] M. A. Zabalza y M. A. Zabalza Cerdeiriña, *Planificación de la docencia en la universidad. Elaboración de las Guías Docentes de las Materias*. Madrid, España: Narcea, 2010.

[473] P. Ramsden, "A performance indicators of teaching quality in Higher Education: The Course Experience Questionnaire," *Studies in Higher Education,* vol. 16, no. 2, pp. 129-150, 1991. doi: 10.1080/03075079112331382944.

[474] P. Ramsden, *Learning to Teach in Higher Education*. London, UK: Routledge, 1992.

[475] C. McInnis, P. Griffin, R. James y H. Coates, *Development of the Course Experience Questionnaire (CEQ)*, Australia: Evaluations and Investigations Programme Higher Education Division, 2001. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/JJjgSy.

[476] A. Villa Sánchez, "La excelencia docente," *Revista de Educación,* no. Extraordinario 2008, pp. 177-212, 2008.

[477] F. J. García-Peñalvo, S. Bravo Martin y M. Á. Conde González, "A student-centered learning model applied in an introductory Software Engineering course," en *20th EAEEIE Conference Formal Proceedings (Valencia, Spain, June 22-24, 2009)*, EEUU: IEEE, 2009. doi: 10.1109/EAEEIE.2009.5335451.

[478] J. Paricio Royo, *Un modelo de guía docente desde los resultados de aprendizaje y su evaluación* (Documentos de referencia para la calidad docente). Zaragoza, España: Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza, 2010.

[479] F. J. García Peñalvo, "Pensando en ECTS. Un Caso Práctico para la Asignatura de Ingeniería del Software," en *Los Estudios de Ingeniería Informática en el Espacio Europeo de Educación Superior. Contexto y Realidad en la Comunidad Autónoma de Castilla y León*, F. J. García Peñalvo, Ed. Aquilafuente, no. 101, pp. 139-156, Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2006.

[480] H. Aebli, *Factores de la enseñanza que favorecen el aprendizaje autónomo*, 5ª ed. (Educación hoy: Estudios, no. 57). Madrid, España: Narcea, 2001.

[481] A. F. Cabrera y S. La Nasa, "Sobre los métodos de enseñanza en la Universidad y sus efectos," en *Nuevas miradas sobre la Universidad*, C. Ademan, Ed. Colección Universidad y sociedad, Buenos Aires, Argentina: EDUNTREF, 2002.

[482] Comisión para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad, "Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en las universidades españolas," Ministerio de Educación y Ciencia. Secretaría de Estado de Universidades e Investigación, Madrid, España, 2006. Disponible en: https://goo.gl/4V7QDv.

[483] F. Michavila, "Bolonia en crisis," *REDU. Revista de Docencia Universitaria,* vol. 9, no. 3, pp. 15-27, 2011. doi: 10.4995/redu.2011.6146.

[484] F. Michavila, *Bolonia en crisis* (Ventana Abierta). Madrid. España: Tecnos, 2012.

[485] F. J. García-Peñalvo, "Cómo entender el concepto de presencialidad en los procesos educativos en el siglo XXI," *Education in the Knowledge Society (EKS),* vol. 16, no. 2, pp. 6-12, 2015. doi: 10.14201/eks2015162612.

[486] A. Fernández March, "La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la Educación Universitaria," *REDU. Revista de Docencia Universitaria,* vol. 8, no. 1, pp. 11-34, 2010. doi: 10.4995/redu.2010.6216.

[487] M. S. Ibarra Sáiz y G. Rodríguez-Gómez, "Los procedimientos de evaluación como elementos de desarrollo de la función orientadora en la universidad," *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía,* vol. 21, no. 2, pp. 443-461, 2010. doi: 10.5944/reop.vol.21.num.2.2010.11558.

[488] D. Nicol, "Principles of good assessment and feedback: Theory and practice," presentado en REAP International Online Conference on Assessment Design for Learner Responsibility, 29-31 May, 2007, 2007. Disponible: https://goo.gl/Q8gVW2.

[489] D. Nicol y D. Macfarlane-Dick, "Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice," *Studies in Higher Education,* vol. 31, no. 2, pp. 199-218, 2006. doi: 10.1080/03075070600572090.

[490] S. Olmos-Migueláñez, *Evaluación formativa y sumativa de estudiantes universitarios: Aplicación de las tecnologías a la evaluación educativa* (Vítor, no. 228). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2008.

[491] O. Lussier y H. Allaire, "L'évaluation « authentique »," *Pédagogie collégiale,* vol. 17, no. 3, pp. 29-30, 2004.

[492] D. Carless, "Learning-oriented assessment: conceptual bases and practical implications," *Innovations in Education and Teaching International,* vol. 44, no. 1, pp. 57-66, 2007. doi: 10.1080/14703290601081332.

[493] S. Bloxham y P. Boyd, *Developing Effective Assessment in Higher Education. A practical Guide.* New York, USA: Open University Press - McGarw Hill Education, 2007.

[494] M. A. Gómez Ruíz, G. Rodríguez-Gómez y M. S. Ibarra-Sáiz, "Desarrollo de las competencias básicas de los estudiantes de Educación Superior mediante la e-Evaluación orientada al aprendizaje," *Relieve,* vol. 19, no. 1, art. 1, 2013. doi: 10.7203/relieve.19.1.2457.

[495] M. T. Padilla y J. Gil, "La evaluación orientada al aprendizaje en la Educación Superior, condiciones y estrategias para su aplicación en la docencia universitaria," *Revista Española de Pedagogía,* vol. LXVI, no. 241, pp. 467-486, 2008.

[496] Gobierno de España. (2011). *Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior.* Ministerio de Educación. BOE-A-2011-13317, no. 185, de 3 de agosto de 2011, sección I. Disposiciones generales, pp. 87912-87918. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/U6JuVo.

[497] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje. Versión 1.0*, Madrid, España: ANECA, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/6JFC1k.

[498] I. J. Alfaro, "Seminarios y talleres," en *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientación para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación*, M. Miguel Díaz, Ed. pp. 53-82, Madrid, España: Alianza Editorial, 2006.

[499] J. M. Arias, "Clases prácticas," en *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientación para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación*, M. Miguel Díaz, Ed. pp. 83-102, Madrid, España: Alianza Editorial, 2006.

[500] E. García Jiménez, "Prácticas externas," en *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientación para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación*, M. Miguel Díaz, Ed. pp. 103-132, Madrid, España: Alianza Editorial, 2006.

[501] A. Pérez Boullosa, "Tutorías," en *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientación para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación*, M. Miguel Díaz, Ed. pp. 133-168, Madrid, España: Alianza Editorial, 2006.

[502] P. Apocada Urquijo, "Estudio y trabajo en grupo," en *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientación para el profesorado*

universitario ante el espacio europeo de educación, M. Miguel Díaz, Ed. pp. 169-190, Madrid, España: Alianza Editorial, 2006.

[503] C. Lobato Fraile, "Estudio y trabajo autónomos del estudiante," en *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientación para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación*, M. Miguel Díaz, Ed. pp. 191-224, Madrid, España: Alianza Editorial, 2006.

[504] F. J. García-Peñalvo, S. Bravo-Martín y M. Á. Conde-González, *12522 - Ingeniería del Software, 2008-09*, Salamanca, España: Portal OCW. Universidad de Salamanca, 2008. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/9sH4Zx.

[505] E. Faure *et al.*, *Aprende a ser. La educación del futuro*. Madrid, España: Alianza Editorial, 1973. Disponible en: https://goo.gl/NAXoWF.

[506] F. Lara Ortega, "Principios de Calidad en la Docencia," presentado en I Jornadas sobre Calidad y Universidad, Burgos, España, 1997.

[507] E. Hale, *Reports of the Committee on University Teaching Methods*. London, UK: H.M.S.O., 1964.

[508] D. Silverman. (2011). *Muerte por powerpoint y como diseñar presentaciones efectivas*. Disponible en: https://goo.gl/B41YeC.

[509] D. H. Lloyd, "A concept of improvement of learning response in the taught lesson," *Visual Education,* no. October, pp. 23-25, 1968.

[510] L. T. Benjamin, "Lecturing," en *The teaching of psychology: Essays in honor of Wilbert J. McKeachie and Charles L. Brewer*, S. F. Davis y W. Buskist, Eds. pp. 57–67, Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2002.

[511] W. J. McKeachie y M. Svinicki, *McKeachie's teaching tips: Strategies, research, and theory for college and university teachers*, 12th ed. Boston, USA: Houghton-Mifflin, 2006.

[512] S. Goss Lucas y D. A. Bernstein, *Teaching psychology: A step by step guide*. Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2005.

[513] K. Wilson y J. H. Korn, "Attention During Lectures: Beyond Ten Minutes," *Teaching of Psychology,* vol. 34, no. 2, pp. 85-89, 2007. doi: 10.1080/00986280701291291.

[514] M. Á. Conde-González, F. J. García-Peñalvo, Á. Fidalgo-Blanco y M. L. Sein-Echaluce, "Study of the flexibility of a Learning Analytics tool to evaluate teamwork competence acquisition in different contexts," en *LASI-SPAIN 2017. Learning Analytics Summer Institute Spain 2017. Proceedings of the Learning Analytics Summer Institute Spain 2017: Advances in Learning Analytics (Madrid, Spain, July 4-5, 2017)* M. Caeiro-Rodríguez, Á. Hernández-García, P. J. Muñoz-Merino y S. Ros, Eds. CEUR Workshop Proceedings Series, no. 1925, pp. 63-77, Aachen, Germany: CEUR-WS.org, 2017.

[515] M. Á. Conde, Á. Hernández-García, F. J. García-Peñalvo, Á. Fidalgo-Blanco y M. L. Sein-Echaluce, "Evaluation of the CTMTC Methodology for Assessment of Teamwork Competence Development and Acquisition in Higher Education," en *Learning and Collaboration Technologies: Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016, Proceedings*, P. Zaphiris y A. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 9753, pp. 201-212, Switzerland: Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-39483-1_19.

[516] M. Á. Conde-González, R. Colomo-Palacios, F. J. García-Peñalvo y X. Larrueca, "Teamwork assessment in the educational web of data: A learning analytics approach towards ISO 10018," *Telematics and Informatics,* vol. 35, no. 3, pp. 551-563, 2018. doi: 10.1016/j.tele.2017.02.001.

[517] Á. Fidalgo-Blanco, D. Lerís, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "Indicadores para el seguimiento y evaluación de la competencia de trabajo en equipo a través del método CTMTC," en *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013*, Á. Fidalgo Blanco y M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Eds. pp. 280-285, Madrid, España: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2013.

[518] Á. Fidalgo-Blanco, D. Lerís, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "Monitoring indicators for CTMTC: Comprehensive training model of the teamwork competence in engineering domain," *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, vol. 31, no. 3, pp. 829-838, 2015.

[519] Á. Fidalgo Blanco. (2015). Cómo formar y evaluar en la competencia de trabajo en equipo de forma sencilla. El método CTMTC. En: *Innovación Educativa. Conceptos, recursos y reflexión sobre innovación educativa*. Disponible en: https://goo.gl/FT454h.

[520] Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid, "Aprendizaje Basado en Problemas," Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2008. Disponible en: https://goo.gl/jMkJMd.

[521] F. J. García-Peñalvo, M. N. Moreno García, S. Bravo-Martín y M. Á. Conde-González, "Aprendizaje basado en problemas para la parte práctica de la materia Ingeniería del Software," en "Memorias de Innovación Docente," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2010. Disponible en: https://goo.gl/y2bTj8.

[522] Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo - Vicerrectoría Académica, *El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica*, Monterrey, México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2005. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/7i1eZN.

[523] C. J. Villagrá, F. J. Gallego, R. Molina y F. Llorens, "ABPgame+: siete asignaturas, un proyecto," en *Actas de las XX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2014, (Oviedo, 9-11 de julio 2014)* pp. 285-292, 2014.

[524] V. Estruch y J. Silva, "Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática," en *Actas de las XII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2006, (Deusto, Bilbao, 12-14 de julio de 2006)* pp. 339-346, 2006.

[525] P. Sánchez y C. Blanco, "Implantación de una metodología de aprendizaje basada en proyectos para una asignatura de Ingeniería del Software," en *Actas XVIII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2012, (Ciudad Real, 10-13 de julio 2012)* pp. 41-48, 2012.

[526] F. J. García-Peñalvo y F. Llorens-Largo, "Design of an innovative approach based on Service Learning for Information Technology Governance Teaching.," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. pp. 159-164, New York, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2808580.2808605.

[527] R. Mendía Gallardo, "El aprendizaje-servicio: Una metodología para la innovación educativa," *Convives*, vol. 16, pp. 20-26, 2016.

[528] F. J. García-Peñalvo, "Aprendizaje Servicio. Una experiencia en Gobierno TI," presentado en Ciclo de Jornadas 2017. Tendencias en Innovación Educativa y su implantación en UPM. II Jornada: Aprendizaje Servicio y otras experiencias de innovación educativa en la UPM. 16 de octubre de 2017, Madrid, España, 2017. Disponible: https://goo.gl/M1XVCB. doi: 10.5281/zenodo.1009676.

[529] F. J. García-Peñalvo, "Aprendizaje servicio. Experiencia en la asignatura de gobierno TI del Máster en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca," presentado en Ciclo de Jornadas 2017. Tendencias en Innovación Educativa y su implantación en UPM, Madrid, 16 de octubre de 2017, 2017. Disponible: https://goo.gl/9vuLQH.

[530] Observatorio de Innovación Tecnológica del Tecnológico de Monterrey, *Aprendizaje basado en retos*, Monterrey, México: Tecnológico de Monterrey, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/k8NfnS.

[531] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta y F. J. García-Peñalvo, "Aprendizaje Basado en Retos en una asignatura académica universitaria," *IE Comunicaciones. Revista Iberoamericana de Informática Educativa,* no. 25, pp. 1-8, 2017.

[532] M. Gea Ed. "Informe MOOC y criterios de calidad." Madrid, España: CRUE. TIC Comisión Sectorial de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2015. Disponible en: https://goo.gl/CXpMfB.

[533] F. J. García-Peñalvo y J. Cruz-Benito, "Proyecto Europeo VALS y Semester of Code: Prácticas Virtuales en Empresas y Fundaciones relacionadas con el Software Libre a nivel Europeo," en *Buenas Prácticas sobre la Universidad Digital* M. Martín-González, Ed. pp. 60-67, Madrid: Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria, 2016.

[534] D. A. Garvin, "What Does "Product Quality" Really Mean," *Sloan Management Review,* vol. 26, no. 1, pp. 25-45, 1984.

[535] International Organization for Standardization, *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*, 4th ed.: International Organization for Standardization, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/jndcCL.

[536] V. Álvarez Rojo y Á. Lázaro Martínez, *Calidad de las Universidades y Orientación Universitaria* (Orientación). Málaga, España: Ediciones Aljibe, 2002.

[537] F. Michavila y S. Zamorano Eds., "Acreditación de las enseñanzas universitarias: Un futuro de cambio." Madrid, España: Editorial Trymar, 2002.

[538] Gobierno de España. (2002). *Acuerdo por el que se autoriza al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte para crear la Fundación Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación*. Consejo de Ministros. Madrid, España: La Moncloa. Disponible: https://goo.gl/TWQbC1.

[539] Junta de Castilla y León. (2001). *Acuerdo de 15 de noviembre de 2001, por el que se aprueba la creación del Consorcio «Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León», así como sus Estatutos.* Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 226, de 21 de noviembre de 2001, sección II. Disposiciones generales, pp. 16946-16950. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/W5MM4u.

[540] Gobierno de España. (1995). *Real Decreto 1947/1995, de 1 de diciembre, por el que se establece el Plan Nacional de Evaluación de la Calidad de las Universidades.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1995-26579, no. 294, de 9 de diciembre de 1995, sección I. Disposiciones generales, pp. 35473-35474. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/NvjVeu.

[541] F. J. Tejedor Tejedor y J. M. Jornet Meliá, "La evaluación del profesorado universitario en España," *Revista Electrónica de Investigación Educativa,* vol. 10, no. spe, pp. 1-29, 2008.

[542] European Association for Quality Assurance in Higher Education, *Criterios y directrices para la garantía de calidad en el Espacio Europeo de Educación*

Superior, Madrid, España: ANECA, 2005. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/fdLyPX.

[543] L. Null, "Applying TQM in the computer science classroom," *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 28, no. 1, pp. 120-124, 1996. doi: 10.1145/236462.236523.

[544] Universidad de Salamanca, *Diseño, implementación y seguimiento del Programa de Mejora de la Calidad 2013-2018*, Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/4wzwuy.

[545] I. Balbin, "Is your degree quality endorsed?," *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 31, no. 3, pp. 60-63, 1999. doi: 10.1145/384267.305855.

[546] J. M. Manso Martínez, "Docencia en la universidad: Lo que es y lo que debe ser," presentado en I Jornadas sobre Calidad y Universidad - Hacia una Universidad de Calidad (10-13 de noviembre de 1997), Burgos, España, 1997.

[547] Consejo de Universidades, *Guía de evaluación del Plan Nacional de Evaluación de la Calidad de las Universidades. Primera Convocatoria*. Madrid, España: Secretaría General del Consejo de Universidades, 1996.

[548] F. J. García-Peñalvo, E. Montero García y P. Arranz Val, "Proceso de evaluación por pares. Una experiencia práctica," presentado en II Jornadas de Calidad y Universidad: Calidad en la Docencia (10-11 de noviembre de 1998), Burgos, España, 1998.

[549] F. J. García-Peñalvo, E. Montero García y P. Arranz Val, "Protocolo de evaluación por pares," en *Actas del VII Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación - CIESC'99 (Asunción-Paraguay, 29 agosto - 3 septiembre de 1999)* pp. 38-47, 1999.

[550] F. J. García-Peñalvo, M. N. Moreno García, E. Montero García y P. Arranz Val, "Evaluación del profesorado: Un protocolo de evaluación por pares," en *Actas del Congreso Nacional de Informática Educativa, CONIED'99, (Puertollano, Ciudad Real, 17-19 de noviembre de 1999)*, M. Ortega y J. Bravo, Eds., 1999.

[551] F. J. García-Peñalvo, M. N. Moreno García, G. González Talaván y Á. M. Moreno Montero, "Plan de Calidad para Asignaturas en Ingenierías Técnicas en Informática," en *Actas del Congreso Nacional de Informática Educativa, CONIED'99 (Puertollano ,Ciudad Real, 17-19 de noviembre de 1999)*, M. Ortega y J. Bravo, Eds., 1999.

[552] F. J. García-Peñalvo, *Plan de calidad para la asignatura Análisis e Ingeniería del Software. Segundo Curso de la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. Curso 1996-1997*. Burgos, España: Universidad de Burgos, 1996.

[553] F. J. García-Peñalvo, *Plan de Calidad para la Asignatura Análisis e Ingeniería del Software. Segundo Curso de la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. Curso 1997-1998*. Burgos, España: Universidad de Burgos, 1997.

[554] F. J. García-Peñalvo, *Plan de Calidad para la Asignatura Programación Avanzada. Tercer Curso de la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. Curso 1997-1998*. Burgos, España: Universidad de Burgos, 1997.

[555] F. J. García-Peñalvo, *Plan de Calidad para la Asignatura Ingeniería del Software. Tercer Curso de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas. Curso 1998-1999*. Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca, 1999.

[556] F. J. García-Peñalvo, M. N. Moreno García, J. R. García-Bermejo Giner y A. Luis Reboredo, *Unidad Docente de Ingeniería del Software y Orientación a Objetos. Plan de Calidad Versión 1.1. Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas. Bienio 1999-2001*. Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca, 2000.

[557] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación *et al.*, *Programa Docentia. Programa de apoyo para la evaluación de la actividad docente del profesorado universitario*, Madrid, España: ANECA, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/D1Qm1v.

[558] Universidad de Salamanca. (2017). *Programa DOCENTIA-USAL 2016-2017. Evaluación de la actividad docente del profesorado. Autoinforme institucional de meta-evaluación. 9ª convocatoria: curso 2016-2017.* Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/N3LPCe.

[559] Universidad de Salamanca. (2017). *Programa DOCENTIA-USAL. Manual para la evaluación de la actividad docente del profesorado de la Universidad de Salamanca. Convocatoria 2017-2018.* Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/GqzAJD.

[560] J. Vidal y M. A. Quintanilla, "The teaching and research relationship within an institutional evaluation," *Higher Education,* vol. 40, no. 2, pp. 217-229, 2000. doi: 10.1023/A:1004083631288.

[561] A. Brew y D. Boud, "Teaching and research: Establishing the vital link with learning," *Higher Education,* vol. 29, no. 3, pp. 261-273, 1995. doi: 10.1007/BF01384493.

[562] E. E. Gottlieb y B. Keith, "The academic research-teaching nexus in eight advancedindustrialized countries," *Higher Education,* vol. 34, no. 3, pp. 397-419, 1997. doi: 10.1023/A:1003028023964.

[563] P. Morales, "Investigación e Innovación Educativa," *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación,* vol. 8, no. 2, pp. 47-73, 2010.

[564] J. A. Hattie y H. W. Marsh, "The Relationship Between Research and Teaching: A Meta-Analysis," *Review of Educational Research,* vol. 66, no. 4, pp. 507-542, 1996. doi: 10.2307/1170652.

[565] J. R. Valenzuela González, "La innovación como objeto de investigación en educación: Problemas, tensiones y experiencias," en *Innovación educativa. Investigación, formación, vinculación y visibilidad*, M. S. Ramírez-Montoya y J. R. Valenzuela González, Eds. pp. 29-51, Madrid, España: Síntesis, 2017.

[566] F. J. García-Peñalvo, Á. Fidalgo-Blanco y M. L. Sein-Echaluce, "Tendencias en Innovación Educativa," presentado en III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2015, (14-16 de octubre de 2015), Madrid, España, 2015. Disponible: https://goo.gl/5wUaFd.

[567] S. Schmelkes, "La investigación en la innovación educativa," San Andrés Cholula, Puebla, 2001. Disponible: https://goo.gl/HYA9Ty.

[568] M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo Blanco y F. J. García-Peñalvo, "Buenas prácticas de Innovación Educativa: Artículos seleccionados del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013," *RED. Revista de Educación a Distancia,* vol. 44, 2014.

[569] Observatorio de Innovación Tecnológica del Tecnológico de Monterrey, *Radar de Innovación Educativa de Preparatoria 2016*, Monterrey, México: Tecnológico de Monterrey, 2016. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/yCvke4.

[570] Observatorio de Innovación Tecnológica del Tecnológico de Monterrey, *Radar de Innovación Educativa 2017*, Monterrey, México: Tecnológico de Monterrey, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/PJR2DG.

[571] A. M. Fernández-Pampillón Cesteros, E. Domínguez Romero y I. Armas Ranero, "Análisis de la evolución de los Repositorios Institucionales de material

educativo digital de las universidades españolas," *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa,* vol. 12, no. 2, pp. 11-25, 2013.

[572] C. López, F. García-Peñalvo y P. Pernías, "Desarrollo de Repositorios de Objetos de Aprendizaje a través de la Reutilización de los Metadatos de una Colección Digital: De Dublin Core a IMS," *RED. Revista de Educación a Distancia,* vol. IV, no. monográfico II, 2005.

[573] E. M. Morales-Morgado, A. B. Gil y F. J. García-Peñalvo, "Arquitectura para la Recuperación de Objetos de Aprendizaje de Calidad en Repositorios Distribuidos," en *Actas del 5º Taller en Sistemas Hipermedia Colaborativos y Adaptativos, SHCA 2007*, vol. 1, F. Gutiérrez Vela y P. Paderewski Rodríguez, Eds. Actas de Talleres de Ingeniería del Software y Bases de Datos, SISTEDES, no. 1, pp. 31-38, Zaragoza, España, 2007.

[574] Á. Fidalgo-Blanco, "Desarrollo de un sistema de gestión de conocimiento para facilitar la aplicación, en contextos formativos, de las mejores prácticas de innovación docente," en "Programa de Estudios y Análisis del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Convocatoria 2011," EA2011-0035, 2012. Disponible en: https://goo.gl/5vczAm.

[575] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "Implantación de un sistema integral de gestión del conocimiento para los procesos de innovación docente de la Universidad de Salamanca," en "Memorias de Innovación Docente," Universidad de Salamanca, Repositorio Institucional GREDOS, ID2014/0312, 2015. Disponible en: https://goo.gl/e8yizX.

[576] F. J. García-Peñalvo, M. L. Sein-Echaluce y Á. Fidalgo-Blanco, "Educational Innovation Management. A Case Study at the University of Salamanca," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 151-158, New York, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2808580.2808604.

[577] A. R. Abadía *et al.*, "Repositorio de Buenas Prácticas de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza," en *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*, Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 761-766, Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

[578] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, F. J. García-Peñalvo y J. Pinilla-Martínez, "BRACO: Buscador de Recursos Académicos Colaborativos," en *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*, Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 469-474, Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

[579] Á. Fidalgo-Blanco, A. Balbín, D. Lerís y M. L. Sein-Echaluce, "Repository of good practices applied to higher education in engineering," en *Proceedings of Promotion and Innovation with New Technologies in Engineering Education (FINTDI), 5-6 May 2011, Teruel, Spain* pp. 1-7, EEUU: IEEE, 2011. doi: 10.1109/FINTDI.2011.5945969.

[580] Á. Fidalgo-Blanco y J. Ponce, "Método CSORA: La búsqueda de conocimiento," *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura,* vol. 187, no. No Extra_3, pp. 51-66, 2011. doi: 10.3989/arbor.2011.Extra-3n3128.

[581] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, D. Lerís y F. J. García-Peñalvo, "Sistema de Gestión de Conocimiento para la aplicación de experiencias de innovación educativa en la formación," en *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013* Á. Fidalgo Blanco y M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Eds. pp. 750-755, Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2013.

[582] M. L. Sein-Echaluce, D. Lerís, Á. Fidalgo-Blanco y F. J. García-Peñalvo, "Knowledge management system for applying educational innovative experiences," en *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13)* F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 405-410, New York, USA: ACM, 2013. doi: 10.1145/2536536.2536598.

[583] M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo-Blanco, F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde-González, "A knowledge management system to classify social educational resources within a subject using teamwork techniques.," en *Learning and Collaboration Technologies. Second International Conference, LCT 2015, Held as Part of HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings*, P. Zaphiris y I. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 9192, pp. 510-519, Switzerland: Springer International Publishing, 2015. doi: 10.1007/978-3-319-20609-7_48.

[584] F. Michavila, J. García Delgado y R. Rodríguez Pons-Esparver Eds., "Innovaciones en la organización y gestión de las universidades." Madrid, España: Dirección General de Universidades, 2001.

[585] M. M. Robles, "Executive Perceptions of the Top 10 Soft Skills Needed in Today's Workplace," *Business Communication Quarterly,* vol. 75, no. 4, pp. 453-465, 2012. doi: 10.1177/1080569912460400.

[586] D. Nickson, C. Warhurst, J. Commander, S. A. Hurrell y A. M. Cullen, "Soft skills and employability: Evidence from UK retail," *Economic and Industrial Democracy,* vol. 33, no. 1, pp. 65-84, 2012. doi: 10.1177/0143831x11427589.

[587] B. J. Hirsch, "Wanted:Soft skills for today's jobs," *Phi Delta Kappan,* vol. 98, no. 5, pp. 12-17, 2017. doi: 10.1177/0031721717690359.

[588] Á. Fidalgo-Blanco. (2018). 109 conceptos clave utilizados en formación, aprendizaje e innovación educativa. En: *Innovación Educativa. Blog de Ángel Fidalgo para reflexionar sobre innovación educativa.* Disponible en: https://goo.gl/udbWzs.

[589] F. J. García-Peñalvo, "Cómo hacer una publicación científica en innovación educativa," presentado en Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013 (6-8 de noviembre de 2013), Madrid, España, 2013. Disponible: https://goo.gl/LAcvef.

[590] J. Paricio Royo, *Marco de desarrollo profesional del profesorado universitario. Planteamiento general y dimensiones.* Zaragoza, España: REDU. Red Estatal de Docencia Universitaria, 2018.

[591] J. Paricio Royo, "Reconocimiento de la docencia y representaciones de lo que significa ser "buen profesor/a" en la universidad," presentado en IX Simposio CiDUI 2017 (25 de mayo de 2017), Barcelona, España, 2017. Disponible: https://goo.gl/YNrDtc.

[592] A. Bolívar Botía y K. Caballero Rodríguez, "Cómo hacer visible la excelencia en la enseñanza universitaria," *Revista Iberoamericana de Educación,* vol. 46, no. 8, pp. 1-10, 2008.

[593] H. Hubball, A. Clarke y G. Poole, "Ten-year reflections on mentoring SoTL research in a research-intensive university," *International Journal for Academic Development*, vol. 15, no. 2, pp. 117-129, 2010. doi: 10.1080/13601441003737758.

[594] H. Hubball, M. Lamberson y A. M. Kindler, "Strategic restructuring of a centre for teaching and learning in a research-intensive university: Institutional engagement in scholarly approaches to curriculum renewal and pedagogical practices," *International Journal of University Teaching and Faculty Development* vol. 3, no. 2, 2012.

[595] H. Hubball, M. L. Pearson y A. Clarke, " SoTL inquiry in broader curricula and institutional contexts: Theoretical underpinnings and emerging trends," *International Journal for Inquiry in Teaching and Learning*, vol. 1, no. 1, pp. 41-57, 2013.

[596] E. L. Boyer, *Scholarship reconsidered: Priorities of the professoriate*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 1990. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/TrH4yS.

[597] M. J. Rodríguez-Conde, S. Olmos-Migueláñez, F. Ortega Mohedano, P. Torrijos Fincias y S. Hernández Garzón, "Evaluación, formación e innovación docente: respuesta a la mejora de calidad universitaria," *Revista del CIDUI*, no. 2, 2014, Disponible en: https://goo.gl/99Vi6u.

[598] C. Coll, "Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje," en *Desarrollo Psicológico y Educación*, vol. 2. Psicología de la Educación Escolar, C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi, Eds. pp. 157-186, Madrid, España: Alianza Editorial, 2001.

[599] F. M. Esteve Mon y M. Gisbert Cervera, "El nuevo paradigma de aprendizaje y las nuevas tecnologías," *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, vol. 9, no. 3, pp. 55-73, 2011. doi: 10.4995/redu.2011.6149.

[600] Universidad de Salamanca. (2017). *Proyectos de innovación docente en los que participa el profesorado de cada área entre 2009 y 2016*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/2eXEfd.

[601] E. Rubio Royo, "La brecha de la "complejidad": Perfil eAprendiz como propuesta de adecuación personal al nuevo entorno "vital", expandido y complejo," *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, vol. 187, no. Extra_3, pp. 23-37, 2011. doi: 10.3989/arbor.2011.Extra-3n3126.

[602] E. Rubio Royo, "Estrategia Suricata de adecuación a una Universidad en transformación: perfiles eAprendiz, eProfesor, eEstudiante," presentado en Webminar 'Propuesta inicial de un marco referencial compartido, en el ámbito del CICEI' (22 de mayo de 2012), Las Palmas de Gran Canaria, España, 2012. Disponible: https://goo.gl/VjhRzq.

[603] F. J. García-Peñalvo, "Innovación educativa. Decisiones estratégicas," presentado en Seminario Innovación Educativa: En Busca de los Indicadores Perdidos (7 de mayo de 2014), Zaragoza, España, 2014. Disponible: https://goo.gl/pG9xMk.

[604] J. E. Martin. (2011). 18 Steps to Better Educational Innovation Leadership: Advice from Christensen's Innovator's DNA. En: *Connected Principals. Sharing, Learning, Leading*. Disponible en: https://goo.gl/sQSQAb.

[605] F. J. García-Peñalvo, "Percepciones estratégicas de la Innovación Educativa " presentado en 45° Congreso de Investigación y Desarrollo Edificio del centro Estudiantil del Tecnológico de Monterrey (20-23 de enero de 2015), Monterrey, México, 2015. Disponible: https://goo.gl/GvNfvf.

[606] A. Fernández Martínez y F. Llorens-Largo Eds., "Gobierno de las TI para universidades." Madrid, Spain: Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), 2012. Disponible en: https://goo.gl/VzXKJN.

[607] F. J. García-Peñalvo, A. Sarasa Cabezuelo y J. L. Sierra Rodríguez, "Innovando en los Procesos de Ingeniería. Ingeniería como Medio de Innovación," *VAEP-RITA*, vol. 2, no. 1, pp. 26-28, 2014.

[608] F. J. García-Peñalvo, A. Sarasa Cabezuelo y J. L. Sierra González, "Innovating in the engineering processes: Engineering as a means of innovation," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA)*, vol. 9, no. 4, pp. 131-132, 2014. doi: 10.1109/RITA.2014.2363004.

[609] F. J. García-Peñalvo, "Ecosistemas tecnológicos universitarios," en *UNIVERSITIC 2017. Análisis de las TIC en las Universidades Españolas*, J. Gómez, Ed. pp. 164-170, Madrid, España: Crue Universidades Españolas, 2018.

[610] F. Llorens-Largo, "Tendencias en innovación educativa en las universidades," presentado en II Congreso Internacional de Innovación en la Educación Superior, Quito (Ecuador), 24 de noviembre de 2017, 2017. Disponible: https://goo.gl/NPbYrP.

[611] F. J. García-Peñalvo, "Educational Innovation Successful Cases – Part I," *Journal of Cases on Information Technology*, vol. 16, no. 3, pp. 1-3, 2014. doi: 10.4018/jcit.2014070101.

[612] F. J. García-Peñalvo, "Educational Innovation Successful Cases – Part 2," *Journal of Cases on Information Technology*, vol. 16, no. 4, pp. iv-vii, 2014.

[613] F. J. García-Peñalvo y M. S. Ramírez Montoya, "Educational innovation with a multicultural perspective," *Journal of Cases on Information Technology*, vol. 17, no. 1, pp. iv-vi, 2015.

[614] Á. Fidalgo-Blanco y M. L. Sein-Echaluce, *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013 (Madrid, 6-8 de noviembre de 2013)*. Madrid, España: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2013. Disponible en: https://goo.gl/4owSYa.

[615] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*. Madrid: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2015. Disponible en: https://goo.gl/QDr3b7.

[616] M. L. Sein-Echaluce, Á. Fidalgo-Blanco y F. J. García-Peñalvo Eds., "La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017 (4-6 de Octubre de 2017, Zaragoza, España)." Zaragoza, España: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2017. Disponible en: https://goo.gl/HnbZ8n. doi: 10.26754/CINAIC.2017.000001.

[617] S. Barro. (2016). Empleo, máquinas inteligentes y educación. En: *Universídad*. Disponible en: https://goo.gl/NUiPsZ.

[618] Fundación Telefónica, *El trabajo en un mundo de sistemas inteligentes*, Barcelona, España: Ariel, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/3cKJkZ.

[619] A. Veà i Baró, *Cómo creamos Internet*. Madrid, España: RedIRIS, 2013.

[620] N. Jaimovich y H. E. Siu, "The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries," National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, USA, Working Paper, w18334, 2012. Disponible en: https://goo.gl/7Ry8KT. doi: 10.3386/w18334.

[621] M. Pélissié du Rausas, J. Manyika, E. Hazan, J. Bughin, M. Chui y R. Said, "Internet matters: The Net's sweeping impact on growth, jobs, and prosperity," McKinsey Global Institute 2011. Disponible en: https://goo.gl/9otBu9.

[622] M. S. Ramírez-Montoya Ed. "Handbook of Research on Driving STEM Learning With Educational Technologies," Advances in Educational Technologies and Instructional Design (AETID). Hershey PA, USA: IGI Global, 2017.

[623] Fundación Telefónica, *Sociedad digital en España 2017*, Barcelona, Spain: Ariel, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/V3AxPo.

[624] J. M. Corchado Rodríguez. (2016). Industria 4.0 ¿máquinas vs empleo? En: *Juan M. Corchado. Universidad de Salamanca*. Disponible en: https://goo.gl/UYjFbd.

[625] D. Fonseca Escudero, M. Á. Conde-González y F. J. García-Peñalvo, "Improving the information society skills: Is knowledge accessible for all?," *Universal Access in the Information Society,* vol. In Press, 2018. doi: 10.1007/s10209-017-0548-6.

[626] International Telecommunication Union, *Measuring the Information Society Report 2017*, Geneva, Switzerland: International Telecommunication Union, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/86Da9T.

[627] K. Gödel, "Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme," *Monatshefte für Mathematik und Physik,* vol. 38, pp. 173-198, 1931.

[628] A. M. Turing, "On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem," *Proceedings of the London Mathematical Society,* vol. s2-42, no. 1, pp. 230-265, 1937. doi: 10.1112/plms/s2-42.1.230.

[629] A. Church, "An unsolvable problem of elementary number theory," *American Journal of Mathematics,* vol. 58, no. 2, pp. 345-363, 1936. doi: 10.2307/2371045.

[630] G. E. Barchini, M. Sosa y S. Herrera, "La informática como disciplina científica. Ensayo de mapeo disciplinar," *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, vol. 1, no. 2, 2004, Disponible en: https://goo.gl/tCEuoQ.

[631] B. Dahlbom, "The New Informatics," *Scandinavian Journal of Information Systems,* vol. 8, no. 2, art. 3, 1996.

[632] R. Capurro, "What is information science for? A philosophical reflection," en *Conceptions of Library and Information Science. Historical, empirical and theoretical perspectives*, P. Vakkari y B. Cronin, Eds. pp. 82-98, London, UK: Taylor Graham, 1992.

[633] M. Shaw y J. E. Tomayko, "Models for Undergraduate Project Courses in Software Engineering," en *Software Engineering Education*, J. E. Tomayko, Ed. Lecture Notes in Computer Science, no. 536, pp. 33-71, Berlin, Heidelberg: Springer, 1991. doi: 10.1007/BFb0024284.

[634] M. Bunge, *La ciencia su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo Veinte, 1981.

[635] D. Khazanchi y B. E. Munkvold, "Is Information Systems a Science?," en *Information Systems. The Next Generation. Proceedings of the 4th UKAIS Conference*, L. Brooks y C. Kimble, Eds. pp. 1-12, Berkshire: McGraw Hill, 1999.

[636] P. Denning *et al.*, "Computing as a discipline," *Communications of the ACM,* vol. 32, no. 1, pp. 9-23, 1989. doi: 10.1145/63238.63239.

[637] M. Nagl, *Informatics Doctorates in Europe*, Zurich, Switzerland: Informatics Europe, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/oxPQBv.

[638] H. Petroski, *An engineer's alphabet. Gleanings from the softer side of a profession.* New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2011.

[639] B. V. Koen, *Discussion of the method. Conducting the engineer's approach to problem solving* (Engineering & Technology). USA: Oxford University Press, 2003.

[640] H. A. Simon, *The sciences of the artificial*, 3rd ed. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1996.

[641] G. F. C. Rogers, *The nature of Engineering. A philosophy of technology*. London, UK: The MacMillan Press Ltd., 1983.

[642] J. Hughes, "Practical reasoning and engineering," en *Philosophy of technology and engineering sciences*, A. Meijers, Ed. Handbook of the Philosophy of Science, pp. 375-402, Oxford, UK: North Holland, 2009.

[643] J. M. Buxton, P. Naur y B. Randell Eds., "Software Engineering Concepts and Techniques (Proceedings of 1968 NATO Conference on Software Engineering)." New York, NY, USA: Van Nostrand Reinhold, 1976.

[644] N. G. Leveson, "Software engineering: stretching the limits of complexity," *Commuication of the ACM*, vol. 40, no. 2, pp. 129-131, 1997. doi: 10.1145/253671.253754.

[645] D. L. Parnas, "Software engineering: An unconsummated marriage," *Commuication of the ACM*, vol. 40, no. 9, p. 128, 1997. doi: 10.1145/260750.260784.

[646] Congreso de los Diputados. (2014). *Proposición no de Ley 161/002878 relativa a las titulaciones de Ingeniero e Ingeniero Técnico Informático*. no. 489, de 7 de julio de 2014, sección Serie D, pp. 30-32. Madrid, España: Boletín Oficial de las Cortes Generales. Congreso de los Diputados. Disponible: https://goo.gl/AkULbX.

[647] Cortes Generales. (2015). *Proposición no de Ley 161/002878 relativa a las titulaciones de Ingeniero e Ingeniero Técnico Informático*. no. 745, de 11 de febrero de 2015, pp. 12-16. Madrid, España: Cortes Generales. Diario de Sesiones del Congreso de los Diputados. Disponible: https://goo.gl/WPRJn2.

[648] F. Pardo Aguirre, "El acceso de los ingenieros al ejercicio de la profesión en los principales países," Anales: Asociación Ingenieros ICAI, 2016, Disponible en: https://goo.gl/bxpCQP.

[649] European Commission, *The European Qualifications Framework for lifelong learning (EQF)*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/CoScGA. doi: 10.2766/14352.

[650] UNESCO Institute for Lifelong Learning, ETF y CEDEFOP, *Global Inventory of Regional and National Qualifications Frameworks. Volume I: Thematic chapters*, Hamburg, Germany: UNESCO Institute for Lifelong Learning, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/Hxc7LX.

[651] European Commission. (2018). *Descriptors defining levels in the European Qualifications Framework (EQF)*. Disponible en: https://goo.gl/A17DA4.

[652] Bologna Process Coordination Group for Qualifications Framework, "Report on qualifications frameworks," Bologna Process Coordination Group for Qualifications Framework, Strasbourg, DGIV/EDU/HE (2009) 2, 2009. Disponible en: https://goo.gl/At5Fyg.

[653] Gobierno de España. (2015). *Real Decreto 22/2015, de 23 de enero, por el que se establecen los requisitos de expedición del Suplemento Europeo a los títulos regulados en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y se modifica el Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-1158, no. 33, de 7 de febrero de 2015, sección Legislación consolidada, Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/yzwA1q.

[654] Gobierno de España. (2014). *Real Decreto 967/2014, de 21 de noviembre, por el que se establecen los requisitos y el procedimiento para la homologación y declaración de equivalencia a titulación y a nivel académico universitario oficial y para la convalidación de estudios extranjeros de educación superior, y el procedimiento para determinar la correspondencia a los niveles del marco español de cualificaciones para la educación superior de los títulos oficiales de Arquitecto, Ingeniero, Licenciado, Arquitecto Técnico, Ingeniero Técnico y Diplomado*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2014-12098, no. 283, de 22 de noviembre de 2014, sección I. Disposiciones generales, pp. 95973-95993. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/Dqdem9.

[655] Gobierno de España. (2015). *Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Universitaria, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 24 de abril de 2015, por el que se determina el nivel de correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior del Título Universitario Oficial de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-5188, no. 112, de 11 de mayo de 2015, sección I. Disposiciones generales, pp. 40807-40810. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/P47UJZ.

[656] Gobierno de España. (2015). *Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Universitaria, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 24 de abril de 2015, por el que se determina el nivel de correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior del Título Universitario Oficial de Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-5186, no. 112, de 11 de mayo de 2015, sección I. Disposiciones generales, pp. 40799-40802. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/JVNkQV.

[657] Gobierno de España. (2015). *Resolución de 4 de mayo de 2015, de la Dirección General de Política Universitaria, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 24 de abril de 2015, por el que se determina el nivel de correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior del Título Universitario Oficial de Ingeniero en Informática*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. BOE-A-2015-5187, no. 112, de 11 de mayo de 2015, sección I. Disposiciones generales, pp. 40803-40806. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/EB7CPe.

[658] P. J. Denning, "Educating a new engineer," *Commuication of the ACM,* vol. 35, no. 12, pp. 82-97, 1992. doi: 10.1145/138859.138870.

[659] J. E. Hopcroft, "Computer Science: The emergence of a discipline," *Communications of the ACM,* vol. 30, no. 3, pp. 198-202, 1987. doi: 10.1145/214748.214750.

[660] A. B. Tucker, "Strategic directions in computer science education," *ACM Computing Surveys,* vol. 28, no. 4, pp. 836-845, 1996. doi: 10.1145/242223.246876.

[661] W. F. Atchison *et al.*, "Curriculum 68: Recommendations for academic programs in computer science: a report of the ACM curriculum committee on computer science," *Communications of the ACM,* vol. 11, no. 3, pp. 151-197, 1968. doi: 10.1145/362929.362976.

[662] R. H. Austing, B. H. Barnes, D. T. Bonnette, G. L. Engel y G. Stokes, "Curriculum '78: recommendations for the undergraduate program in computer science— a report of the ACM curriculum committee on

computer science," *Communications of the ACM,* vol. 22, no. 3, pp. 147-166, 1979. doi: 10.1145/359080.359083.

[663] IEEE Computer Society, *The 1983 IEEE Computer Society model program in computer science and engineering*. Silver Spring, MD, USA: IEEE Computer Society Press, 1983.

[664] J. T. Cain Ed. "A Curriculum in Computer Science and Engineering," Publication EHO 119-8 USA: IEEE Computer Society, 1977.

[665] A. B. Tucker, "Computing Curricula 1991," *Communications of the ACM,* vol. 34, no. 6, pp. 68-84, 1991. doi: 10.1145/103701.103710.

[666] A. B. Tucker *et al.*, "Computing curricula 1991: Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force," ACM, New York, NY, USA, 1991.

[667] The Joint Task Force on Computing Curricula. IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, "Computing Curricula 2001 - Computer Science," New York, NY, USA, Final Report, 2001. Disponible en: https://goo.gl/6b3gqi.

[668] The Joint Task Force for Computing Curricula 2005, *Computing Curricula 2005. The Overview Report. Covering undergraduate degree programs in Computer Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology, Software Engineering. A volume of the Computing Curricula Series*, USA: ACM, IEEE Computer Society, 2006. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/MU6uzd.

[669] CS2008 Review Taskforce, "Computer Science Curriculum 2008: An interim revision of CS 2001," ACM, IEEE Computer Society, New York, NY, USA, 2008. Disponible en: https://goo.gl/KKXGWK.

[670] The Joint Task Force on Computing Curricula. Association for Computing Machinery (ACM) and IEEE Computer Society, *Computer Science Curricula 2013. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Computer Science*, USA: ACM, IEEE, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/yCDgi1. doi: 10.1145/2534860.

[671] The Joint Task Force on Computing Curricula. IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, "Software Engineering 2004. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series," ACM, IEEE Computer Society, USA, 2004. Disponible en: https://goo.gl/ShCgcx.

[672] The Joint Task Force on Computing Curricula. IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, "Software Engineering 2014. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series," ACM, IEEE Computer Society, USA, 2015. Disponible en: https://goo.gl/iCqJws.

[673] Stevens Institute of Technology, "Graduate Software Engineering 2009 (GSwE2009). Curriculum guidelines for graduate degree programs in Software Engineering," Stevens Institute of Technology 2009. Disponible en: https://goo.gl/REUbY9.

[674] J. T. Gorgone, G. B. Davis, J. S. Valacich, H. Topi, D. L. Feinstein y H. E. Longenecker, "IS 2002. Model curriculum and guidelines for undergraduate degree programs in Information Systems," ACM, AIS, AITP, USA, 2002. Disponible en: https://goo.gl/S5sxgd.

[675] H. Topi *et al.*, "IS 2010. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Information Systems," Association for Computing Machinery (ACM), Association for Information Systems (AIS), USA, 2010. Disponible en: https://goo.gl/sx6FRs.

[676] J. T. Gorgone, P. Gray, E. A. Stohr, J. S. Valacich y R. T. Wigand, "MSIS 2006: Model curriculum and guidelines for graduate degree programs in Information Systems," *Communications of AIS*, vol. 17, art. 1, 2006.

[677] H. Topi *et al.*, *MSIS 2016. Global competency model for graduate degree programs in Information Systems*, USA: ACM, AIS, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/uNQqSg. doi: 10.1145/3127597.

[678] B. M. Lunt *et al.*, "Information Technology 2008. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Information Technology," Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society, USA, 2008. Disponible en: https://goo.gl/xtB2FJ.

[679] Task Group on Information Technology Curricula IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, *Information Technology Curricula 2017. IT2017. Curriculum guidelines for baccalaureate degree programs in Information Technology. A Report in the Computing Curricula Series*, USA: Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society (IEEE-CS), 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/zVdr8J. doi: 10.1145/3173161.

[680] The Joint Task Force on Computing Curricula. IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery, "Computer Engineering 2004. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Computer Engineering. A Report in the Computing Curricula Series," IEEE Computer Society, Association for Computing Machinery, USA, 2004. Disponible en: https://goo.gl/3NQsyv.

[681] Joint Task Group on Computer Engineering Curricula. Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society, *Computer Engineering Curricula 2016. CE2016. Curriculum guidelines for undergraduate degree Programs in Computer Engineering. A Report in the Computing Curricula Series*, USA: Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society, 2016. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/4s98zN. doi: 10.1145/3025098.

[682] A. Tucker, F. Deek, J. Jones, D. McCowan, C. Stephenson y A. Verno, *A model curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K–12 Task Force Curriculum Committee*, 2nd ed. New York, NY, USA: ACM, 2006.

[683] D. Seehorn *et al.*, *K–12 Computer Science Standards. Revised 2011. The CSTA Standards Task Force*, New York, NY, USA: Computer Science Teachers Association, Association for Computing Machinery, 2011. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/onzt4o.

[684] Computer Science Teachers Association, "CSTA K-12 Computer Science Standards, Revised 2017," Computer Science Teachers Association, USA, 2017. Disponible en: https://goo.gl/SJLxHN.

[685] Gobierno de España. (1969). *Decreto 554/1969, de 29 de marzo, por el que se crea un Instituto de Informática, dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia, con sede en Madrid, y se regulan las enseñanzas de la misma.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1969-435, no. 89, de 14 de abril de 1969, sección I. Disposiciones generales, pp. 5452-5453. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/Bj1L5T.

[686] Gobierno de España. (1976). *Decreto 593/1976, de 4 de marzo, por el que se crean Facultades de Informática en Barcelona, Madrid y San Sebastián.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1976-6514, no. 74, de 26 de marzo de 1976, sección III. Otras disposiciones, pp. 6148-6149. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/6Tskow.

[687] Gobierno de España. (1976). *Decreto 327/1976, de 26 de febrero, sobre estudios de Informática.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1976-4706, no. 52, de 1

de marzo de 1976, sección I. Disposiciones generales, p. 4249. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/pGRxsF.

[688] Gobierno de España. (1990). *Real Decreto 1459/1990, de 26 de octubre, por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero en Informática y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquel.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1990-27912, no. 278, de 20 de noviembre de 1990, sección III. Otras disposiciones, pp. 34401-34402. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/8RMLd6.

[689] Gobierno de España. (1994). *Real Decreto 1954/1994, de 30 de septiembre, sobre homologación de títulos a los del Catálogo de Títulos Universitarios Oficiales, creado por el Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre.* Ministerio de Educación y Ciencia. BOE-A-1994-25190, no. 275, de 17 de noviembre de 1994, sección I. Disposiciones generales, pp. 35275-35285. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/FYZzQx.

[690] F. J. García Peñalvo, L. Alonso Romero, V. Cardeñoso Payo, C. Pardo Aguilar y R. Á. Fernández Díaz, "Perspectiva histórica de los estudios de Ingenierías Informáticas en las universidades públicas de Castilla y León," en *Los Estudios de Ingeniería Informática en el Espacio Europeo de Educación Superior. Contexto y Realidad en la Comunidad Autónoma de Castilla y León*, F. J. García Peñalvo, Ed. Aquilafuente, no. 101, pp. 1-7, Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2006.

[691] Gobierno de España. (2011). *Resolución de 21 de junio de 2011, de la Universidad de Burgos, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Informática.* Universidades. BOE-A-2011-11599, no. 159, de 5 de julio de 2011, sección III. Otras disposiciones, pp. 71263-71267. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/eHWjMU.

[692] Gobierno de España. (2012). *Resolución de 20 de noviembre de 2012, de la Universidad de León, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Informática.* Universidades. BOE-A-2012-14942, no. 295, de 8 de diciembre de 2012, sección III. Otras disposiciones, pp. 84453-84457. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/FZLw3f.

[693] Gobierno de España. (2011). *Resolución de 31 de marzo de 2011, de la Universidad de Salamanca, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Informática.* Universidades. BOE-A-2011-8007, no. 108, de 6 de mayo de 2011, sección III. Otras disposiciones, pp. 45337-45338. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/QSfcwA.

[694] Gobierno de España. (2011). *Resolución de 16 de mayo de 2011, de la Universidad de Salamanca, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información.* Universidades. BOE-A-2011-9602, no. 130, de 1 de junio de 2011, sección III. Otras disposiciones, pp. 54324-54326. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/bvf6ne.

[695] Junta de Castilla y León. (2001). *Decreto 281/2000, de 28 de diciembre, por el que se crean centros y se autorizan enseñanzas en las Universidades de Burgos, León, Salamanca y Valladolid.* Consejería de Educación y Cultura. BOCYL, no. 1, de 2 de enero de 2001, sección II. Disposiciones generales, p. 8. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/3jTQEu.

[696] Junta de Castilla y León. (2010). *Resolución de 15 de diciembre de 2010, de la Universidad de Valladolid, por la que se publica el plan de estudios de Graduado/a en Ingeniería Informática*. Universidad de Valladolid. BOCYL, no. 248, de 27 de diciembre de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 98494-98498. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/zfE8Sa.

[697] Junta de Castilla y León. (2011). *Resolución de 27 de mayo de 2011, de la Universidad de Valladolid, por la que se publica el Plan de Estudios de Graduado/a en Ingeniería Informática de Sistemas*. Universidad de Valladolid. BOCYL, no. 111, de 9 de junio de 2011, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 45027-45031. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/hDDwsJ.

[698] Junta de Castilla y León. (2010). *Resolución de 15 de diciembre de 2010, de la Universidad de Valladolid, por la que se publica el plan de estudios de Graduado/a en Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones*. Universidad de Valladolid. BOCYL, no. 248, de 27 de diciembre de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León, subsección C. Otras disposiciones, pp. 98499-98502. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/b1AqWL.

[699] !!! INVALID CITATION !!! .

[700] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica del Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018*. Facultad de Ciencias. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/bEPJbt.

[701] Universidad de Salamanca. (2017). *Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ciencias. Indicadores del título. Curso 2015-2016*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/UJtDQf.

[702] Universidad de Salamanca. (2016). *Graduado o Graduada en Ingeniería Informática. Inserción laboral de los egresados del curso 2013/2014*. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/uVMteH.

[703] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica del Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018*. Facultad de Ciencias. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/Ly81WG.

[704] Universidad de Salamanca. (2017). *Máster Universitario en Ingeniería Informática. Facultad de Ciencias. Indicadores del título. Curso 2015-2016*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/6LjNu8.

[705] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica del Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Curso 2017-2018*. Facultad de Ciencias. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/BB8F19.

[706] Instituto Cervantes, *Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, enseñanza, evaluación*, Madrid, España: Secretaría General Técnica del MECD-Subdirección General de Información y Publicaciones y Grupo ANAYA, 2002. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/QwZbKd.

[707] Universidad de Salamanca. (2017). *Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Facultad de Ciencias. Indicadores del título. Curso 2015-2016*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/GFff6t.

[708] Universidad de Salamanca. (2016). *Máster Universitario en Sistemas Inteligentes por la Universidad de Salamanca. Inserción laboral de los egresados del curso 2013/2014*. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/Uex7fU.

[709] BOE. (2011). *Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado*. Ministerio de Educación. sección I, pp. 13909-13926. Madrid, Spain: Gobierno de España. Disponible: http://www.boe.es/boe/dias/2011/02/10/pdfs/BOE-A-2011-2541.pdf.

[710] Universidad de Salamanca. (2017). *Ingeniería Informática (R.D.99/2011). Curso 2016-2017. Tablas de datos e indicadores. Tabla 10. Indicadores del programa de doctorado*. Observatorio de la Calidad y el Rendimiento Académico. Unidad de Evaluación de la Calidad. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/aCFYg4.

[711] Gobierno de España. (2009). *Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de creación del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería en Informática*. Jefatura de Estado. BOE-A-2009-19561, no. 293, de 5 de diciembre de 2009, sección I. Disposiciones generales, pp. 103527-103528. Madrid, España: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Disponible: https://goo.gl/xTwf2B.

[712] Consejo de Colegios de Ingeniería Informática (CCII), *Estudio nacional sobre la situación laboral de los profesionaes del sector de tecnologías de la información*, España: Consejo de Colegios de Ingeniería Informática (CCII), 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/g2hQAa.

[713] A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, J. J. Mena Marcos y C. González, "Introducción de la Perspectiva de Género en la docencia de Ingeniería del Software," en *La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017 (4-6 de Octubre de 2017, Zaragoza, España)*, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo-Blanco y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 627-631, Zaragoza, España: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2017. doi: 10.26754/CINAIC.2017.000001_134.

[714] A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, J. J. Mena Marcos y C. González González, "Inclusión de la perspectiva de género en la asignatura de Ingeniería de Software I," en "Memorias de Innovación Docente," núm. ID2016/084, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2017. Disponible en: https://goo.gl/PzZeAN.

[715] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica de Doble Titulación de Grado en Ingeniería Informática de Sistemas de Información y Grado en Información y Documentación*. Escuela Politécnica Superior de Zamora, Facultad de Traducción y Documentación. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/VTRdGS.

[716] P. Naur y B. Randell Eds., "Software Engineering: Report of a conference sponsored by the NATO Science Committee, Garmisch, Germany, 7-11 Oct. 1968." Brussels, Belgium: Scientific Affairs Division, NATO, 1969. Disponible en: https://goo.gl/PYKmfY.

[717] I. Sommerville, *Ingeniería de Software*, 9ª ed. Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación, México, 2011.

[718] IEEE, *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology* (ANSI/ IEEE Std 729-1983). USA: IEEE, 1983. doi: 10.1109/IEEESTD.1983.7435207.

[719] IEEE, *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology* (IEEE Std 610.12-1990). USA: IEEE, 1990. doi: 10.1109/IEEESTD.1990.101064.

[720] R. S. Pressman y B. R. Maxim, *Software Engineering: A practitioner's approach*, 8th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2015.

[721] M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y Diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Una perspectiva de Ingeniería del Software*. Madrid, España: Ra-ma, 2004.

[722] M. G. Piattini Velthius, J. A. Calvo-Manzano, J. Cervera Bravo y L. Fernández Sanz, *Análisis y diseño detallado de aplicaciones informáticas de gestión*. Madrid, España: Ra-ma, 2007.

[723] B. Mynatt, *Software engineering with students project guidance*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall International, 1990.

[724] B. Randell, "Memories of the NATO Software Engineering Conferences," *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 20, no. 1, pp. 51-54, 1998.

[725] B. Randell y J. N. Buxton Eds., "Software Engineering Techniques: Report of a conference sponsored by the NATO Science Committee, Rome, Italy, 27-31 Oct. 1969." Brussels, Belgium: Scientific Affairs Division, NATO, 1970.

[726] J. E. Tomayko, "A Historian's view of software engineering," en *Proceedings of the Thirteenth Conference on Software Engineering Education and Training (Austin, TX, USA, 6-8 March 2000)* pp. 101-102, USA: IEEE, 2000. doi: 10.1109/CSEE.2000.827027.

[727] C. Lewerentz y H. Rust, "Are software engineers true engineers?," *Annals of Software Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 311-328, 2000/11/01 2000. doi: 10.1023/A:1018952103240.

[728] A. Bryant, "Metaphor, myth and mimicry: The bases of software engineering," *Annals of Software Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 273-292, 2000/11/01 2000. doi: 10.1023/A:1018947902331.

[729] M. Shaw, "Prospects for an engineering discipline of software," *IEEE Software*, vol. 7, no. 6, pp. 15-24, 1990. doi: 10.1109/52.60586.

[730] F. L. Bauer, "Software Engineering," en *Information Processing 71: Proceedings of IFIP Congress 71, Ljubljana, Yugoslavia, August 23-28, 1971*, C. V. Freiman, J. E. Griffith y J. L. Rosenfeld, Eds., Amsterdam, The Netherlands: North Holland, 1972.

[731] D. L. Parnas, "Software engineering or methods for the multi-person construction of multi-version programs," en *Programming Methodology. IBM 1974*, C. E. Hackl, Ed. Lecture Notes in Computer Science, no. LNCS 23, pp. 225-235, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1975. doi: 10.1007/3-540-07131-8_28.

[732] D. L. Parnas, "Software Engineering: Multi-person Development of Multi-version Programs," en *Dependable and Historic Computing: Essays Dedicated to Brian Randell on the Occasion of His 75th Birthday*, C. B. Jones y J. L. Lloyd, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. LNCS 6875, pp. 413-427, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. doi: 10.1007/978-3-642-24541-1_31.

[733] B. W. Boehm, "Software Engineering," *IEEE Transactions on Computers*, vol. C-25, no. 12, pp. 1226-1241, 1976. doi: 10.1109/TC.1976.1674590.

[734] M. V. Zelkovitz, A. C. Shaw y J. D. Gannon, *Principles of Software Engineering and Design*. Englewoods Clif, NJ, USA: Prentice-Hall, 1979.

[735] R. Fairley, *Software Engineering Concepts*. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1985.

[736] Comité de Calidad del Software, "Glosario de Términos de Calidad e Ingeniería del Software," Asociación Española para la Calidad, 1987.

[737] W. S. Humphrey, *Managing the software process*. Reading, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1989.
[738] ISO/IEC/IEEE, *Systems and software engineering - Vocabulary* (ISO/IEC/IEEE 24765:2010(E)). USA: IEEE, 2010. doi: 10.1109/IEEESTD.2010.5733835.
[739] W. B. Frakes, C. Fox y B. A. Nejmeh, *Software Engineering in the UNIX/C Environment*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 1991.
[740] B. I. Blum, *Software engineering. A holistic view*. New York, NY, USA: Oxford University Press, 1992.
[741] A. M. Davis, *Software requirements. Objects, functions and states*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall International, 1993.
[742] W. S. Humphrey, "Software Engineering," en *Encyclopedia of Computer Science*, A. Ralston y E. D. Reilly, Eds. pp. 1217-1222, New York, NY, USA: Van Nostrand Reinhold, 1993.
[743] M. Shaw y D. Garlan, *Software architecture: Perspectives on an emerging discipline*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1996.
[744] B. Boehm, "A view of 20th and 21st century software engineering," en *Proceedings of the 28th international conference on Software engineering, ICSE '06 (Shanghai, China - May 20 - 28, 2006)* pp. 12-29, New York, NY, USA: ACM, 2006. doi: 10.1145/1134285.1134288.
[745] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Essex, England: Pearson Education Limited, 2016.
[746] The British Computer Society y The Institution of Electrical Engineering, *A report on undergraduate curricula for Software Engineering Curricula*. UK: The British Computer Society and The Institution for Electrical Engineers, 1989.
[747] G. Ford, "1990 SEI Report on Undergraduate Software Engineering Education," Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, Technical Report, 1990. Disponible en: https://goo.gl/z6BNoK.
[748] C. A. R. Hoare, "Software engineering," *BCS, Computer Bulletin,* vol. 2, no. 6, pp. 6-7, 1975.
[749] J. A. McDermid Ed. "The software engineer's reference book." Oxford, UK: Butterworth Heinemann, 1991.
[750] R. S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach - European Adaptation*, 5th ed. London, England: McGraw-Hill, 2000.
[751] I. Sommerville, *Software Engineering*, 6th ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2001.
[752] A. I. Wasserman, "Toward a discipline of software engineering," *IEEE Software,* vol. 13, no. 6, pp. 23-31, 1996. doi: 10.1109/52.542291.
[753] L. V. Bertalanffy, *General Systems Theory: Fundations, development, applications*. New York, NY, USA: George Brazillier, 1968.
[754] J. L. Le Moigne, *Les Systèmes d'information dans les organisations*. Paris, France: Presses universitaires de France, 1973.
[755] B. Meyer, *Object Oriented Software Construction*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1997.
[756] B. W. Boehm, *Software Engineering Economics*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 1981.
[757] B. W. Boehm, "Software Engineering Economics," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. SE-10, no. 1, pp. 4-21, 1984. doi: 10.1109/TSE.1984.5010193.
[758] ISO/IEC/IEEE, *ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering -- Software life cycle processes*, 2nd ed. (ISO/IEC 12207:2008(E), IEEE Std 12207-2008). USA: IEEE, 2008. doi: 10.1109/IEEESTD.2008.4475826.

[759] ISO/IEC/IEEE, *ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering -- Software life cycle processes* (ISO/IEC/IEEE 12207:2017(E)). USA: IEEE, 2017. doi: 10.1109/IEEESTD.2017.8100771.

[760] ISO/IEC/IEEE, *ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering -- System life cycle processes* (ISO/IEC/IEEE 15288:2015(E)). USA: IEEE, 2015. doi: 10.1109/IEEESTD.2015.7106435.

[761] IEEE Computer Society, *IEEE Guide--Adoption of ISO/IEC TR 24474:2010 Systems and Software Engineering-- Life Cycle Management--Guidelines for Process Description* (IEEE Std 24774-2012). New York, NY, USA: IEEE, 2012. doi: 10.1109/IEEESTD.2012.6190704.

[762] J. Nogueira, C. Jones y Luqi, "Surfing the Edge of Chaos: Applications to Software Engineering," presentado en Command and Control Research and Technology Symposium, Naval Post Graduate School, Monterey, CA, USA, 2000. Disponible: https://goo.gl/vXoAjK.

[763] S. Kauffman, *At Home in the Universe. The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity.* New York, NY, USA: Oxford University Press, 1995.

[764] D. Oliver y J. Roos, "The poised organization: Navigating effectively in knowledge landscapes," presentado en Strategic Management Society Annual Conference, Phoenix, AR., USA, 1996.

[765] C. Perrow, "A Framework for Comparative Analysis of Organizations," *American Sociological Review,* vol. 32, pp. 194-208, 1967.

[766] W. W. Royce, "Managing the development of large software systems: Concepts and techniques," presentado en Western Electronic Show and Convention (WesCon) August 25–28, 1970, Los Angeles, CA, USA, 1970.

[767] W. W. Royce, "Managing the development of large software systems: Concepts and techniques," en *Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering, ICSE'87 (Monterey, California, USA)* pp. 328-338, Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press, 1987.

[768] W. W. Agresti Ed. "New paradigms for software development." Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press, 1986.

[769] W. W. Agresti, "The conventional software life cycle model: Its evolution and assumptions," en *New paradigms for software development*, Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press, 1986.

[770] R. Balzer, T. J. Cheatham y C. Green, "Software Technology in the 1990's: Using a New Paradigm," *Computer,* vol. 16, no. 11, pp. 39-45, 1983. doi: 10.1109/MC.1983.1654237.

[771] D. R. Graham, "Incremental development: review of nonmonolithic life-cycle development models," *Information and Software Technology,* vol. 31, no. 1, pp. 7-20, 1989/01/01/ 1989. doi: 10.1016/0950-5849(89)90049-9.

[772] B. Boehm, "A spiral model of software development and enhancement," *SIGSOFT Software Engineering Notes,* vol. 11, no. 4, pp. 14-24, 1986. doi: 10.1145/12944.12948.

[773] B. W. Boehm, "A spiral model of software development and enhancement," *Computer,* vol. 21, no. 5, pp. 61-72, 1988. doi: 10.1109/2.59.

[774] J. C. Derniame, B. A. Kaba y D. Wastell Eds., "Software process: Principles, methodology, and technology," Lecture Notes in Computer Science LNCS 1500. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1999. doi: 10.1007/3-540-49205-4.

[775] I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *The Unified Software Development Process* (Object Technology Series). Reading, Massachusetts, USA: Addison Wesley, 1999.

[776] P. Kruchten, *The Rational Unified Process. An Introduction*, 3rd ed. (Object Technology Series). Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2004.
[777] K. Beck *et al.*, "Agile Manifesto," Agile Alliance, 2001, Disponible en: https://goo.gl/uXEUwJ.
[778] K. Beck, "Embracing change with extreme programming," *Computer*, vol. 32, no. 10, pp. 70-77, 1999. doi: 10.1109/2.796139.
[779] K. Beck, *Extreme Programming Explained. Embrace Change*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2000.
[780] K. Schwaber y M. Beedle, *Agile software development with Scrum*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 2001.
[781] K. Schwaber, *Agile Project Management with Scrum* (Developer Best Practices). Redmond, WA, USA: Microsoft Press, 2004.
[782] J. Stapleton, *DSDM: Business Focused Development*, 2nd ed. (Agile Software Development Series). London, UK: Pearson Education, 2003.
[783] Agile Alliance. (2018). *Agile Practices Timeline*. Disponible en: https://goo.gl/gTxQbb.
[784] J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy y W. Lorensen, *Object-oriented modeling and design*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1991.
[785] B. Henderson-Sellers y D. G. Firesmith, "Comparing OPEN and UML: The two third-generation OO development approaches," *Information and Software Technology*, vol. 41, no. 3, pp. 139-156, 1999. doi: 10.1016/S0950-5849(98)00127-X.
[786] M. A. Jackson, *Principles of program design*. Orlando, FL, USA: Academic Press, 1975.
[787] M. A. Jackson, *System development*. London, UK: Prentice-Hall International, 1983.
[788] J. R. Cameron, *JSP and JSD: The Jackson Approach to Software Development*, 2nd ed. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press, 1989.
[789] J. Warnier, *Logical Construction of Programs*. New York, NY, USA: Van Nostrand Reinhold, 1974.
[790] K. T. Orr, *Structured System Development*. New York, NY, USA: Yourdon Press, 1977.
[791] K. T. Orr, *Structured Requirements Definition*. Topeka, KS, USA: Ken Orr & Associates, 1981.
[792] E. Yordon y L. Constantine, *Structured design*. New York, NY, USA: Yourdon Press, 1975.
[793] E. Yourdon y L. L. Constantine, *Structured design: Fundamentals of a discipline of computer program and systems design*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 1979.
[794] E. Yourdon, *Modern structured analysis*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 1989.
[795] T. DeMarco, *Structured analysis and system specification* (Yourdon Press Computing Series). Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, 1979.
[796] C. P. Gane y T. Sarson, *Structured systems analysis: Tools and techniques*. Englewood. Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall Professional Technical Reference, 1979.
[797] C. P. Gane y T. Sarson, *Structured systems analysis and design*. New York, NY, USA: Improved Systems Technologies, 1977.
[798] H. Tardieu, A. Rochfeld y R. Coletti, *La Méthode Merise. Tome 1. Principes et outils*. Paris: Editions d'Organisation, 1983.

[799] H. Tardieu, A. Rochfeld, R. Coletti, G. Panet y G. Vahée, *La Méthode Merise. Tome 2. Démarche et pratiques*. Paris: Editions d'Organisation, 1985.

[800] A. Rochfeld y J. Morejon, *La Méthode Merise. Tome 3. Gamme opératoire*. Paris: Editions d'Organisation, 1989.

[801] Yourdon Inc., *Yourdon™ Systems Method. Model-driven systems development* (Yourdon press Computing Series). Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 1993.

[802] C. Ashworth y M. Goodland, *SSADM: A Practical Approach*. London, UK: McGraw-Hill, 1990.

[803] Central Computer & Telecommunications Agency, *SSADM Foundation* (Business Systems Development with SSADM). London, UK: Stationery Office Books, 2000.

[804] Ministerio de las Administraciones Públicas, *Metodología Métrica 2.1. Volúmenes 1-3*. Madrid, España: Tecnos, 1995.

[805] Ministerio de las Administraciones Públicas, *Métrica v3*, Madrid, España: Ministerio de las Administraciones Públicas, 2001. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/FZ3aX4.

[806] P. T. Ward y S. J. Mellor, *Structured development for real-time systems: Vol. I: Introduction and tools* (Yourdon Press Computing Series). Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 1985.

[807] P. T. Ward y S. J. Mellor, *Structured development for real-time systems: Vol. II: Essential modeling techniques* (Yourdon Press Computing Series). Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 1985.

[808] S. J. Mellor y P. T. Ward, *Structured development for real-time systems: Vol. III: Implementation modeling techniques* (Yourdon Press Computing Series). Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2000.

[809] D. J. Hatley y I. A. Pirbhai, *Strategies for real-time system specification*. New York, NY, USA: Dorset House Publishing, 1987.

[810] B. J. Wielinga, A. T. Schreiber y J. A. Breuker, "KADS: A modeling approach to knowledge engineering," *Knowledge Acquisition*, vol. 4, pp. 5-23, 1992.

[811] A. T. Schreiber, B. J. Wielinga y J. A. Breuker Eds., "KADS: A principled approach to knowledge-based system development," Knowledge-Based Systems Book Series. London, UK: Academic Press, 1993.

[812] A. T. Schreiber, B. J. Wielinga, J. M. Akkermans, W. Van De Velde y R. de Hoog, "CommonKADS. A comprehensive methodology for KBS development," *IEEE Expert: Intelligent Systems and Their Applications*, vol. 9, no. 6, p. 28—37, 1994. doi: 10.1109/64.363263.

[813] A. Gómez-Pérez, N. Juristo, C. Montes y J. Pazos, *Ingeniería del conocimiento. Diseño y Construcción de Sistemas Expertos*. Madrid, España: Ceura, 1997.

[814] M. C. Suárez-Figueroa, A. Gómez-Pérez, E. Motta y A. Gangemi Eds., "Ontology Engineering in a Networked World." Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2012. doi: 10.1007/978-3-642-24794-1.

[815] M. C. Suárez-Figueroa, A. Gómez-Pérez y M. Fernández-López, "The NeOn methodology for ontology engineering," en *Ontology Engineering in a Networked World*, M. C. Suárez-Figueroa, A. Gómez-Pérez, E. Motta y A. Gangemi, Eds. pp. 9-34, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2012. doi: 10.1007/978-3-642-24794-1_2.

[816] G. Booch, *Object-oriented analysis and design*, 2nd ed. Redwood City, CA, USA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1994.

[817] G. Booch, R. A. Maksimchuk, M. W. Engle, B. J. Young, J. Conallen y K. A. Houston, *Object-oriented analysis and design with applications*, 3rd ed. (Object-Technology). Boston, MA, USA, 2007.

[818] J. Rumbaugh, *OMT insights. Perspectives on Mmodeling from the Journal of Object-Oriented Programming*. New York, NY, USA: SIGS Books Publications, 1996.

[819] M. R. Blaha y J. R. Rumbaugh, *Object-oriented modeling and design with UML*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 2004.

[820] I. Jacobson, M. Christerson, P. Jonsson y G. Övergaad, *Object oriented software engineering: A use case driven approach*. Reading, MA, USA: Addison-Wesley, 1992.

[821] D. Coleman, P. Arnold, S. Bodoff, C. Dolin, F. Hayes y P. Jeremaes, *Object-Oriented Development: The Fusion Method*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1994.

[822] B. Henderson-Sellers y J. M. Edwards, *BOOKTWO of object-oriented knowledge: The working object: Object-Oriented Software Engineering: Methods and Management* (Prentice-Hall Object-Oriented Series). Englewood Cliff, NJ, USA: Prentice-Hall, 1994.

[823] B. Henderson-Sellers y J. M. Edwards, "MOSES: A Second Generation Object-Oriented Methodology," *Object Magazine,* vol. 4, no. 2, pp. 68-73, 1994.

[824] O. Pastor, E. Insfrán, V. Pelechano, J. Romero y J. Merseguer, "OO-Method: An OO Software Production Environment Combining Conventional and Formal Methods," en *Advanced Information Systems Engineering (9th International Conference on Advanced Information Systems Engineering, CAiSE97 - Barcelona, Catalonia, Spain, June 1997)*, A. Olivé y J. A. Pastor, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. LNCS 1250, pp. 145-158, Berlin, Heidelberg: Springer, 1997. doi: 10.1007/3-540-63107-0_11.

[825] O. Pastor, J. Gómez, E. Insfrán y V. Pelechano, "The OO-Method approach for information systems modeling: from object-oriented conceptual modeling to automated programming," *Information Systems,* vol. 26, no. 7, pp. 507-534, 2001. doi: 10.1016/s0306-4379(01)00035-7.

[826] O. Pastor y I. Ramos, *Oasis 2.1.1: A class-definition language to model information systems using an object-oriented approach*. Valencia, Spain: Servicio de Publicaciones UPV, Universidad Politécnica de Valencia, 1995.

[827] P. Sánchez, P. Letelier, I. Ramos y O. Pastor, "OASIS 3.0: Un enfoque formal para el modelado conceptual orientado a objeto," en *Actas de las III Jornadas de Trabajo MENHIR (13 y 14 de noviembre de 1998, Murcia, España)*, B. Moros y J. Sáez, Eds. pp. 63-74, Murcia, España: Proyecto MENHIR, 1998.

[828] P. Letelier, P. Sánchez, O. Pastor y I. Ramos, *OASIS Versión 3: Un enfoque formal para el modelado conceptual orientado a objeto*. Valencia, España: Servicio de Publicaciones UPV, Universidad Politécnica de Valencia, 1998.

[829] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Sumario de la asignatura Ingeniería de Software I," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/aKvUGZ. doi: 10.5281/zenodo.1183772.

[830] F. P. Brooks, *The mythical man-nonth. Essays on software engineering. Anniversary Edition*. Boston, MA, USA: Addison Wesley, 1995.

[831] E. W. Dijkstra, "Letters to the editor: go to statement considered harmful," *Communications of the ACM,* vol. 11, no. 3, pp. 147-148, 1968. doi: 10.1145/362929.362947.

[832] C. Böhm y G. Jacopini, "Flow diagrams, turing machines and languages with only two formation rules," *Communications of the ACM,* vol. 9, no. 5, pp. 366-371, 1966. doi: 10.1145/355592.365646.

[833] C. A. R. Hoare, "An axiomatic basis for computer programming," *Communications of the ACM,* vol. 12, no. 10, pp. 576-580, 1969. doi: 10.1145/363235.363259.

[834] E. W. Dijkstra, "Co-operating sequential processes," en *Programming Languages*, F. Genuys, Ed. pp. 43–112, New York, NY, USA: Academic Press, 1968.

[835] F. T. Baker, "Structured programming in a production programming environment," *ACM SIGPLAN Notices,* vol. 10, no. 6, pp. 172-185, 1975. doi: 10.1145/390016.808437.

[836] U.S. Department of Defense. (1985). *MIL-STD-1521B: Reviews and audits.* Washington, DC, USA: U.S. Department of Defense.

[837] U.S. Department of Defense. (1988). *DOD-STD-2167A: Defense system software development.* Washington, DC, USA: U.S. Department of Defense.

[838] M. C. Paulk, "A history of the Capability Maturity Model for software," *Software Quality Professional,* vol. 12, no. 1, pp. 5-19, 2009.

[839] M. A. Cusumano, "The software factory: a historical interpretation," *IEEE Software,* vol. 6, no. 2, pp. 23-30, 1989. doi: 10.1109/MS.1989.1430446.

[840] F. J. García-Peñalvo, *Modelo de Reutilización Soportado por Estructuras Complejas de Reutilización Denominadas Mecanos* (Vitor, no. 53). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2000.

[841] G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2nd, Ed. *The Unified Modeling Language User Guide* (Object Technology Series). Upper Saddle River, NJ, USA: Addison-Wesley, 2005.

[842] J. Rumbaugh, I. Jacobson y G. Booch, *The Unified Modeling Language reference manual*, 2ª ed. (Object Technology Series). Boston, MA, USA: Addison Wesley, 2005.

[843] Object Management Group, "Unified Modeling Language specification version 2.5.1," Object Management Group, Needham, MA, USA, formal/17-12-05, 2017. Disponible en: https://goo.gl/kaE82a.

[844] F. P. J. Brooks, "No silver bullet. Essence and accidents of software engineering," *Computer,* vol. 20, no. 4, pp. 10-19, 1987. doi: 10.1109/MC.1987.1663532.

[845] T. J. Berners-Lee, R. Cailliau y J.-F. Groff, "The world-wide web," *Computer Networks and ISDN Systems,* vol. 25, no. 4-5, pp. 454–459, 1992. doi: 10.1016/0169-7552(92)90039-S.

[846] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson y J. Vlissides, *Design patterns: Elements of reusable object oriented software* (Addison-Wesley Professional Computing Series). Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 1995.

[847] F. Buschmann, R. Meunier, H. Rohnert, P. Sommerlad y M. Stal, *Pattern-oriented software architecture. A system of patterns. Volume 1* (Wiley Series in Software Design Patterns). Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons, 1996.

[848] L. Bass, P. Clements y R. Kazman, *Software architecture in practice*, 3rd ed. (The SEI Series in Software Engineering). Upper Saddle River, NJ, USA: Addison-Wesley, 2013.

[849] K. Lyytinen, L. Mathiassen y J. Ropponen, "A framework for software risk management," *Journal of Information Technology,* vol. 11, no. 4, pp. 275–285, 1996. doi: 10.1057/jit.1996.2.

[850] R. N. Charette, *Software engineering risk analysis and management*. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1989.

[851] B. W. Boehm y R. Ross, "Theory-W software project management principles and examples," *IEEE Transactions on Software Engineering,* vol. 15, no. 7, pp. 902-916, 1989. doi: 10.1109/32.29489.

[852] R. M. Stallman, *Free Software, Free Society - Selected Essays of Richard M. Stallman*, 2nd ed. Boston. USA: GNU Press, 2010. Disponible en: https://goo.gl/u29sjx.

[853] L. Torvalds y A. Diamond, *Just for fun: The story of an accidental revolutionary*. New York, NY, USA: Harper, 2002.

[854] G. Moody, *Rebel code: Linux and the open source revolution*. New York, NY, USA: Basic Books, 2002.

[855] E. S. Raymond, *The Cathedral and the Bazaar*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly & Associates, Inc., 1999.

[856] A. Capiluppi y M. Michlmayr, "From the cathedral to the bazaar: An empirical study of the lifecycle of volunteer community projects," en *Open Source Development, Adoption and Innovation. IFIP International Conference on Open Source Systems, OSS 2007*, J. Feller, B. Fitzgerald, W. Scacchi y A. Sillitti, Eds. IFIP - The International Federation for Information Processing, no. 234, pp. 31-44, Boston, MA: Springer doi: 10.1007/978-0-387-72486-7_3.

[857] B. Shneiderman, *Software psychology: Human factors in computer and information systems* (Winthrop computer systems series). Cambridge, MA, USA: Winthrop Publishers, 1980.

[858] L. Bass y J. Coutaz, *Developing software for the user interface* (SEI Series). Reading, MA, USA: Addison-Wesley, 1991.

[859] M. C. Paulk, B. Curtis, M. B. Chrissis y C. V. Weber, "Capability Maturity Model, Version 1.1," *IEEE Software,* vol. 10, no. 4, pp. 18-27, 1993. doi: 10.1109/52.219617.

[860] M. C. Paulk, C. V. Weber, B. Curtis y M. B. Chrissis, *The Capability Maturity Model: Guidelines for improving the software process*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1995.

[861] J. Highsmith, *Adaptive software development. A collaborative approach to managing complex systems*. New York, NY, USA: Dorset House, 2000.

[862] X. Larrucea, R. V. O. Connor, R. Colomo-Palacios y C. Y. Laporte, "Software Process Improvement in Very Small Organizations," *IEEE Software,* vol. 33, no. 2, pp. 85-89, 2016. doi: 10.1109/MS.2016.42.

[863] S. Biffl, A. Aurum, B. W. Boehm, H. Erdogmus y P. Grünbacher Eds., "Value-Based Software Engineering." Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. doi: 10.1007/3-540-29263-2.

[864] M. Fowler, *Patterns of enterprise applications architecture* (The Addison-Wesley Signature Series). Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2003.

[865] S. J. Mellor, A. N. Clark y T. Futagami, "Model-driven development," *IEEE Software,* vol. 20, no. 5, pp. 14-18, 2003. doi: 10.1109/MS.2003.1231145.

[866] J. García Molina, F. O. García Rubio, V. Pelechano, A. Vallecillo, J. M. Vara y C. Vicente-Chicote, *Desarrollo de software dirigido por modelos: Conceptos, métodos y herramientas*. Madrid, España: Ra-Ma, 2013.

[867] D. C. Schmidt, "Model-Driven Engineering," *Computer,* vol. 39, no. 2, pp. 25-31, 2006. doi: 10.1109/MC.2006.58.

[868] J. Miller y J. Mukerji, "Model Driven Architecture (MDA)," Object Management Group, Needham, MA, USA, ormsc/01-07-01, 2001. Disponible en: https://goo.gl/CRLSnH.

[869] Object Management Group, "Model Driven Architecture (MDA). MDA Guide rev. 2.0," Object Management Group, Needham, MA, USA, ormsc/2014-06-01, 2014. Disponible en: https://goo.gl/wXwCTo.

[870] B. W. Boehm, "Some future trends and implications for systems and software engineering processes," *Systems Engineering,* vol. 9, no. 1, pp. 1-19, 2006. doi: 10.1002/sys.20044.

[871] M. B. Chrissis, M. Konrad y S. Shrum, *CMMI for development: Guidelines for process integration and product improvement*, 3rd ed. (The SEI Series in Software Engineering). Upper Saddle River, NJ, USA: Addison Wesley, 2011.

[872] B. W. Boehm, "Anchoring the software process," *IEEE Software,* vol. 13, no. 4, pp. 73-82, 1996. doi: 10.1109/52.526834.

[873] P. Kroll y P. Kruchten, *The rational unified process made easy: A practitioner's guide to the rational unified process* (Addison-Wesley Object Technology Series). Boston, MA, USA: Addison Wesley, 2003.

[874] A. H. Maslow, *Motivation and personality*. New York, NY, USA: Harper and Row, 1954.

[875] H. R. Booher, "Introduction: Human systems integration," en *Handbook of human systems integration*, H. R. Booher, Ed. Wiley Series in Systems Engineering and Management, pp. 1-30, New York, NY, USA: John Wiley & Sons Inc., 2003.

[876] B. W. Boehm y A. Jain, "An initial theory of value-based software engineering," en *Value-Based Software Engineering*, S. Biffl, A. Aurum, B. W. Boehm, H. Erdogmus y P. Grünbacher, Eds. pp. 15-37, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. doi: 10.1007/3-540-29263-2.

[877] A. Fuggetta, "Software process: A roadmap," en *Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering (Limerick, Ireland — June 04 - 11, 2000)*, A. Finkelstein, Ed. pp. 25-34, New York, NY, USA: ACM, 2000. doi: 10.1145/336512.336521.

[878] J. Garzás, J. Enríquez de Salamanca y E. Irrazábal, *Gestión ágil de proyectos software. Versión 1.1.* Madrid, España: Kybele Consulting, 2012.

[879] B. W. Boehm y R. Turner, *Balancing agility and discipline. A guide for the perplexed.* Boston, MA, USA: Addison Wesley, 2004.

[880] R. Colomo-Palacios, C. Casado-Lumbreras, P. Soto-Acosta, F. J. García-Peñalvo y E. Tovar-Caro, "Project managers in global software development teams: A study of the effects on productivity and performance," *Software Quality Journal,* vol. 22, no. 1, pp. 3-19, 2014. doi: 10.1007/s11219-012-9191-x.

[881] R. Colomo-Palacios, C. Casado-Lumbreras, P. Soto-Acosta, S. Misra y F. J. García-Peñalvo, "Analyzing Human Resource Management Practices Within the GSD Context," *Journal of Global Information Technology Management,* vol. 15, no. 3, pp. 30-54, 2012. doi: 10.1080/1097198X.2012.10845617.

[882] K. Manikas y K. M. Hansen, "Software ecosystems – A systematic literature review," *Journal of Systems and Software,* vol. 86, no. 5, pp. 1294-1306, 2013. doi: 10.1016/j.jss.2012.12.026.

[883] T. Mens, M. Claes, P. Grosjean y A. Serebrenik, "Studying evolving software ecosystems based on ecological models," en *Evolving Software Systems*, T. Mens, A. Serebrenik y A. Cleve, Eds. pp. 297-326, Berlin, Heidelberg: Springer, 2014. doi: 10.1007/978-3-642-45398-4_10.

[884] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic y M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems,* vol. 29, no. 7, pp. 1645-1660, 2013. doi: 10.1016/j.future.2013.01.010.

[885] L. Atzori, A. Iera y G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Computer Networks,* vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, 2010. doi: 10.1016/j.comnet.2010.05.010.

[886] M. Brettel, N. Friederichsen, M. Keller y M. Rosenberg, "How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 perspective " *International Journal of Information and Communication Engineering,* vol. 8, no. 1, pp. 37-44, 2014.

[887] V. Roblek, M. Meško y A. Krapež, "A complex view of Industry 4.0," *SAGE Open,* vol. 6, no. 2, 2016. doi: 10.1177/2158244016653987.

[888] W. van der Hoek y M. Wooldridge, "Multi-agent systems," en *Handbook of knowledge representation*, F. van Harmelen, V. Lifschitz y B. Porter, Eds. Foundations of Artificial Intelligence, pp. 887-928, Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 2008. doi: 10.1016/S1574-6526(07)03024-6.

[889] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito, M. Martín-González, A. Vázquez-Ingelmo, J. C. Sánchez-Prieto y R. Therón, "Proposing a machine learning approach to analyze and predict employment and its factors," *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence,* vol. In Press, 2018. doi: 10.9781/ijimai.2018.02.002.

[890] A. Cavalcanti, "Assembly automation with evolutionary nanorobots and sensor-based control applied to nanomedicine," *IEEE Transactions on Nanotechnology,* vol. 2, no. 2, pp. 82-87, 2003. doi: 10.1109/TNANO.2003.812590.

[891] A. Finkelsteiin y J. Kramer, "Software engineering: A roadmap," en *Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering (Limerick, Ireland — June 04 - 11, 2000)*, A. Finkelstein, Ed. pp. 3-22, New York, NY, USA: ACM, 2000. doi: 10.1145/336512.336519.

[892] A. Abran, J. W. Moore, P. Bourque, R. Dupuis y L. L. Tripp, *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge SWEBOK*. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2001.

[893] A. Abran, J. W. Moore, P. Bourque y R. Dupuis Eds., "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. 2004 Version." Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2004.

[894] P. Bourque y R. E. Fairley Eds., "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version 3.0. SWEBOK®." USA: IEEE, 2014. Disponible en: https://goo.gl/UphKi1.

[895] T. B. Hilburn, S. Mengel, D. J. Bagert y D. Oexmann, "Software engineering across computing curricula," *ACM SIGCSE Bulletin,* vol. 30, no. 3, pp. 117-121, 1998. doi: 10.1145/290320.283086.

[896] D. J. Bagert, T. B. Hilburn, G. Hislop, M. Lutz, M. McCracken y S. Mengel, "Guidelines for Software Engineering Education. Version 1.0," Working Group on Software Engineering Education and Training (WGSEET), Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, Technical Report, CMU/SEI-99-TR-032, 1999.

[897] T. B. Hilburn, I. Hirmanpour, S. Khajenoori, R. Turner y A. Qasem, "A Software Engineering Body of Knowledge Version 1.0," Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, Technical Report, CMU/SEI-99-TR-004 (ESC-TR-99-004), 1999.

[898] P. Bourque, R. Dupuis, A. Abran, J. W. Moore y L. Tripp, "The guide to the Software Engineering Body of Knowledge," *IEEE Software,* vol. 16, no. 6, pp. 35-44, 1999. doi: 10.1109/52.805471.

[899] S. Sánchez Alonso, M. Á. Sicilia Urbán y D. Rodríguez García, *Ingeniería del Software. Un enfoque desde la guía SWEBOK*. Madrid, España: Ibergarceta Publicaciones, 2011.

[900] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica de la asginatura Ingeniería de Software I. Curso 2017-2018*. Facultad de Ciencias, Departamento de Informática y Automática. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/nhfAHC.

[901] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica de la asginatura Ingeniería de Software II. Curso 2017-2018*. Facultad de Ciencias, Departamento de Informática y Automática. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/Lg3qw3.

[902] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica de la asginatura Gestión de Proyectos. Curso 2017-2018*. Facultad de Ciencias, Departamento de Informática y Automática. Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Disponible: https://goo.gl/DM5Nam.

[903] F. Llopis Pascual y F. Llorens Largo Eds., "Adecuación del primer curso de los estudios de informática al Espacio Europeo de Educación Superior," Serie Docencia Universitaria - EEES. Alcoy, Alicante, España: Marfil, 2005.

[904] F. J. García-Peñalvo, "Memoria de resultados del Proyecto de Innovación Docente US14/04. Realización de proyectos docentes para asignaturas de Ingeniería Informática bajo las Directrices del Espacio Europeo de Educación Superior," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2006. Disponible en: https://goo.gl/HkacM1.

[905] J. Calvo Gallego y F. J. García-Peñalvo, "Guía Docente de la Asignatura Ingeniería del Software II dentro del Marco del EEES," en *Actas de las I Jornadas de Innovación Educativa de la Escuela Politécnica Superior de Zamora. Las Enseñanzas Técnicas ante el Reto del Espacio Europeo de Educación Superior (Zamora, 20-22 de junio de 2006)*, J. L. Pérez Iglesias, M. L. Pérez Delgado, M. P. Rubio Cavero, J. C. Matos Franco y J. Calvo Gallego, Eds., Zamora, España: Escuela Politécnica Superior de Zamora, 2006.

[906] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Introducción a la Ingeniería del Software," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/9bVcWo. doi: 10.5281/zenodo.1182457.

[907] C. Larman, *UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado*, 2ª ed. Madrid, España: Pearson Educación, 2003.

[908] C. Larman, *Applying UML and patterns. An introduction to object-oriented analysis and design and the Unified Process*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2004.

[909] S. L. Pfleeger, *Ingeniería del Software. Teoría y Práctica*. Argentina: Prentice Hall, 2002.

[910] R. S. Pressman, *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico*, 7ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2010.

[911] M. E. Fayad, M. Laitinen y R. P. Ward, "Thinking objectively: Software engineering in the small," *Communications of the ACM,* vol. 43, no. 3, pp. 115-118, 2000. doi: 10.1145/330534.330555.

[912] A. Fuggetta, "A Classification of CASE Technology," *Computer,* vol. 26, no. 12, pp. 25-38, 1993. doi: 10.1109/2.247645.
[913] D. Gage, "Consumer products: When software bugs bite," *Baseline. Driving Business Success With Technology*, 2003, Disponible en: https://goo.gl/BNMvR2.
[914] R. L. Glass, "Talk about a software crisis - not!," *Journal of Systems and Software,* vol. 55, no. 1, pp. 1-2, 2000. doi: 10.1016/s0164-1212(00)00043-1.
[915] J. L. Lions, "ARIANE 5 Flight 501 Failure," Report by the Inquiry Board, 1996. Disponible en: https://goo.gl/nSH6Ht.
[916] L. B. S. Raccoon, "Fifty years of progress in software engineering," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes,* vol. 22, no. 1, pp. 88-104, 1997. doi: 10.1145/251759.251878.
[917] Risk Forum. (2018). Disponible en: https://goo.gl/U9wifz.
[918] S. Sharma y A. Rai, "CASE deployment in IS organizations," *Communications of the ACM,* vol. 43, no. 1, pp. 80-88, 2000. doi: 10.1145/323830.323848.
[919] R. Singh, "The Software Life Cycle Processes standard," *Computer,* vol. 28, no. 11, pp. 89-90, 1995. doi: 10.1109/2.471194.
[920] E. Yourdon, *Análisis Estructurado Moderno.* México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1993.
[921] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Sistemas de información," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/Nk985o. doi: 10.5281/zenodo.1179280.
[922] J. Chandra *et al.*, "Information systems frontiers," *Communications of the ACM,* vol. 43, no. 1, pp. 71-79, 2000. doi: 10.1145/323830.323847.
[923] J. Fernández González, "Business Intelligence: Analizando datos para extraer nueva información y tomar mejores decisiones," *Novática. Revista de la Asociación de Técnicos en Informática,* vol. XXXVII, no. 211, pp. 6-7, 2011.
[924] A. J. Swartz, "Airport 95: automated baggage system?," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes,* vol. 21, no. 2, pp. 79-83, 1996. doi: 10.1145/227531.227544.
[925] S. White *et al.*, "Systems engineering of computer-based systems," *Computer,* vol. 26, no. 11, pp. 54-65, 1993. doi: 10.1109/2.241426.
[926] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Modelos de proceso," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/xYYJGM. doi: 10.5281/zenodo.1179286.
[927] B. Boehm, A. Egyed, J. Kwan, D. Port, A. Shah y R. Madachy, "Using the WinWin spiral model: a case study," *Computer,* vol. 31, no. 7, pp. 33-44, 1998. doi: 10.1109/2.689675.
[928] I. Gutiérrez y N. Medinilla, "Contra el arraigo de la cascada," en *Actas de las IV Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, JISBD'99 (24-26 de noviembre de 1999, Cáceres - España)*, P. Botella, J. Hernández y F. Saltor, Eds. pp. 393-404, 1999.
[929] B. Henderson-Sellers y J. M. Edwards, "The object-oriented systems life cycle," *Communications of the ACM,* vol. 33, no. 9, pp. 142-159, 1990. doi: 10.1145/83880.84529.
[930] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Ingeniería de requisitos," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds.,

Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/jtvuRK. doi: 10.5281/zenodo.1181464.

[931] G. Booch, J. Rumbaugh y I. Jacobson, 2ª, Ed. *El lenguaje unificado de modelado* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007.

[932] A. Durán y B. Bernárdez, "Metodología para la elicitación de requisitos de sistemas software (versión 2.3)," Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, Informe Técnico LSI-2000-10, 2002. Disponible en: https://goo.gl/rhV8eV.

[933] J. Rumbaugh, I. Jacobson y G. Booch, *El Lenguaje Unificado de Modelado manual de referencia*, 2ª ed. (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2007.

[934] A. Casamayor, D. Godoy y M. Campo, "Identification of non-functional requirements in textual specifications: A semi-supervised learning approach," *Information and Software Technology,* vol. 52, no. 4, pp. 436-445, 2010. doi: 10.1016/j.infsof.2009.10.010.

[935] C. Ebert, "Putting requirement management into praxis: Dealing with nonfunctional requirements," *Information and Software Technology,* vol. 40, no. 3, pp. 175-185, 1998. doi: 10.1016/S0950-5849(98)00049-4.

[936] D. J. Grimshaw y G. W. Draper, "Non-functional requirements analysis: deficiencies in structured methods," *Information and Software Technology,* vol. 43, no. 11, pp. 629-634, 2001. doi: 10.1016/S0950-5849(01)00171-9.

[937] A. M. Hickey y A. M. Davis, "The Role of Requirements Elicitation Techniques in Achieving Software Quality," presentado en Eighth International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, REFSQ'2002 (September 09-10th, 2002), Essen, Germany, 2002.

[938] L. A. Maciaszek, *Requirements analysis and system design: Developing information systems with UML*. Essex, UK: Addison-Wesley Longman Ltd., 2001.

[939] P.-W. Ng, "Adopting use cases, Part 1: Understanding types of use cases and artifacts," *IBM developerWorks*: IBM, 2003, Disponible en: https://goo.gl/2MdMkP.

[940] N. Power, "Variety and quality in requirements documentation," presentado en Seventh International Workshop on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, REFSQ'2001 (June 4-5, 2001), Interlaken, Switzerland, 2001.

[941] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Introducción al Proceso Unificado," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/ikvtYC. doi: 10.5281/zenodo.1181693.

[942] I. Jacobson, G. Booch y J. Rumbaugh, *El Proceso Unificado de desarrollo de software* (Object Technology Series). Madrid, España: Pearson Educación, 2000.

[943] P. B. Kruchten, "The 4+1 View Model of architecture," *IEEE Software,* vol. 12, no. 6, pp. 42-50, 1995. doi: 10.1109/52.469759.

[944] Rational Software, "Rational Unified Process. Best practices for software development teams," Rational Software, Cupertino, CA, USA, Rational Software White Paper, TP026B, Rev 11/01, 1998. Disponible en: https://goo.gl/5KNng4.

[945] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Flujos de trabajo del Proceso Unificado," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-

Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/efbVuV. doi: 10.5281/zenodo.1181733.

[946] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Análisis orientado a objetos," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/LZ3K6z. doi: 10.5281/zenodo.1181820.

[947] B. Bruegge y A. H. Dutoit, *Object-oriented software engineering. Using UML, patterns, and Java*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2010.

[948] J. J. Odell, *Advanced object-oriented analysis and design using UML* (SIGS Reference Library). SIGS Books & Multimedia, 1998.

[949] J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy y W. Lorensen, *Modelado y diseño orientados a objetos. Metodología OMT*. Hertfordshire, UK: Prentice-Hall International, 1996.

[950] F. J. García-Peñalvo, M. N. Moreno García y A. García-Holgado, "UML. Unified Modeling Language," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/RV7tY7. doi: 10.5281/zenodo.1181839.

[951] L. D. Glasserman Morales, "Aprendizaje activo en ambientes enriquecidos con tecnología," Doctor en Innovación Educativa, Escuela de Graduados en Educación, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México, 2013. Disponible en: https://goo.gl/q4J5Bg.

[952] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Software," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/TR2AZx. doi: 10.5281/zenodo.1182466.

[953] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Concepto de Ingeniería del Software," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/ueF2Cw. doi: 10.5281/zenodo.1182469.

[954] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Proceso," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/gn86Cq. doi: 10.5281/zenodo.1182475.

[955] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Metodologías de Ingeniería de Software," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/qMS6n1. doi: 10.5281/zenodo.1182491.

[956] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Requisitos," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España:

Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/ordojd. doi: 10.5281/zenodo.1182551.

[957] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Aspectos prácticos de los casos de uso," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/7xUr32. doi: 10.5281/zenodo.1182585.

[958] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Proceso Unificado," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/26jt4t. doi: 10.5281/zenodo.1182652.

[959] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Modelo de Dominio," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/W7CcFH. doi: 10.5281/zenodo.1182667.

[960] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Introducción al análisis orientado a objetos," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/CCAqN2. doi: 10.5281/zenodo.1182671.

[961] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Fundamentos de la vista de casos de uso," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/py6Bv2. doi: 10.5281/zenodo.1182682.

[962] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Fundamentos de la vista estática," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/5wuad9. doi: 10.5281/zenodo.1182696.

[963] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Fundamentos de la vista de interacción," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/eZsxHq. doi: 10.5281/zenodo.1182702.

[964] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "La mujer y la niña en la Ciencia y la Tecnología. Práctica obligatoria. Ingeniería de Software I. Curso 2017-2018," Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/9AcUZu. doi: 10.5281/zenodo.1183299.

[965] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Indicaciones para el desarrollo del trabajo final de Ingeniería de Software I. Curso 2017-2018," Recursos docentes

de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, Eds., Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/XseqKa. doi: 10.5281/zenodo.1183305.

[966] A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, J. J. Mena Marcos y C. S. González, "Pretest y postest para evaluar la introducción de la perspectiva de género en la docencia de asignaturas de Ingeniería Informática," Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, Technical Report, GRIAL-TR-2017-005, 2017. Disponible en: https://goo.gl/R7Ybr7. doi: 10.5281/zenodo.825768.

[967] A. García-Holgado, J. J. Mena Marcos, F. J. García-Peñalvo y C. González, "Inclusion of gender perspective in Computer Engineering careers. Elaboration of a questionnaire to assess the gender gap in Tertiary Education," en *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), (17-20 April 2018, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain)* pp. 1553-1560, USA: IEEE, 2018.

[968] D. Nachbar, "Bringing real-world software development into the classroom: a proposed role for public software in computer science education," *ACM SIGCSE Bulletin,* vol. 30, no. 1, pp. 171-175, 1998. doi: 10.1145/274790.273753.

[969] A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo y M. J. Rodríguez-Conde, "Pilot experience applying an active learning methodology in a Software Engineering classroom," en *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), (17-20 April 2018, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain)* pp. 946-953, USA: IEEE, 2018.

[970] F. J. García-Peñalvo, "The WYRED project: A technological platform for a generative research and dialogue about youth perspectives and interests in digital society," *Journal of Information Technology Research,* vol. 9, no. 4, pp. vi-x, 2016.

[971] F. J. García-Peñalvo, "WYRED Project," *Education in the Knowledge Society,* vol. 18, no. 3, pp. 7-14, 2017. doi: 10.14201/eks2017183714.

[972] F. J. García-Peñalvo y N. A. Kearney, "Networked youth research for empowerment in digital society. The WYRED project," en *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 3-9, New York, NY, USA: ACM, 2016. doi: 10.1145/3012430.3012489.

[973] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, *Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018*, Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/UKhFgc. doi: 10.5281/zenodo.1182722.

[974] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson y J. Vlissides, *Patrones de Diseño. Elementos de software orientado a objetos reutilizable*. Madrid, España: Pearson Educación, 2003.

[975] J. Garzás, *Peopleware y equipos ágiles con prácticas de management 3.0*. Madrid, España: 233 grados de TI, 2017.

[976] B. Meyer, *Construcción de software orientado a objetos*, 2ª ed. Madrid, España: Prentice Hall, 1999.

[977] S. R. Schach, *Ingeniería de Software clásica y orientada a objetos*, 6ª ed. México: McGraw-Hill, 2006.

[978] A. Durán y B. Bernárdez, "Metodología para el análisis de requisitos de sistemas software (versión 2.2)," Universidad de Sevilla, Universidad de Sevilla, España, 2001. Disponible en: https://goo.gl/yuGje1.

[979] K. Pohl, "Requirements Engineering: An Overview," en *Encyclopedia of Computer Science and Technology*, vol. 36, A. Kent y J. Williams, Eds., New York, USA: Marcel Dekker, 1997.

[980] F. J. García-Peñalvo, S. Bravo, M. Á. Conde-González y H. Barbosa, "SET, A CASE Tool to Guide the Creation of Domain and Use Case Models in an Introductory Software Engineering Course," *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, vol. 27, no. 1, pp. 31-40, 2011.

[981] M. J. Rodríguez-Conde, F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado, "Pretest y postest para evaluar la implementación de una metodología activa en la docencia de Ingeniería del Software," Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, Technical Report, GRIAL-TR-2017-007, 2017. Disponible en: https://goo.gl/wjpfoF. doi: 10.5281/zenodo.1011121.

[982] B. Gargallo, J. M. Suárez-Rodríguez y C. Pérez-Pérez, "El cuestionario CEVEAPEU. Un instrumento para la evaluación de las estrategias de aprendizaje de los estudiantes universitarios," *Revista ELectrónica de Investigación y EValuación Educativa - RELIEVE*, vol. 15, no. 2, pp. 1-31, 2009.

[983] A. B. González-Rogado, "Evaluación del impacto de una metodología docente, basada en el aprendizaje activo del estudiante, en computación en ingenierías," PhD, Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación. Facultad de Educación, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2012. Disponible en: https://goo.gl/ULFdo4.

[984] F. J. García-Peñalvo, M. N. Moreno García, A. M. Moreno, G. González, B. Curto y F. J. Blanco, "ADAM CASE: Using upper CASE tools in Software Engineering laboratory," en *Computers and Education: Towards an Interconnected Society*, M. Ortega y J. Bravo, Eds. pp. 149-158, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. doi: 10.1007/0-306-47533-2_14.

[985] F. J. García-Peñalvo y I. Álvarez, "Left CASE – A free software component-based CASE tool for software engineering practice support," en *Proceedings of the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, FIE 2003 (Boulder, Colorado, USA, November 5-8, 2003)*, vol. 3 pp. S2C-7-S2C-12, USA: IEEE, 2003. doi: 10.1109/FIE.2003.1265945.

[986] F. J. García-Peñalvo y M. N. Moreno, "C-requirements specification teaching," en *Proceedings of the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, FIE 2003 (November 5-8, 2003, Boulder, Colorado, USA).* , vol. 3 pp. S2C-1-S2C-6, USA: IEEE, 2003. doi: 10.1109/FIE.2003.1265944.

[987] D. A. Gómez-Aguilar, R. Therón y F. J. García-Peñalvo, "Understanding educational relationships in Moodle with ViMoodle," en *Proceedings of the Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT '08. Santander, Cantabria, Spain, 1-5 July 2008*, P. Díaz, A. Ignacio y E. Mora, Eds. pp. 954-956, USA: IEEE, 2008. doi: 10.1109/ICALT.2008.276.

[988] D. A. Gómez-Aguilar, M. Á. Conde-González, R. Therón y F. J. García-Peñalvo, "Retrieval information model for Moodle data visualization," en *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2010). (Sousse, Tunisia, July 5-7, 2010)* pp. 526-527, USA: IEEE, 2010. doi: 10.1109/ICALT.2010.150.

[989] D. A. Gómez-Aguilar, M. Á. Conde-González, R. Therón y F. J. García-Peñalvo, "Reveling the evolution of semantic content through visual analysis," en *Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2011). (Athens, Georgia, USA, July 6-8, 2011)* pp. 450-454, USA: IEEE, 2011. doi: 10.1109/ICALT.2011.141.

[990] D. A. Gómez Aguilar, M. Á. Conde-González, R. Therón y F. J. García-Peñalvo, "Supporting Moodle-based lesson of Software Engineering through visual analysis," en *Actas del XII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador - Interacción 2011. (Lisboa, Portugal, 2-6 de septiembre de 2011)*, N. Garay y J. Abascal, Eds. pp. 319-328, Madrid, España: Ibergarceta Publicaciones S.L., 2011.

[991] D. A. Gómez Aguilar, M. Á. Conde-González, R. Therón y F. J. García-Peñalvo, "Supporting Moodle-based lesson through visual analysis," en *Human-Computer Interaction - INTERACT 2011, 13th IFIP TC 13 International Conference Proceedings, Part IV (Lisboa, Portugal, September 5-9, 2011)*, P. Campos, J. Jorge, N. Nunes, P. Palanque y M. Winckler, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. LNCS 6949, pp. 604-607, Berlin: Springer, 2011. doi: 10.1007/978-3-642-23768-3.

[992] D. A. Gómez-Aguilar, F. J. García-Peñalvo y R. Therón, "Evaluación visual de las relaciones entre participación de los estudiantes y sus resultados en entornos de e-learning," en *Actas del XV Simposio Internacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación, SINTICE 2013. Celebrado conjuntamente con el Congreso Español de Informática (CEDI 2013). (17-20 de septiembre de 2013. Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid, España)*, B. Fernández Manjón, Ed. pp. 153-160, Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2013.

[993] M. Á. Conde, F. J. García-Peñalvo, D. A. Gómez-Aguilar y R. Therón, "Visual learning analytics techniques applied in software engineering subjects," en *2014 IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings (October 22-25, 2014 Madrid, Spain)* pp. 3009-3017, USA: IEEE, 2014. doi: 10.1109/FIE.2014.7044486.

[994] M. Á. Conde-González, F. J. García-Peñalvo, D. A. Gómez-Aguilar y R. Therón, "Exploring software engineering subjects by using visual learning analytics techniques," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA)*, vol. 10, no. 4, pp. 242-252, 2015. doi: 10.1109/RITA.2015.2486378.

[995] W. S. Humphrey, *Introducción al Proceso Software Personal*. Madrid, España: Pearson Educación, 2001.

[996] W. S. Humphrey, *PSP. A self-improvement process for software engineers* (The SEI Series in Software Engineering). Upper Saddle River, NJ, USA: Addison-Wesley, 2005.

[997] L. D. Glasserman, F. J. Mortera y M. S. Ramírez-Montoya, "Caracterizando recursos educativos abiertos (REA) y objetos de aprendizaje (OA) que fomentan un aprendizaje activo en los alumnos de primaria," en *Conexión de repositorios educativos digitales: Educonector.info*, F. J. Mortera y M. S. Ramírez-Montoya, Eds. pp. 26-34, México: Lulú editorial digital, 2013.

[998] A. Dominguez, G. Zavala y M. E. Truyol, "Teaching mathematics using active learning: Teachers' preparation in Chile," en *Proceedings of the 124th ASEE Annual Conference and Exposition; Columbus; United States; 25 June 2017 through 28 June 2017*, vol. 2017-June, USA: ASEE, 2017.

[999] D. Ramírez, M. S. Ramírez-Montoya y T. M. Marrero, "Novel use of a remote laboratory for active learning in class," *Chemical Engineering Education*, vol. 50, no. 2, pp. 141-148, 2016.

[1000] G. Zavala, M. E. Truyol y A. Dominguez, "Professional development program on active learning for engineering faculty in Chile: First stage," en *Proceedings of the 124th ASEE Annual Conference and Exposition; Columbus; United States; 25 June 2017 through 28 June 2017*, vol. 2017-June, USA: ASEE, 2017.

[1001] C. M. Fernández Sánchez y M. G. Piattini Velthuis Eds., "Modelo para el gobierno de las TIC basado en las normas ISO." Madrid: AENOR, 2012.

[1002] F. J. García-Peñalvo, "Sumario de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información," Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo, Ed., Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/KXjxL5. doi: 10.5281/zenodo.1184544.

[1003] F. Llorens-Largo, "Dirección estratégica de (las tecnologías de la información) la asignatura," en *Actas del Simposio-Taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación. XIX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, (JENUI 2013)*, M. Marqués Andrés, J. M. Badía Contelles y S. Barrachina Mir, Eds. pp. 87-92, Castellón de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions, 2013. doi: 10.6035/e-TIiT.2013.14.

[1004] F. Llorens-Largo, R. Molina-Carmona, R. Satorre-Cuerda y P. Compañ-Rosique, "Dirección estratégica de la asignatura Dirección Estratégica de las Tecnologías de la Información," en *Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2015)*, X. Canaleta, A. Climent y L. Vicent, Eds. pp. 193-200, Andorra La Vella: Universitat Oberta La Salle, 2015.

[1005] C. V. Brown, "Examining the Emergence of Hybrid IS Governance Solutions: Evidence From a Single Case Site," *Information Systems Research,* vol. 8, no. 1, pp. 69-94, 1997/03/01 1997. doi: 10.1287/isre.8.1.69.

[1006] V. Sambamurthy y R. W. Zmud, "Arrangements for Information Technology Governance: A Theory of Multiple Contingencies," *MIS Quarterly,* vol. 23, no. 2, pp. 261-290, 1999. doi: 10.2307/249754.

[1007] IT Governance Institute, *Board Briefing on IT Governance*, 2nd ed. Rolling Meadows, IL, USA: IT Governance Institute, 2003.

[1008] W. Van Grembergen, "Introduction to the minitrack "IT governance and its mechanisms" HICSS 2002," en *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2002 (10-10 January 2002, Big Island, HI, USA)* p. 3097, USA: IEEE, 2002. doi: 10.1109/HICSS.2002.994349.

[1009] W. Van Grembergen, S. De Haes y E. Guldentops, "Structures, Processes and Relational Mechanisms for IT Governance," en *Strategies for Information Technology Governance*, W. Van Grembergen, Ed. pp. 1-36, Hershey, PA, USA: Idea Group Publishing, 2004. doi: 10.4018/978-1-59140-140-7.ch001.

[1010] P. Weill, "Don't just lead, govern: How top-performing firms govern IT," *MIS Quarterly Executive,* vol. 3, no. 1, pp. 1-17, 2004.

[1011] T. Dahlberg y H. Kivijarvi, "An integrated framework for IT governance and the development and validation of an assessment instrument," en *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06) (4-7 January 2006, Kauia, HI, USA)*, vol. 8 pp. 194b-194b, USA: IEEE, 2006. doi: 10.1109/HICSS.2006.57.

[1012] P. Webb, C. Pollard y G. Ridley, "Attempting to Define IT Governance: Wisdom or Folly?," en *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06) (4-7 January 2006, Kauia, HI, USA)*, vol. 8 pp. 194a-194a, USA: IEEE, 2006. doi: 10.1109/HICSS.2006.68.

[1013] J. A. Ojeda, "Un marco integrado para el gobierno de TI," Fujitsu Services Limited 2008.

[1014] *ISO/IEC 38500:2008 Corporate Governance of Information Technology*, 2008. Disponible en: https://goo.gl/3QpuDn.

[1015] *ISO/IEC 38500:2015 Information technology — Governance of IT for the organization*, 2015. Disponible en: https://goo.gl/TtVUrs.

[1016] L. Kordel, "IT governance hands-on: Using COBIT to implement IT governance," *Information Systems Control Journal*, no. 2, 2004.

[1017] R. R. Peterson, "Integration strategies and tactics for information technology governance," en *Strategies for Information Technology Governance*, W. Van Grembergen, Ed. pp. 37-80, Hershey, PA, USA: Idea Group Publishing, 2004. doi: 10.4018/978-1-59140-140-7.ch002.

[1018] S. Hamaker y A. Hutton, "Principles of governance," *Information Systems Control Journal*, no. 3, pp. 44-49, 2003.

[1019] D. Fink, T. Huegle y M. Dortschy, "A model of information security governance for e-business," en *Enterprise information systems assurance and system security: Managerial and technical issues*, M. Warkentin y R. Vaughn, Eds. pp. 1-15, Hershey PA, USA: Idea Group Publishing, 2006. doi: 10.4018/978-1-59140-911-3.ch001.

[1020] F. J. García-Peñalvo, "Gobierno de las tecnologías de la información," Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo, Ed., Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/hSBxdb. doi: 10.5281/zenodo.1184666.

[1021] C. M. Fernández Sánchez y M. G. Piattini Velthuis, "El gobierno y la gestión de las tecnologías y sistemas de información," en *Modelo para el gobierno de las TIC basado en las normas ISO*, C. M. Fernández Sánchez y M. G. Piattini Velthuis, Eds. pp. 19-28, Madrid: AENOR, 2012.

[1022] M. Toomey, *Waltzing with the elephant: A comprehensive guide to directing and controlling information technology*. Victoria, Australia: Infonomics Pty Ltd., 2009.

[1023] H. J. Leavitt, "Applied organization change in industry: Structural, technical and human approaches," en *New perspectives in organization research*, W. W. Cooper, H. J. Leavitt y M. W. I. Shelly, Eds. pp. 55-71, New York, NY, USA: John Wiley, 1964.

[1024] H. J. Leavitt y B. M. Bass, "Organizational Psychology," *Annual Review of Psychology*, vol. 15, no. 1, pp. 371-398, 1964. doi: 10.1146/annurev.ps.15.020164.002103.

[1025] F. Hervada Vidal y M. G. Piattini Velthius Eds., "Gobierno de las tecnologías y los sistemas de información." Madrid, España: Ra-ma, 2007.

[1026] Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO), *Enterprise Risk Management. Integrating with Strategy and Performance. Executive Summary*, USA: Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO), 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/mtytVs.

[1027] Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO) y World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), *Enterprise risk management. Applying enterprise risk management to environmental, social and governance-related risks*, USA: Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO), World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/EVLrDP.

[1028] ISACA, *COBIT® 5. A business framework for the governance and management of enterprise IT*. Rolling Meadows, IL, USA: ISACA, 2012.

[1029] A. Andrés y L. Gómez, *Guía de aplicación de la Norma UNE-ISO/IEC 27001 sobre seguridad en sistemas de información para pymes*. Madrid, España: AENOR Ediciones, 2009.

[1030] C. M. Fernández, "La norma ISO 27001. Seguridad de la información. Garantía de la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información," *Calidad*, no. 3, pp. 40-44, 2012.

[1031] *UNE-EN ISO/IEC 27001:2017. Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información. Requisitos. (ISO/IEC 27001:2013 incluyendo Cor 1:2014 y Cor 2:2015)*, 2017.

[1032] *ISO/IEC 33001:2015 Information technology -- Process assessment -- Concepts and terminology*, 2015. Disponible en: https://goo.gl/kFcqXA.

[1033] *ISO/IEC 15408-1:2009 Information technology -- Security techniques -- Evaluation criteria for IT security -- Part 1: Introduction and general model*, 2009. Disponible en: https://goo.gl/VaYJn3.

[1034] *ISO/IEC 15408-2:2008 Information technology — Security techniques — Evaluation criteria for IT security — Part 2: Security functional components*, 2011. Disponible en: https://goo.gl/bq471d.

[1035] *ISO/IEC 15408-3:2008 Information technology — Security techniques — Evaluation criteria for IT security — Part 3: Security assurance components*, 2011. Disponible en: https://goo.gl/uBpa6z.

[1036] C. Bailey, *ITIL Versión 3. conjunto de mejores prácticas. Gestión de servicios TI. Manual Técnico de fundamentos*. España, 2010.

[1037] C. Agutter, *ITIL® foundation essentials. The exam facts you need* Cambridgeshire, UK: IT Governance Publishing, 2012.

[1038] ITIL, *The official introduction to the ITIL service lifecycle*, London, UK: The Stationery Office, 2007. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/EZryXK.

[1039] Project Management Institute, *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)*, 5ª ed. Pensilvania, USA: Project Management Institute, Inc., 2013.

[1040] Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* 6th ed. Pensilvania, USA: Project Management Institute, Inc., 2017.

[1041] A. Naveed *et al.*, *What is new in the PMBOK Guide® 6th edition - An in-depth comparison*, Herndon, VA, USA: Edu Hubspot, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/BYoDnp.

[1042] Project Management Institute, *Agile Practice Guide*. Pensilvania, USA: Project Management Institute, Inc., 2017.

[1043] Project Management Institute, *Government Extension to the PMBOK® Guide – Third Edition*. Pensilvania, USA: Project Management Institute, Inc., 2006.

[1044] F. J. Pino Correa, M. G. Piattini Velthius y C. M. Fernández Sánchez, *Modelo de madurez de ingeniería del software*. Madrid, España: AENOR, 2014.

[1045] *UNE 71599-2:2010 Gestión de la continuidad del negocio. Parte 2: Especificaciones*, 2010. Disponible en: https://goo.gl/xuSm72.

[1046] *UNE-EN ISO 22301:2015 Protección y seguridad de los ciudadanos. Sistema de Gestión de la Continuidad del Negocio. Especificaciones. (ISO 22301:2012)*, 2015. Disponible en: https://goo.gl/xFZ448.

[1047] *UNE-ISO/IEC 20000-1:2011 Tecnología de la información. Gestión del Servicio. Parte 1: Requisitos del Sistema de Gestión del Servicio (SGS)*, 2011. Disponible en: https://goo.gl/tFhsdT.

[1048] *UNE-ISO/IEC 20000-2:2015 Tecnología de la información. Gestión del servicio. Parte 2: Directrices para la aplicación del Sistema de Gestión del Servicio (SGS)*, 2015. Disponible en: https://goo.gl/YVWHAu.

[1049] *UNE-ISO/IEC 27001:2007 Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI). Requisitos. (ISO/IEC 27001:2005)*, 2007. Disponible en: https://goo.gl/pLtZpF.

[1050] *UNE-EN ISO/IEC 27001:2017 Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información. Requisitos. (ISO/IEC 27001:2013 incluyendo Cor 1:2014 y Cor 2:2015)*, 2017. Disponible en: https://goo.gl/KauWws.

[1051] *UNE-EN ISO/IEC 27002:2017 Tecnología de la Información. Técnicas de seguridad. Código de prácticas para los controles de seguridad de la información. (ISO/IEC 27002:2013 incluyendo Cor 1:2014 y Cor 2:2015)*, 2017. Disponible en: https://goo.gl/TQFkXw.

[1052] *UNE-ISO/IEC 19770-1:2008 Tecnología de la Información. Gestión de activos de software (SAM). Parte 1: Procesos.*, 2008. Disponible en: https://goo.gl/EAvRqH.

[1053] *ISO/IEC 19770-1:2017(en) Information technology — IT asset management — Part 1: IT asset management systems — Requirements*, 2017. Disponible en: https://goo.gl/feajeu.

[1054] ISO/IEC/IEEE, *ISO/IEC/IEEE International Standard - Software and systems engineering --Software testing --Part 1:Concepts and definitions* (ISO/IEC/IEEE 29119-1:2013(E)). USA: IEEE, 2013. Disponible en: https://goo.gl/eyf5F8. doi: 10.1109/IEEESTD.2013.6588537.

[1055] ISO/IEC/IEEE, *ISO/IEC/IEEE International Standard - Software and systems engineering --Software testing --Part 2:Test processes* (ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013(E)). USA: IEEE, 2013. Disponible en: https://goo.gl/ZSfN8t. doi: 10.1109/IEEESTD.2013.6588543.

[1056] ISO/IEC/IEEE, *ISO/IEC/IEEE International Standard - Software and systems engineering -- Software testing --Part 3: Test documentation* (ISO/IEC/IEEE 29119-3:2013(E)). USA: IEEE, 2013. Disponible en: https://goo.gl/SGMCPi. doi: 10.1109/IEEESTD.2013.6588540.

[1057] ISO/IEC/IEEE, *ISO/IEC/IEEE International Standard - Software and systems engineering--Software testing--Part 4: Test techniques* (ISO/IEC/IEEE 29119-4:2015). USA: IEEE, 2015. Disponible en: https://goo.gl/dWuC5V. doi: 10.1109/IEEESTD.2015.7346375.

[1058] ISO/IEC/IEEE, *ISO/IEC/IEEE International Standard - Software and systems engineering -- Software testing -- Part 5: Keyword-Driven Testing* (ISO/IEC/IEEE 29119-5 First edition 2016-11-15). USA: IEEE, 2016. Disponible en: https://goo.gl/ThVpTg. doi: 10.1109/IEEESTD.2016.7750539.

[1059] *ISO/IEC 25000:2014 Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Guide to SQuaRE*, 2014. Disponible en: https://goo.gl/HG7hLK.

[1060] *ISO/IEC TR 29110-1:2016(en) Systems and software engineering — Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) — Part 1: Overview*, 2016. Disponible en: https://goo.gl/16LYhU.

[1061] G. Lami, F. Fabbrini y L. Buglione, "An ISO/IEC 33000-Compliant Measurement Framework for Software Process Sustainability Assessment," en *2014 Joint Conference of the International Workshop on Software Measurement and the International Conference on Software Process and Product Measurement (6-8 Oct. 2014, Rotterdam, Netherlands)* pp. 50-59, USA: IEEE, 2014. doi: 10.1109/IWSM.Mensura.2014.34.

[1062] *ISO/IEC 33002:2015 Information technology -- Process assessment -- Requirements for performing process assessment*, 2015. Disponible en: https://goo.gl/2i5jHJ.
[1063] *ISO/IEC 33003:2015 Information technology -- Process assessment -- Requirements for process measurement frameworks*, 2015. Disponible en: https://goo.gl/sa7WSr.
[1064] *ISO/IEC 33004:2015 Information technology -- Process assessment -- Requirements for process reference, process assessment and maturity models*, 2015. Disponible en: https://goo.gl/ZWq1Zc.
[1065] *ISO/IEC TR 33014:2013 Information technology -- Process assessment -- Guide for process improvement*, 2013. Disponible en: https://goo.gl/s7VyPW.
[1066] *ISO/IEC 33020:2015 Information technology -- Process assessment -- Process measurement framework for assessment of process capability*, 2015. Disponible en: https://goo.gl/hAA3LV.
[1067] *ISO/IEC TS 33030:2017 Information technology -- Process assessment -- An exemplar documented assessment process*, 2017. Disponible en: https://goo.gl/UkAPFk.
[1068] *ISO/IEC TS 33052:2016 Information technology -- Process reference model (PRM) for information security management*, 2016. Disponible en: https://goo.gl/b6B3M9.
[1069] *ISO/IEC 33063:2015 Information technology -- Process assessment -- Process assessment model for software testing*, 2015. Disponible en: https://goo.gl/d4XrPp.
[1070] R. Batlle, *El Aprendizaje-Servicio en España: el contagio de una revolución pedagógica necesaria*. Madrid: PPC, 2013.
[1071] F. Llorens Largo. (2015). Presentación Dirección Estratégica de las Tecnologías de la Información. En: *Faraón Llorens. Blog Personal sobre tecnología, videojuegos e innovación educativa*. Disponible en: https://goo.gl/LGA5X1.
[1072] Redacción CIO, "Tecnologías que ningún CIO del sector educativo debería ignorar (I)," *CIO*, España: The IDG Network, 2016, Disponible en: https://goo.gl/mAJRHh.
[1073] Redacción CIO, "Tecnologías que ningún CIO del sector educativo debería ignorar (y II)," *CIO*, España: The IDG Network, 2016, Disponible en: https://goo.gl/ZGCHCw.
[1074] F. J. García-Peñalvo, "R-evolución Tecnológica," Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo, Ed., Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/hG48AM. doi: 10.5281/zenodo.1188382.
[1075] G. Bell, "Bell's law for the birth and death of computer classes," *Communications of the ACM*, vol. 51, no. 1, pp. 86-94, 2008. doi: 10.1145/1327452.1327453.
[1076] G. Bell, "Moore's Law evolved the PC industry; Bell's Law disrupted it with players, phones, and tablets: New Platforms, tools, and sevices," Microsoft Research, San Francisco, CA, USA, Technical Report, MSR-TR-2014-2, 2014. Disponible en: https://goo.gl/2eJPbZ.
[1077] M. Castells, *La Galaxia Internet*. Barcelona, España: Areté, 2001.
[1078] A. Cornellá, *Infoxicación: Buscando un orden en la información*, 2ª ed. (Libros Infonomía, no. 39). Barcelona, España: Zero Factory S.L., 2010. Disponible en: https://goo.gl/24WuXG.
[1079] J. J. Fernández García, *Más allá de Google* (Libros Infonomía, no. 38). Barcelona, España: Zero Factory, S. L., 2008. Disponible en: https://goo.gl/2Qm4kT.

[1080] R. H. Frank y P. J. Cook, *The winner-take-all society: Why the few at the top get so much more than the rest of us*. New York, NY, USA: Penguin Books, 1996.
[1081] T. L. Friedman, *La tierra es plana. Breve historia del mundo globalizado del siglo XXI*. Madrid, España: Ediciones Martínez Roca, 2006.
[1082] T. L. Friedman, *The world is flat. A brief history of the twenty-first century* New York, USA: Picador, 2007.
[1083] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems," *Science of Computer Programming*, vol. 129, pp. 20-34, 2016. doi: 10.1016/j.scico.2016.03.010.
[1084] M. Krogerus y R. Tschäppeler, *El pequeño libro de las grandes decisiones: 50 modelos para el pensamiento estratégico*. Boadilla del Monte, Madrid, España: Alienta Editorial, 2011.
[1085] R. Kurzweil, *How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed*. London: Penguin Books, 2012.
[1086] P. Lévy, *Inteligencia colectiva. Por una antropología del ciberespacio*. Washington, DC, USA: Organización Panamericana de la Salud, 2004. Disponible en: https://goo.gl/PjgDor.
[1087] P. Lévy, *L'Intelligence collective: Pour une anthropologie du cyberspace*. Essais, France: La Découverte, 1994.
[1088] J. Maeda, *Las leyes de la simplicidad. Diseño, tecnología, negocios, vida* (Libertad y cambio). Barcelona, España: Gedisa, 2006.
[1089] C. Magro, J. Salvatella, M. Álvarez, O. Herrero, A. Paredes y G. Vélez, *Cultura digital y transformaciones de las organizaciones. 8 competencias digitales para el éxito profesional*, Barcelona, España: RocaSalvatella, 2014. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/PUfx4y.
[1090] N. Negroponte, *El mundo digital*. Barcelona, España: Ediciones B, 1995.
[1091] N. Negroponte, *Being digital*. New York: Vintage Publishing, 1995.
[1092] G. Smallberg, "Los sesgos son el olfato que nos advierte del meollo de las cosas," en *Este libro le hará más inteligente: Nuevos conceptos científicos para mejorar su pensamiento*, J. Brockman, Ed. Transiciones, pp. 91-93, Barcelona, España: Paidós, 2012.
[1093] N. N. Taleb y A. S. Mosquera, *El cisne negro: El impacto de lo altamente improbable*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica, 2008.
[1094] D. J. Watts, *Six Degrees: The Science of a Connected Age*. New York, NY, USA: W. W. Norton & Company, Inc., 2004.
[1095] F. J. García-Peñalvo, "Habilidades directivas y gestión del cambio," Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo, Ed., Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/iS8AzJ. doi: 10.5281/zenodo.1188431.
[1096] A. J. Acosta, N. Fernández Pérez y M. Mollón Matías, *Recursos humanos en empresas de turismo y hostelería*. Madrid: Pearson Alhambra, 2008.
[1097] N. M. Barlow, *Re-think. Piensa diferente*. Barcelona, España: Alienta Editorial, 2007.
[1098] T. Bates, *Cómo gestionar el cambio tecnológico: Estrategias para los responsables de centros universitarios* (Biblioteca de educación. Nuevas tecnologías, no. 6). Barcelona, España: Gedisa, 2001.
[1099] K. H. Blanchard, P. Zigarmi y D. Zigarmi, *Leadership and the one minute manager: Increasing effectiveness through situational leadership* (The One Minute Manager). New York, NY, USA: William Morrow and Company, Inc., 1996.

[1100] J. Dyer, H. Gregersen y C. M. Christensen, *The Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators*. Boston, Massachusetts, USA: Harvard Business Review Press, 2011.
[1101] P. Hersey, K. H. Blanchard y D. E. Johnson, *Management of Organizational Behavior*, 10th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2012.
[1102] J. C. Hunter, *La paradoja. Un relato sobre la verdadera esencia del liderazgo*, 8ª ed. (Narrativa empresarial). Madrid, España: Empresa Activa, 2013.
[1103] IBM, "Capitalizing on complexity. Insights from the Global Chief Executive Officer Study," IBM Global Business Services, Somers, NY, USA, GBE03297-USEN-00, 2010. Disponible en: https://goo.gl/avJZzY.
[1104] S. Johnson, *¿Quién se ha llevado mi queso? Cómo adaptarnos a un mundo en constante cambio*, 53ª ed. (Narrativa empresarial). Madrid, España: Empresa Activa, 2000.
[1105] S. Johnson, *Who moved my cheese?* New York, NY, USA: G. P. Putman's Son, 1998.
[1106] J. Mateo, *Cuentos que mi jefe nunca me contó*, 4ª ed. (Aula maestra). Madrid, España: LID Editorial Empresarial, 2011.
[1107] W. Poundstone, *El dilema del prisionero: John von Neumann, la teoría de juegos y la bomba* (Ciencia y técnica. Matemáticas, no. 2200). Madrid, España: Alianza Editorial, 2005.
[1108] K. Robinson, *El elemento: Descubrir tu pasión lo cambia todo*. Barcelona, España: Conecta, 2012.
[1109] F. J. García-Peñalvo, "Dirección estratégica," Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo, Ed., Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/nhzjG2. doi: 10.5281/zenodo.1188539.
[1110] J. Cortadellas y A. Jorge, *La mejor universidad del mundo. Claves para la imprescindible y urgente reconversión de las universidades*. Barcelona, España: Profit Editorial, 2012.
[1111] J. Davis, G. J. Miller y A. Russell, *La revolución de la información. Cómo utilizar el modelo de evolución de la información para que su empresa crezca*. Barcelona, España: Bresca Profit, 2008.
[1112] D. McCandless, *La información es bella* (No ficción 2 general). Barcelona, España: RBA Integral, 2010.
[1113] I. Nonaka y H. Takeuchi, *The knowledge creating company*. New York, NY: Oxford University Press, 1995.
[1114] Oficina de Cooperación Universitaria, *Libro Blanco Inteligencia Institucional en Universidades*, Madrid, España: OCU (Oficina de Cooperación Universitaria), 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/4E8KVx.
[1115] F. Trías de Bes Mingot y Á. Rovira Celma, *La buena suerte. Claves de la prosperidad* (Narrativa empresarial). Madrid, España: Empresa Activa, 2004.
[1116] A. Bosch Pujol y E. Laborde Malo de Molina. (2011). *Modelo IT Governance/IT Security en Ámbitos Educativos*. Disponible en: https://goo.gl/4HGRJ5.
[1117] A. Fernández Martínez y F. Llorens Largo Eds., "Gobierno de las tecnologías de la información para universidades." Madrid, España: Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), 2012. Disponible en: https://goo.gl/vqMeed.
[1118] IT Governance Institute, *IT Governance Global Status Report—2008*. Rolling Meadows, IL, USA: IT Governance Institute, 2008.

[1119] A. H. Maslow, "A Theory of Human Motivation," *Psychological Review*, vol. 50, pp. 370-396, 1943. doi: 10.1037/h0054346.
[1120] M. Toomey, *Bailando el vals con el elefante. Una guía exhaustiva para la dirección y el control de la tecnología de la información*. Victoria, Australia: Infonomics Pty Ltd., 2012.
[1121] W. Van Grembergen y S. De Haes, *Enterprise Governance of IT: Achieving strategic aligment and value*. New York, NY, USA: Springer, 2009. doi: 10.1007/978-0-387-84882-2.
[1122] P. Weill y J. W. Ross, "IT Governance on one page," Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA, MIT Sloan Working Paper, 4517-04, 2004. Disponible en: https://goo.gl/q5PJdE. doi: 10.2139/ssrn.664612.
[1123] F. J. García-Peñalvo, "El director de TI (CIO)," Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo, Ed., Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/nkn7uv. doi: 10.5281/zenodo.1188923.
[1124] R. Contreras, "El CIO asumirá nuevos roles que le vinculan más a la estrategia de negocio," *Computing*, Madrid, España: BPS Business Publications, 2013, Disponible en: https://goo.gl/A4WCPz.
[1125] B. Egner. (2013). Bridging the gap: The new relationship between CIOs & CMOs. En: *DMNotes*. Disponible en: https://goo.gl/WizZMw.
[1126] D. Ertel, "Turning negotiation into a corporate capability," *Harvard Business Review*, vol. 77, no. 3, pp. 55-60, 62-70, 213, 1999.
[1127] EY, *The DNA of the CIO. Opening the door to the C-suite*, UK: Ernst & Young, 2014. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/Dgrgj3.
[1128] Forrester Consulting, "Bridging the gap between technology and business needs. The changing role of the CIO," Forrester Consulting, Cambridge, MA, USA, 2013. Disponible en: https://goo.gl/hfCXXb.
[1129] IBM, "The IBM Global CIO Study 2011. Cuando el CIO es "esencial"," en "CIO C-suite Studies," IBM España, Madrid, España, CIE03073-ESES-02, 2011. Disponible en: https://goo.gl/RsyswK.
[1130] IBM, "IBM Global CEO Study 2012. Liderar en un mundo hiperconectado," en "CEO C-suite Studies," IBM España, Madrid, España, GBE03485-ESES-00, 2012. Disponible en: https://goo.gl/Vmes5a.
[1131] D. Roberts y B. P. Watson Eds., "Confessions of a successful CIO: How the best CIOs tackle their toughest business challenges," The Wiley CIO series. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2014. doi: 10.1002/9781119204930.
[1132] S. Sieber, J. Valor y V. Porta, "La externalización de los Servicios de TIC y el Business Process Outsourcing (BPO)," en "IESE Ocassional Paper," IESE Business School - Universidad de Navarra, Barcelona, España, OP 08/2, 2007. Disponible en: https://goo.gl/DhHHNq.
[1133] F. J. García-Peñalvo, "La cartera de proyectos," Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018, F. J. García-Peñalvo, Ed., Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/P8bSBG. doi: 10.5281/zenodo.1188945.
[1134] A. Fernández Martínez, "Modelo de Gobierno de las TI para Universidades (GTI4U)," en *Gobierno de las TI para universidades*, A. Fernández Martínez y F. Llorens-Largo, Eds. pp. 145-159, Madrid, España: Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), 2012.

[1135] A. Fernández Martínez. (2016). *Impulsando el gobierno de las TI mediante una cartera de proyectos de las TI.* Disponible en: https://goo.gl/PNpcgQ.

[1136] R. Barrios Martín *et al.*, "Plan Estratégico de TI para el Servicio de Bibliotecas de la Universidad de Salamanca," en "Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2015. Disponible en: https://goo.gl/xtdBXV. doi: 10.5281/zenodo.1194293.

[1137] C. Esteban Ortiz *et al.*, "Plan Estratégico de TI para el CIPSA," en "Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2016. Disponible en: https://goo.gl/fjX8RR. doi: 10.5281/zenodo.1194300.

[1138] Á. L. Blanco Mateos, L. Cabo Villalón, A. Vázquez-Ingelmo y S. Zorita Garrote, "Plan estratégico TI para el Grupo de Investigación GRIAL," en "Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática," Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2017. Disponible en: https://goo.gl/krLW2g. doi: 10.5281/zenodo.1194306.

[1139] Corporation for National and Community Service, "1990: National and Community Service Act of 1990," 1990.

[1140] R. L. Sigmon, "Service-learning: Three principles," *Synergist,* vol. 8, pp. 9-11, 1979.

[1141] R. L. Sigmon, " Serving to Learn, Learning to Serve. Linking Service with Learning," Council for Independent Colleges Report 1994.

[1142] F. Llorens-Largo, F. J. Gallego-Durán, C. J. Villagrá-Arnedo, P. Compañ-Rosique, R. Satorre-Cuerda y R. Molina-Carmona, "Gamificación del Proceso de Aprendizaje: Lecciones Aprendidas," *VAEP-RITA,* vol. 4, no. 1, pp. 25-32, 2016.

[1143] F. J. Sánchez i Peris, "Gamificación," *Education in the Knowledge Society,* vol. 16, no. 2, pp. 13-15, 2015. doi: 10.14201/eks20151621315

[1144] M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo Blanco y F. J. García-Peñalvo, "Metodología de enseñanza inversa apoyada en b-learning y gestión del conocimiento," en *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*, Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 464-468, Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

[1145] M. S. Ramírez-Montoya y D. C. Ramírez-Hernández, "Inverted Learning Environments with Technology, Innovation and Flexibility: Student experiences and meanings," *Journal of Information Technology Research,* vol. 9, no. 1, pp. 18-33, 2016. doi: 10.4018/JITR.2016010102.

[1146] J. D'Onfro, "The truth about Google's famous '20% time' policy," *Business Insider*, USA: Business Insider Inc., 2015, Disponible en: https://goo.gl/DrscFD.

[1147] L. Bock, *Work Rules!: Insights from inside Google that will transform how you live and lead.* New York, NY, USA: Twelve, 2015.

[1148] R. Tate, "Google couldn't kill 20 percent time even if it wanted to," *WIRED*, 2013, Disponible en: https://goo.gl/MJ3Vfq.

[1149] F. J. García-Peñalvo, *Recursos docentes de la asignatura Gobierno de Tecnologías de la Información. Máster Universitario en Ingeniería Informática. Curso 2017-2018*, Salamanca, España: Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, 2018. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/aNqx2b. doi: 10.5281/zenodo.1188951.

[1150] Commission of the European Communities. (2000). *Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, The Economic and Social Committee and The Committee of the Regions: To-wards a European research*

area COM(2000) 6 final, Brussels, Belgium: Commission of the European Communities,. Disponible: https://goo.gl/PgnZ98.

[1151] Unión Europea. (2016). *Versiones consolidadas del Tratado de la Unión Europea y del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea*. 2016/C 202/01, Bruselas, Bélgica: Diario Oficial de la Unión Europea. Disponible: https://goo.gl/gAXUDV.

[1152] Gobierno de España, *Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020*, Madrid, España: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/dDX2hV.

[1153] Comisión Europea. (2010). *Europa 2020. Una estrategia para el crecimiento inteligente, sostenible e integrador*. COM(2010) 2020, Bruselas, Bélgica: Comisión Europea,. Disponible: https://goo.gl/Pdhtp7.

[1154] Gobierno de España, *Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020*, Madrid, España: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/G91hsJ.

[1155] Junta de Castilla y León, *Estrategia Regional de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente (RIS3) de Castilla y León 2014-2020*, Valladolid, España: Junta de Castilla y León, 2014. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/Fc5gzP.

[1156] Comisión Europea. (2010). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Iniciativa emblemática de Europa 2020 Unión por la innovación*. COM(2010) 546 final, Bruselas, Bélgica: Comisión Europea,. Disponible: https://goo.gl/5v3iPs.

[1157] Comisión Europea. (2010). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Una Agenda Digital para Europa*. COM(2010) 245 final, Bruselas, Bélgica: Comisión Europea,. Disponible: https://goo.gl/wntw6h.

[1158] Gobierno de España, *Agenda Digital para España*, Madrid, España: Ministerio de de Industria, Energía y Turismo, Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/RPC7sn.

[1159] Junta de Castilla y León. (2006). *Orden EDU/1623/2006, de 10 de octubre, por la que se regulan los requisitos y el procedimiento para obtener la condición de Grupo de Investigación de Excelencia de Castilla y León, y se crea el correspondiente registro*. Consejería de Educación. BOCYL, no. 204, de 23 de octubre de 2006, sección II. Disposiciones generales, pp. 19821-19824. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/hzzBFu.

[1160] GRIAL Group, "GRIAL Research Group Scientific Production Report (2011-2017). Version 2.0," GRIAL Research Group, University of Salamanca, Salamanca, Spain, Technical Report, GRIAL-TR-2018-004, 2018. Disponible en: https://goo.gl/kiUFn9. doi: 10.5281/zenodo.1217097.

[1161] Grupo GRIAL, "Informe de Producción Científica (2011-2017) del Grupo de Investigación GRIAL. Versión 2.0," Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, GRIAL-TR-2018-003, 2018. Disponible en: https://goo.gl/qyC9E3. doi: 10.5281/zenodo.1217088.

[1162] F. J. García-Peñalvo, "Espirales de conocimiento, espirales de reconocimiento, espirales de amistad," *Education in the Knowledge Society (EKS)*, vol. 16, no. 1, pp. 5-12, 2015. doi: 10.14201/eks2015161512.

[1163] A. M. Seoane Pardo y F. J. García-Peñalvo, "Pedagogical Patterns and Online Teaching," en *Online Tutor 2.0: Methodologies and Case Studies for Successful Learning*, F. J. García-Peñalvo y A. M. Seoane Pardo, Eds. no. Advances in

Educational Technologies and Instructional Design (AETID) Book Series, pp. 298-316, Hershey, PA: IGI Global, 2014. doi: 10.4018/978-1-4666-5832-5.ch015.

[1164] F. J. García-Peñalvo, "Antonio López y la búsqueda del GRIAL," en *Liber Amicorum. En memoria de Antonio López Eire* pp. 71-74, Badajoz, España: Luso-Española de Ediciones, 2009.

[1165] Junta de Castilla y León. (2008). *ORDEN EDU/1441/2008, de 30 de julio, por la que se resuelve la convocatoria pública de ayudas destinadas a financiar programas de actividad investigadora y gastos de equipamiento científico-tecnológico, a realizar por los grupos de investigación de excelencia de Castilla y León.* Consejería de Educación. BOCYL, no. 152, de 7 de agosto de 2008, sección IV. Otras disposiciones y acuerdos, pp. 16481-16487. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/zUaEG9.

[1166] J. García, F. J. García-Penalvo, R. Therón y P. Ordóñez de Pablos, "Usability Evaluation of a Visual Modelling Tool for OWL Ontologies," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 17, no. 9, pp. 1299-1313, 2011. doi: 10.3217/jucs-017-09-1299.

[1167] J. Garcia, A. G. Torres, D. A. G. Aguilar, R. Theron y F. J. G. Penalvo, "A Visual Analytics Tool for Software Project Structure and Relationships among Classes," en *Smart Graphics, Proceedings*, vol. 5531, A. Butz, B. Fisher, M. Christie, A. Kruger, P. Olivier y R. Theron, Eds. Lecture Notes in Computer Science, pp. 203-212, 2009.

[1168] F. J. García-Peñalvo, "Issue on visual analytics," *Journal of Information Technology Research,* vol. 8, no. 2, pp. iv-vi, 2015.

[1169] D. A. Gómez-Aguilar, F. J. García-Peñalvo y R. Therón, "Analítica Visual en eLearning," *El Profesional de la Información,* vol. 23, no. 3, pp. 236-245, 2014. doi: 10.3145/epi.2014.may.03.

[1170] D. A. Gómez-Aguilar, Á. Hernández-García, F. J. García-Peñalvo y R. Therón, "Tap into visual analysis of customization of grouping of activities in eLearning," *Computers in Human Behavior,* vol. 47, pp. 60-67, 2015. doi: 10.1016/j.chb.2014.11.001.

[1171] A. González-Torres, F. J. García-Peñalvo y R. Therón, "How evolutionary visual software analytics supports knowledge discovery," *Journal of Information Science and Engineering,* vol. 29, no. 1, pp. 17-34, 2013.

[1172] A. González-Torres, F. J. García-Peñalvo y R. Therón, "Human-computer interaction in evolutionary visual software analytics," *Computers in Human Behavior,* vol. 29, no. 2, pp. 486-495, Mar 2013. doi: 10.1016/j.chb.2012.01.013.

[1173] A. González-Torres, F. J. García-Peñalvo y R. Therón, "A Framework for the Evolutionary Visual Software Analytics Process," en *Information Systems, E-learning, and Knowledge Management Research. 4th World Summit on the Knowledge Society, WSKS 2011, Mykonos, Greece, September 21-23, 2011. Revised Selected Papers (Mykonos, Greece, 21-23 September 2011)*, M. D. Lytras, D. Ruan, R. Tennyson, P. Ordoñez de Pablos, F. J. García-Peñalvo y L. Rusu, Eds. Communications in Computer and Information Science, no. 278, pp. 439-447, Berlin: Springer Verlag, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-35879-1_53.

[1174] A. González-Torres, F. J. García-Peñalvo, R. Therón-Sánchez y R. Colomo-Palacios, "Knowledge discovery in software teams by means of evolutionary visual software analytics," *Science of Computer Programming,* vol. 121, pp. 55–74, 2016. doi: 10.1016/j.scico.2015.09.005.

[1175] A. González-Torres, R. Therón, F. J. García-Peñalvo, M. Wermelinger y Y. Yu, "Maleku: An evolutionary visual software analytics tool for providing insights into software evolution," en *Proceedings of the 27th IEEE International*

Conference on Software Maintenance – ICSM 2011 (Williamsburg, VA, USA, September 25 – 30, 2011), A. Marcus, J. R. Cordy y P. Tonella, Eds. pp. 594-597, EEUU: IEEE CS Press, 2011. doi: 10.1109/ICSM.2011.6080838.

[1176] F. J. García-Peñalvo, P. Ordónez de Pablos, J. García y R. Therón, "Using OWL-VisMod through a decision-making process for reusing OWL ontologies," *Behaviour & Information Technology,* vol. 33, no. 5, pp. 426-442, 2014. doi: 10.1080/0144929X.2012.709538.

[1177] F. J. García-Peñalvo, R. Colomo-Palacios, J. García y R. Therón, "Towards an ontology modeling tool. A validation in software engineering scenarios," *Expert Systems with Applications,* vol. 39, no. 13, pp. 11468-11478, 2012. doi: 10.1016/j.eswa.2012.04.009.

[1178] M. J. Rodríguez-Conde, F. Martínez-Abad y S. Olmos-Migueláñez, "Assessment of information skills in secondary education: A causal model," *Cultura y Educación,* vol. 25, no. 3, pp. 361-373, 2013. doi: 10.1174/113564013807749687.

[1179] M. J. Rodríguez-Conde, S. Olmos-Migueláñez, B. García-Riaza, A. B. González-Rogado y F. J. García-Peñalvo, "Students' Active Role on the Assessment of Learning Results in Blended-Learning Environments in Engineering in Spain," en *Information Systems, E-learning, and Knowledge Management Research. 4th World Summit on the Knowledge Society, WSKS 2011, Mykonos, Greece, September 21-23, 2011. Revised Selected Papers (Mykonos, Greece, 21-23 September 2011)*, M. D. Lytras, D. Ruan, R. Tennyson, O. Ordoñez de Pablos, F. J. García-Peñalvo y L. Rusu, Eds. Communications in Computer and Information Science, no. CCIS 278, pp. 408-415, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-35879-1_49.

[1180] A. B. González-Rogado, M. J. Rodríguez-Conde, S. Olmos-Migueláñez, M. Borham y F. J. García-Peñalvo, "Experimental evaluation of the impact of b-learning methodologies on engineering students in Spain," *Computers in Human Behavior,* vol. 29, no. 2, pp. 370-377, 2013. doi: 10.1016/j.chb.2012.02.003.

[1181] A. B. González-Rogado, M. J. Rodríguez-Conde, S. Olmos-Migueláñez, M. Borham y F. J. García-Peñalvo, "Key factors for determining student satisfaction in engineering: A regression study," *International Journal of Engineering Education (IJEE),* vol. 30, no. 3, pp. 576-584, 2014.

[1182] F. Martínez-Abad, S. Olmos-Migueláñez y M. J. Rodríguez-Conde, "Evaluación de un programa de formación en competencias informacionales para el futuro profesorado de E.S.O," *Revista de Educación,* no. 370, pp. 45-70, 2015. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2015-370-296.

[1183] S. Olmos Migueláñez y M. J. Rodríguez Conde, "El profesorado universitario ante la e-evaluación del aprendizaje," *ESE- Estudios sobre Educación,* vol. 23, no. 1, pp. 181-202, 2011.

[1184] H. Barbosa y F. J. García-Peñalvo, "Importance of Online Assessment in the E-Learning Process," en *Proceedings of the 6th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training - ITHET 2005. (Santo Domingo, Dominican Republic, July 7-9, 2005)* pp. F3B-1-F3B-6: IEEE CS-Press, 2005.

[1185] H. Barbosa León, F. J. García-Peñalvo, M. J. Rodríguez-Conde, E. M. Morales-Morgado y P. Ordóñez de Pablos, "Adaptive assessments using open specifications," *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET),* vol. 10, no. 4, pp. 56-71, 2012. doi: 10.4018/jdet.2012100105.

[1186] H. G. Barbosa Leon, F. J. García-Peñalvo y M. J. Rodríguez-Conde, "Defining adaptive assessments. Construction of adaptive assessments based in the learning style of the students," en *Proceedings of Third International Conference*

on Web Information Systems and Technologies Society, e-Business and e-Government / e-Learning Volume - WEBIST 2007 (Barcelona, Spain, March 3 - 6, 2007), J. Filipe y J. Cordeiro, Eds. pp. 409-414, Portugal: INSTICC Press, 2007.

[1187] T. Ferreras-Fernández, J. A. Merlo-Vega y F. J. García-Peñalvo, "Visibilidad de la literatura gris científica a través de repositorios. El caso de las tesis doctorales en GREDOS," presentado en XV Workshop de REBIUN sobre proyectos digitales y VI Jornadas de OS-Repositorios (11-13 de marzo de 2015), Córdoba, Spain, 2015.

[1188] T. Ferreras-Fernández, J. A. Merlo-Vega y F. J. García-Peñalvo, "Science 2.0 supported by Open Access Repositories and Open Linked Data," en *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 331-332, New York, NY, USA: ACM, 2013. doi: 10.1145/2536536.2536586.

[1189] T. Ferreras-Fernández, "Visibilidad e impacto de la literatura gris científica en repositorios institucionales de acceso abierto. Estudio de caso bibliométrico del repositorio Gredos de la Universidad de Salamanca," PhD, Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2016. Disponible en: https://goo.gl/rrNeEJ.

[1190] T. Ferreras-Fernández, F. J. García-Peñalvo, J. A. Merlo-Vega y H. Martín-Rodero, "Providing open access to PhD theses: Visibility and citation benefits," *Program: Electronic library and information systems,* vol. 50, no. 4, pp. 399-416, 2016. doi: 10.1108/PROG-04-2016-0039.

[1191] T. Ferreras-Fernández, H. Martín-Rodero, F. J. García-Peñalvo y J. A. Merlo-Vega, "The Systematic Review of Literature in LIS: An approach," en *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. pp. 291-298, New York, NY, USA: ACM, 2016. doi: 10.1145/3012430.3012531.

[1192] F. J. García-Peñalvo, "Ecosistemas Tecnológicos: Innovando en la Educación Abierta," presentado en Programa de la Maestría en Tecnología Educativa. Escuela de Humanidades y Educación, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México, 17 de enero de 2017, 2017. Disponible: https://goo.gl/zRma4d. doi: 10.13140/RG.2.2.21822.28489.

[1193] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Knowledge management ecosystem based on Drupal platform for promoting the collaboration between public administrations," en *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14) (Salamanca, Spain, October 1-3, 2014)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 619-624, New York, NY, USA: ACM, 2014. doi: 10.1145/2669711.2669964. 2014.

[1194] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Patrón arquitectónico para la definición de ecosistemas de eLearning basados en desarrollos open source," en *Actas del XVI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE'14). Acceso masivo y universal para un aprendizaje a lo largo de la vida (Logroño, La Rioja, España, 12-14 de noviembre, 2014)*, J. L. Sierra Rodríguez, J. M. Dodero Beardo y D. Burgos, Eds. pp. 137-142, 2014.

[1195] C. Suárez Guerrero y F. J. García Peñalvo Eds., "Universidad y Desarrollo Social de la Web." Washington DC, USA: Editandum, 2011.

[1196] L. Briz Ponce y F. J. García-Peñalvo, "An empirical assessment of a technology acceptance model for apps in medical education," *Journal of Medical Systems,* vol. 39, no. 11, p. Paper 176, 2015. doi: 10.1007/s10916-015-0352-x.

[1197] L. Briz Ponce, J. A. Juanes Méndez y F. J. García-Peñalvo, "A systematic review of using mobile devices in medical education," en *Proceedings of 2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Logrono, La Rioja, Spain, 12-14 Nov. 2014*, J. L. Sierra-Rodríguez, J. M. Dodero-Beardo y D. Burgos, Eds. pp. 205-210, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014. doi: 10.1109/SIIE.2014.7017731.

[1198] L. Briz Ponce, J. A. Juanes Méndez y F. J. García-Peñalvo, "Analysis of certificated mobile application for medical education purposes," en *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2014) (Salamanca, Spain, October 1-3, 2014)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 13-17, New York, NY, USA: ACM, 2014. doi: 10.1145/2669711.2669871.

[1199] L. Briz Ponce, J. A. Juanes Méndez y F. J. García-Peñalvo, "Dispositivos móviles y apps: Características y uso actual en educación médica," *Novática. Revista de la Asociación de Técnicos en Informática,* vol. 231, pp. 86-91, 2015.

[1200] L. Briz-Ponce y J. A. Juanes-Méndez, "Mobile Devices and Apps, Characteristics and Current Potential on Learning," *Journal of Information Technology Research,* vol. 8, no. 4, pp. 26-37, 2015. doi: 10.4018/JITR.2015100102.

[1201] L. Briz-Ponce, J. A. Juanes-Méndez y F. J. García-Peñalvo, "Synopsis of discussion session on defining a new quality protocol for medical apps," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. pp. 7-12, New York, NY, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2808580.2808582.

[1202] L. Briz-Ponce, A. Pereira, L. Carvalho, J. A. Juanes-Méndez y F. J. García-Peñalvo, "Learning with mobile technologies – Students' behavior," *Computers in Human Behavior,* vol. 72, pp. 612-620, 2017. doi: 10.1016/j.chb.2016.05.027.

[1203] J. C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F. J. García-Peñalvo, "¿Utilizarán los futuros docentes las tecnologías móviles? Validación de una propuesta de modelo TAM extendido," *RED. Revista de Educación a Distancia,* vol. 52, art. 5, 2017. doi: 10.6018/red/52/5.

[1204] R. Therón y L. Fontanillo, "Diachronic-information visualization in historical dictionaries," *Information Visualization,* vol. 14, no. 2, pp. 111-136, 2015. doi: 10.1177/1473871613495844.

[1205] F. J. García-Peñalvo, "Digital Humanities Data Processing," *Journal of Information Technology Research,* vol. 9, no. 1, 2016.

[1206] R. Therón, C. Seguín, L. Cruz y M. Vaquero, "Highly interactive and natural user interfaces: enabling visual analysis in historical lexicography," en *DATeCH '14 Proceedings of the First International Conference on Digital Access to Textual Cultural Heritage* pp. 153-158, New York, NY, USA: ACM, 2014. doi: 10.1145/2595188.2595215.

[1207] R. Therón y E. Wandl-Vogt, "The fun of exploration:How to access a non-standard language corpus visually," en *VisLR: Visualization as Added Value in the Development, Use and Evaluation of Language Resources*, A. Hautli-Janisz, V. Lyding y C. Rohrdantz, Eds. pp. 9-12, 2014.

[1208] F. J. García-Peñalvo, R. Colomo-Palacios, P. Soto-Acosta, I. Martínez-Conesa y E. Serradell-López, "SemSEDoc: Use of semantic technologies in the use of

document repositories of software development projects," *Information Research-an International Electronic Journal,* vol. 16, no. 4, art. 504, 2011.

[1209] F. J. García-Peñalvo, M. Á. Conde, M. Johnson y M. Alier, "Knowledge co-creation process based on informal learning competences tagging and recognition," *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals (IJHCITP),* vol. 4, no. 4, pp. 18-30, 2013. doi: 10.4018/ijhcitp.2013100102.

[1210] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito, O. Borrás-Gené y Á. Fidalgo Blanco, "Evolution of the Conversation and Knowledge Acquisition in Social Networks related to a MOOC Course.," en *Learning and Collaboration Technologies. Second International Conference, LCT 2015, Held as Part of HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings*, P. Zaphiris y I. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 9192, pp. 470-481, Switzerland: Springer International Publishing, 2015. doi: 10.1007/978-3-319-20609-7_44.

[1211] F. J. García-Peñalvo, J. García y R. Therón, "Analysis of the OWL ontologies: A survey," *Scientific Research and Essays,* vol. 6, no. 20, pp. 4318-4329, 2011. doi: 10.5897/SRE11.1036.

[1212] F. J. García-Peñalvo, M. A. Conde, M. Alier y M. J. Casany, "Opening Learning Management Systems to Personal Learning Environments," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 17, no. 9, pp. 1222-1240, 2011. doi: 10.3217/jucs-017-09-1222.

[1213] M. J. Casany, M. Alier, M. Á. Conde y F. J. García-Peñalvo, "SOA initiatives for eLearning. A Moodle case," en *23rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications, AINA 2009, Workshops Proceedings. The International Symposium on Mining and Web (MAW 2009)* pp. 750-755, Los Alamitos, California, USA: IEEE Computer Society, 2009. doi: 10.1109/waina.2009.196.

[1214] M. Á. Conde González, F. J. García-Peñalvo, M. J. Casany Guerrero y M. Alier Forment, "Back and Forth: From the LMS to the Mobile Device. A SOA Approach," en *Proceedings of the IADIS International Conference Mobile Learning 2009 (Barcelona, Spain, February 26-28, 2009)*, I. Arnedillo Sánchez y P. Isaías, Eds. pp. 114-120, Portugal: IADIS Press, 2009.

[1215] M. Á. Conde, F. J. García-Peñalvo, M. J. Casany y M. Alier, "Adapting LMS architecture to the SOA: an Architectural Approach," en *Proceedings of the Fourth International Conference on Internet and Web Applications and Services – ICIW 2009 (Venice/Mestre, Italy, 24-28 May 2009)*, H. Sasaki, G. O. Bellot, M. Ehmann y O. Dini, Eds. pp. 322-327, Los Alamitos, California, USA: IEEE Computer Society, 2009. doi: 10.1109/iciw.2009.54.

[1216] M. Á. Conde, D. A. Gómez, A. D. de Dios y F. J. García-Peñalvo, "Moodle 2.0 Web Services Layer and Its New Application Contexts. First International Conference, TECH-EDUCATION 2010, Athens, Greece, May 19-21, 2010. Proceedings," en *Technology Enhanced Learning: Quality of Teaching and Educational Reform*, vol. 73, M. D. Lytras *et al.*, Eds. Communications in Computer and Information Science, pp. 110-116, Berlin: Springer, 2010. doi: 10.1007/978-3-642-13166-0_16.

[1217] J. Cruz-Benito, O. Borrás-Gené, F. J. García-Peñalvo, Á. Fidalgo-Blanco y R. Therón, "Extending MOOC ecosystems using web services and software architectures.," en *Proceedings of the XVI International Conference on Human Computer Interaction. Vilanova i la Geltrú, Spain — September 07 - 09, 2015* p. Art. 52, New York, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2829875.2829923.

[1218] J. Piguillem *et al.*, "Moodbile: A Moodle web services extension for mobile applications," en *Proceedings of the 1st Moodle Research Conference (Heraklion, Crete, Greece, September, 14-15, 2012)*, S. Retalis y M. Dougiamas, Eds. pp. 148-156, 2012.

[1219] A. M. Seoane-Pardo y F. J. García-Peñalvo, "Los orígenes del tutor: Fundamentos filosóficos y epistemológicos de la monitorización para su aplicación a contextos de e-learning," *Education in the Knowledge Society,* vol. 8, no. 2, pp. 9-30, 2007.

[1220] A. M. Seoane-Pardo y F. J. García-Peñalvo, "Philosophical and Epistemological Basis for Building a Quality Online Training Methodology," en *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*, F. J. García-Peñalvo, Ed. pp. 46-60, Hershey, PA, USA: Information Science Reference 2008.

[1221] F. J. García-Peñalvo y A. M. Seoane-Pardo Eds., "Online Tutor 2.0: Methodologies and Case Studies for Successful Learning." Hershey, PA, USA: IGI Global, 2014. doi: 10.4018/978-1-4666-5832-5.

[1222] A. M. Seoane Pardo y F. J. García-Peñalvo, "Patrones pedagógicos y docencia en red," en *Formación en Red: Aprender con Tecnologías Digitales*, J. M. Jerónimo Montes, Ed. pp. 30-47, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 2014.

[1223] A. M. Seoane-Pardo y F. J. García-Peñalvo, "Online Tutoring and Mentoring," en *Encyclopedia of Networked and Virtual Organizations*, vol. II, G. D. Putnik y M. M. Cunha, Eds. pp. 1120-1127, Hershey, PA, USA: Information Science Reference, 2008.

[1224] F. J. García-Peñalvo, M. Franco Martín, A. García-Holgado, J. M. Toribio Guzmán, J. Largo Antón y M. C. Sánchez Gómez, "Psychiatric patients tracking through a private Social Network for relatives," *Journal of Medical Systems,* vol. 40, no. 7, p. Paper 172, 2016. doi: 10.1007/s10916-016-0530-5.

[1225] J. M. Toribio-Guzmán, A. García- Holgado, F. Soto Pérez, F. J. García-Peñalvo y M. Franco Martín, "Usability Evaluation of a Private Social Network on Mental Health for Relatives," *Journal of Medical Systems,* vol. 41, p. Paper 137, 2017. doi: 10.1007/s10916-017-0780-x.

[1226] P. No-Gutiérrez, M. J. Rodríguez Conde, V. Zangrando y A. M. Seoane-Pardo, "EERA: Peer Tutoring With Migrant Students: Intercultural Mentoring Programme," presentado en ECER 2015 "Education and Transition. Contributions from Educational Research", Budapest, Hungary, 2015. Disponible: https://goo.gl/VZc6mZ.

[1227] P. No-Gutiérrez, M. J. Rodríguez Conde, V. Zangrando, A. M. Seoane-Pardo y L. Luatti, "Peer tutoring at school with migrant students: intercultural mentoring programme," en *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14). Salamanca, Spain, October 1-3, 2014*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 483-487, New York, NY, USA: ACM, 2014. doi: 10.1145/2669711.2669943.

[1228] M. Martín-Cilleros y M. C. Sánchez-Gómez, "Análisis cualitativos de tópicos vinculados a la calidad de vida en personas con discapacidad," *Ciência & Saúde Coletiva,* vol. 21, no. 8, pp. 2365-2374, 2016. doi: 10.1590/1413-81232015218.04182016.

[1229] J. L. Muñoz-Sánchez, M. C. Sánchez-Gómez, M. V. Martín-Cilleros, C. Blanco-Dorado y M. Á. Franco-Martín, "Suicide prevention according to different health professionals: quantification analysis in a qualitative study," *Clinical Practice,* vol. 14, no. 5, pp. 278-289, 2017.

[1230] M. C. Sánchez-Gómez y M. V. Martín-Cilleros, "Implementation of Focus Group in Health Research," en *Computer supported qualitative research*, A. P. Costa, L. P. Reis, F. Neri de Sousa, A. Moreira y D. Lamas, Eds. Studies in Systems, Decision and Control, no. 71, pp. 49-61, Switzerland: Springer International Publishing, 2017.

[1231] M. C. Sánchez-Gómez *et al.*, "Análisis de contenido cualitativo: Estudio de la satisfacción de los usuarios sobre la presentación de un nuevo medicamento en la salud pública," en *La Práctica de la investigación cualitativa: Ejemplificación de estudios*, A. P. Costa, M. C. Sánchez-Gómez y M. V. Martín-Cilleros, Eds. pp. 57-92, Aveiro, Portugal: Ludomedia, 2017.

[1232] P. Zapata-Sepúlveda, F. López-Sánchez y M. C. Sánchez-Gómez, "Content analysis research method with Nvivo-6 software in a PhD thesis: An approach to the long-term psychological effects on Chilean ex-prisoners survivors of experiences of torture and imprisonment," *Quality & Quantity,* vol. 46, no. 1, pp. 379-390, 2012. doi: 10.1007/s11135-011-9551-9.

[1233] A. J. Berlanga y F. J. García-Peñalvo, "Learning Technology Specifications: Semantic Objects for Adaptive Learning Environments," *International Journal of Learning Technology,* vol. 1, no. 4, pp. 458-472, 2005. doi: 10.1504/IJLT.2005.007155.

[1234] A. J. Berlanga y F. J. García-Peñalvo, "IMS LD reusable elements for adaptive learning designs," *Journal of Interactive Media in Education,* vol. 11, 2005.

[1235] A. J. Berlanga y F. J. García-Peñalvo, "Learning Design in Adaptive Educational Hypermedia Systems," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 14, no. 22, pp. 3627-3647, 2008. doi: 10.3217/jucs-014-22-3627.

[1236] A. J. Berlanga, F. J. García-Peñalvo y J. Carabias, "Authoring adaptive learning designs using IMS LD," en *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. 4th International Conference, AH 2006, Proceedings (Dublin, Ireland, June 21-23, 2006)*, V. Wade, H. Ashman y B. Smyth, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. LNCS 4018, pp. 31-40, Berlin: Springer Verlag, 2006. doi: 10.1007/11768012_5.

[1237] A. Berlanga y F. J. García-Peñalvo, "An open model to define adaptive educational hypermedia systems based on learning technology specifications," en *Proceedings of the 15th International Workshop on Database and Expert Systems Applications, 2004 (Zaragoza, Spain, 30 August – 3 September 2004)* pp. 198-202, USA: IEEE Computer Society Press, 2004. doi: 10.1109/DEXA.2004.1333473.

[1238] F. J. García-Peñalvo, R. Colomo-Palacios y J. Y. J. Hsu, "Discovering knowledge through highly interactive information based systems foreword," *Journal of Information Science and Engineering,* vol. 29, no. 1, 2013.

[1239] M. Alier Forment *et al.*, "Docs4Learning: Getting Google Docs to Work within the LMS with IMS BLTI," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 18, no. 11, pp. 1483-1500, 2012. doi: 10.3217/jucs-018-11-1483.

[1240] F. J. García-Peñalvo y J. García Carrasco, "Educational hypermedia resources facilitator," *Computers & Education,* vol. 44, no. 3, pp. 301-325, Apr 2005. doi: 10.1016/j.compedu.2004.02.004.

[1241] M. J. Casany *et al.*, "Moodbile: A Framework to Integrate m-Learning Applications with the LMS," *Journal of Research and Practice in Information Technology (JRPIT),* vol. 44, no. 2, pp. 129-149, 2012.

[1242] J. C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F. J. García-Peñalvo, "Understanding mobile learning: devices, pedagogical implications and

research lines," *Education in the Knowledge Society,* vol. 15, no. 1, pp. 20-42, 2014.

[1243] J. C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F. J. García-Peñalvo, "Informal tools in formal contexts: Development of a model to assess the acceptance of mobile technologies among teachers," *Computers in Human Behavior,* vol. 55A, pp. 519-528, 2016. doi: 10.1016/j.chb.2015.07.002.

[1244] D. A. Gómez-Aguilar, R. Therón y F. J. García-Peñalvo, "Semantic Spiral Timelines Used as Support for e-Learning," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 15, no. 7, pp. 1526-1545, 2009. doi: 10.3217/jucs-015-07-1526.

[1245] Á. Fidalgo-Blanco, F. J. García-Peñalvo y M. L. Sein-Echaluce Lacleta, "A methodology proposal for developing adaptive cMOOC," en *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 553-558, New York, NY, USA: ACM, 2013. doi: 10.1145/2536536.2536621.

[1246] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta y F. J. García-Peñalvo, "MOOC cooperativo. Una integración entre cMOOC y xMOOC," en *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC)*, Á. Fidalgo Blanco y M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Eds. pp. 481-486, Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2013.

[1247] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta y F. J. García-Peñalvo, "Methodological Approach and Technological Framework to break the current limitations of MOOC model," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 21, no. 5, pp. 712-734, 2015. doi: 10.3217/jucs-021-05-0712.

[1248] F. J. García-Peñalvo, "Massive Open Online Courses as data sources for making decisions in learning processes," *Journal of Information Technology Research,* vol. 8, no. 4, pp. iv-vii, 2015.

[1249] A. García-Holgado, J. Cruz-Benito y F. J. García-Peñalvo, "Analysis of knowledge management experiences in Spanish public administration," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. International Conference Proceedings Series, pp. 189-193, New York, NY, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2808580.2808609.

[1250] M. Á. Conde-González, F. J. García-Peñalvo, M. J. Rodríguez-Conde, M. Alier y A. García-Holgado, "Perceived openness of Learning Management Systems by students and teachers in education and technology courses," *Computers in Human Behavior,* vol. 31, pp. 517-526, 2014. doi: 10.1016/j.chb.2013.05.023.

[1251] E. M. Morales, D. Gómez-Aguilar y F. J. García-Peñalvo, "HEODAR: Herramienta para la Evaluación de Objetos Didácticos de Aprendizaje Reutilizables," en *Actas del X Simposio Internacional de Informática Educativa - SIIE'08* J. Á. Velázquez-Iturbide, F. J. García-Peñalvo y A. B. Gil, Eds. Colección Aquilafuente, Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2008.

[1252] C. Muñoz, M. Á. Conde y F. J. García-Peñalvo, "Moodle HEODAR implementation and its implantation in an academic context," *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL),* vol. 2, no. 3, pp. 241-255, 2010. doi: 10.1504/IJTEL.2010.033580.

[1253] C. Muñoz, F. J. García-Peñalvo, E. M. Morales-Morgado, M. Á. Conde-González y A. M. Seoane-Pardo, "Improving Learning Object Quality: Moodle HEODAR Implementation," *International Journal of Distance Education Technologies,* vol. 10, no. 4, pp. 1-16, 2012. doi: 10.4018/jdet.2012100101.

[1254] E. M. Morales, F. J. García-Peñalvo, Á. Barrón, A. J. Berlanga y C. López, "Propuesta de Evaluación de Objetos de Aprendizaje," en *Actas del II Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables, SPDECE'05 (Barcelona, 19, 20 y 21 de Octubre de 2005)*, 2005.

[1255] F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde, "The impact of a mobile Personal Learning Environment in different educational contexts," *Universal Access in the Information Society,* vol. 14, no. 3, pp. 375-387, 2015. doi: 10.1007/s10209-014-0366-z.

[1256] P. R. Humanante-Ramos, F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde González, "Towards mobile personal learning environments (MPLE) in higher education," en *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2014) (Salamanca, Spain, October 1-3, 2014)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 677-681, New York, NY, USA: ACM, 2014. doi: 10.1145/2669711.2669973.

[1257] P. R. Humanante-Ramos, F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde-González, "Personal Learning Environments and online classrooms: An experience with university students," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA),* vol. 10, no. 1, pp. 26-32, 2015. doi: 10.1109/RITA.2015.2391411.

[1258] P. R. Humante-Ramos, F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde-González, "Mobile personal learning environments: conceptualization and structure," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 117-123, New York, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2808580.2808599.

[1259] M. Á. Conde-González, F. J. García-Peñalvo, M. J. Rodríguez-Conde, M. Alier, M. J. Casany y J. Piguillem, "An evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools," *Interactive Learning Environments,* vol. 22, no. 2, pp. 188-204, 2014. doi: 10.1080/10494820.2012.745433.

[1260] F. J. García-Peñalvo y M. Alier, "Learning management system: Evolving from silos to structures," *Interactive Learning Environments,* vol. 22, no. 2, pp. 143-145, 2014. doi: 10.1080/10494820.2014.884790.

[1261] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "From massive access to cooperation: Lessons learned and proven results of a hybrid xMOOC/cMOOC pedagogical approach to MOOCs," *International Journal of Educational Technology in Higher Education (ETHE),* vol. 13, p. 24, 2016. doi: 10.1186/s41239-016-0024-z.

[1262] F. J. García-Peñalvo, Á. Fidalgo-Blanco, M. Sein-Echaluce Lacleta y M. Á. Conde-González, "Cooperative Micro Flip Teaching," en *Learning and Collaboration Technologies. Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016, Proceedings*, P. Zaphiris y I. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 9753, pp. 14-24, Switzerland: Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-39483-1_2.

[1263] M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo-Blanco, F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde-González, "iMOOC Platform: Adaptive MOOCs," en *Learning and Collaboration Technologies. Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016,*

Proceedings, P. Zaphiris y I. Ioannou, Eds. no. 9753, pp. 380–390, Switzerland: Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-39483-1_35.

[1264] F. J. García-Peñalvo, "¿Está cambiando la forma de impartir docencia? ¿Deberíamos cambiarla? - Interacción Persona Ordenador," presentado en Seminario Bienal Las Nuevas Formas de Enseñanza en la Universidad Digital, Madrid, 5 de junio de 2014, 2014.

[1265] A. García-Valcárcel y M. Martín, "Análisis de las competencias digitales de los graduados en titulaciones de maestro," presentado en XXIII Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa, Badajoz, 2015, 2015. Disponible: https://goo.gl/iWM8ny.

[1266] A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso, V. Basilotta y C. López, "Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria," *Comunicar,* vol. XXI, no. 42, pp. 65-74, 2014. doi: 10.3916/C42-2014-06.

[1267] A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso y J. J. Mena Marcos, "Information technology as a way to support collaborative learning: What in-service teachers think, know and do," *Journal of Information Technology Research,* vol. 9, no. 1, pp. 1-17, 2016. doi: 10.4018/JITR.2016010101.

[1268] A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso y F. J. Tejedor Tejedor, "Evaluación de procesos de innovación escolar basados en el uso de las TIC desarrollados en la Comunidad de Castilla y León," *Revista de Educación,* vol. 352, pp. 125-147, 2010.

[1269] A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso y F. J. Tejedor Tejedor, "Variables TIC vinculadas a la generación de nuevos escenarios de aprendizaje en la enseñanza universitaria. Aportes de las curvas ROC para el análisis de diferencias," *Educación XX1,* vol. 14, no. 2, pp. 43-78, 2011. doi: 10.5944/educxx1.14.2.237.

[1270] A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso y F. J. Tejedor Tejedor, "The Incorporation of ICT in Higher Education. The contribution of ROC curves in the graphic visualization of differences in the analysis of the variables," *British Journal of Educational Technology,* vol. 43, no. 6, pp. 901-919, 2012. doi: 10.1111/j.1467-8535.2011.01270.x.

[1271] F. J. Tejedor Tejedor y A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso, " Evaluación del desempeño docente," *Revista Española de Pedagogía,* vol. LXVIII, no. 247, pp. 439-459, 2010.

[1272] F. J. Tejedor Tejedor y A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso, "Sociedad tecnológica e investigación educativa," *Revista Española de Pedagogía,* vol. LXX, no. 251, pp. 3-26, 2012.

[1273] L. I. González-Pérez, M. S. Ramírez-Montoya y F. J. García-Peñalvo, "Discovery Tools for Open Access Repositories: A Literature Mapping," en *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ICPS: ACM International Conference Proceeding Series, pp. 299-305, New York, NY, USA: ACM, 2016. doi: 10.1145/3012430.3012532.

[1274] L. I. González-Pérez, M. S. Ramírez-Montoya y F. J. García-Peñalvo, "Open access to educational resources in energy and sustainability: Usability evaluation prototype for repositories," en *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ICPS: ACM International Conference Proceeding Series, pp. 1103-1108, New York, NY, USA: ACM, 2016. doi: 10.1145/3012430.3012654.

[1275] L. I. González-Pérez, M. S. Ramírez-Montoya y F. J. García-Peñalvo, "Identidad digital 2.0: Posibilidades de la gestión y visibilidad científica a través de repositorios institucionales de acceso abierto," en *Ecosistemas del Conocimiento Abierto*, J. A. Merlo Vega, Ed., Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2018.

[1276] L. I. González-Pérez, M. S. Ramírez-Montoya y F. J. García-Peñalvo, "User experience in institutional repositories: A systematic literature review," *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals (IJHCITP),* vol. 9, no. 1, pp. 70-86, 2018. doi: 10.4018/IJHCITP.2018010105.

[1277] L. I. González-Pérez, M. S. Ramírez-Montoya, F. J. García-Peñalvo y J. E. Quintas Cruz, "Usability evaluation focused on user experience of repositories related to energy sustainability: A Literature Mapping," en *Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)* J. M. Dodero, M. S. Ibarra Sáiz y I. Ruiz Rube, Eds. ICPS: ACM International Conference Proceeding Series, New York, NY, USA: ACM, 2017. doi: 10.1145/3144826.3145385.

[1278] J. A. Yañez-Figueroa, M. S. Ramírez-Montoya y F. J. García-Peñalvo, "Vinculación universidad-sociedad para la innovación educativa: Los casos de laboratorios ciudadanos," en *Innovación Educativa. Investigación, formación, vinculación y visibilidad*, M. S. Ramírez-Montoya y J. R. Valenzuela González, Eds. pp. 201-225, Madrid, España: Síntesis, 2017.

[1279] M. S. Ramírez-Montoya y F. J. García-Peñalvo, "La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje," *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia,* vol. 20, no. 2, pp. 29-47, 2017. doi: 10.5944/ried.20.2.18884.

[1280] M. S. Ramírez-Montoya, J. J. Mena Marcos y J. A. Rodríguez, "In-service teachers' self-perception on digital competence and OER use as determined by a xMOOC training course," *Computers in Human Behaviour,* vol. 77, pp. 356-364, 2017. doi: 10.1016/j.chb.2017.09.010.

[1281] J. M. Toribio Guzmán, A. García-Holgado, F. Soto Pérez, F. J. García-Peñalvo y M. A. Franco Martín, "Estudio de Usabilidad de la Red Social Privada SocialNet mediante Evaluación Heurística," en *Actas del XVII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador - Interacción 2016. 14-16 de septiembre de 2016, Salamanca, España*, L. Moreno López, E. J. Rubia Cuestas, V. M. R. Penichet y F. J. García-Peñalvo, Eds. Aquilafuente, no. 221, pp. 75-77, Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2016.

[1282] J. M. Toribio Guzmán, A. García-Holgado, F. Soto Pérez, F. J. García-Peñalvo y M. A. Franco Martín, "Study of the Usability of the Private Social Network SocialNet using Heuristic Evaluation," en *Proceedings of the Interacción '16 Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction (Salamanca, Spain — September 13 - 16, 2016)*, L. Moreno López, E. J. Rubia Cuestas, V. M. R. Penichet y F. J. García-Peñalvo, Eds. ACM International Conference Proceedings Series (ICPS), New York, NY, USA: ACM, 2016. doi: 10.1145/2998626.2998674.

[1283] J. M. Toribio-Guzmán, A. García-Holgado, F. Soto Pérez, F. J. García-Peñalvo y M. Á. Franco Martín, "Heuristic evaluation of SocialNet, the private social network for psychiatric patients and their relatives," en *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)*, F. J. García-

Peñalvo, Ed. ICPS: ACM International Conference Proceeding Series, pp. 525-532, New York, NY, USA: ACM, 2016. doi: 10.1145/3012430.3012568.

[1284] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "ECoLab: A Cooperative System to Improve Training Processes," en *Learning and Collaboration Technologies. Novel Learning Ecosystems. 4th International Conference, LCT 2017. Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017. Proceedings, Part I*, P. Zaphiris y A. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 10295, pp. 90-99, Switzerland: Springer International Publishing, 2017. doi: 10.1007/978-3-319-58509-3_9.

[1285] Technical University of Madrid (Spain) y University of Zaragoza (Spain). (2018). *Social Networking and Learning course. iMOOC*. Disponible en: https://goo.gl/68vyjU.

[1286] F. J. García-Peñalvo, "Experiencia MOOCs. Caso de Estudio Grupo GRIAL de la USAL," presentado en Digitalización y MOOCs, motores de innovación en Educación Superior, Campus San Joaquín de la Pontificia Universidad Católica de Chile 28 de noviembre de 2016, 2016. Disponible: https://goo.gl/NTQAUJ.

[1287] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta y F. J. García-Peñalvo, "MOOC cooperativo. Una integración entre cMOOC y xMOOC," en *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013 (Madrid, 6-8 de noviembre de 2013)*, Á. Fidalgo Blanco y M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Eds. pp. 481-486, Madrid, España: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2013.

[1288] F. J. García-Peñalvo, V. Fernández-Hermo, Á. Fidalgo-Blanco y M. L. Sein-Echaluce, "Applied educational innovation MOOC: Learners' experience and valorization of strengths and weaknesses," en *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2014) (Salamanca, Spain, October 1-3, 2014)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 139-145, New York, NY, USA: ACM, 2014. doi: 10.1145/2669711.2669892.

[1289] M. L. Sein-Echaluce, Á. Fidalgo-Blanco y F. J. García-Peñalvo, "Adaptive and cooperative model of knowledge management in MOOCs," en *Learning and Collaboration Technologies. Novel Learning Ecosystems. 4th International Conference, LCT 2017. Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017. Proceedings, Part I* P. Zaphiris y A. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 10295, pp. 273-284, Switzerland: Springer International Publishing, 2017. doi: 10.1007/978-3-319-58509-3_22.

[1290] M. Caeiro-Rodríguez *et al.*, "SNOLA: Spanish Network of Learning Analytics," en *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), New York, NY, USA: ACM, 2016.

[1291] A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso, L. M. González Rodero, V. Basilotta Gómez-Pablos y M. Martín del Pozo, "REUNI+D: una red universitaria para la construcción colaborativa de conocimiento," *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 21, no. 2, 2018. doi: 10.5944/ried.21.2.20605.

[1292] M. Á. Conde, F. J. García-Peñalvo, M. J. Casany y M. Alier Forment, "Personal Learning Environments and the Integration with Learning Management Systems," en *Information Systems, E-learning, and Knowledge Management Research. 4th World Summit on the Knowledge Society, WSKS 2011, Mykonos, Greece, September 21-23, 2011. Revised Selected Papers*, vol. CCIS 278, M. D. Lytras, D. Ruan, R. Tennyson, P. Ordoñez de Pablos, F. J. García- Peñalvo y L.

Rusu, Eds. Communications in Computer and Information Science, pp. 16-21, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-35879-1_3.

[1293] M. Á. Conde-González, "Personalización del aprendizaje: Framework de servicios para la integración de aplicaciones online en los sistemas de gestión del aprendizaje," PhD, Programa de Doctorado Informática y Automática, Universidad de Salamanca, Salamanca, 2012. Disponible en: https://goo.gl/WXitBm.

[1294] M. Á. Conde González, A. d. Pozo de Dios y F. J. García Peñalvo, "e-Learning Services in Moodle 2.0," *CEPIS Upgrade,* vol. XII, no. 2, pp. 43-50, 2011.

[1295] M. Á. Conde-González, F. J. García-Peñalvo, M. Alier y J. Piguillem, "The implementation, deployment and evaluation of a Mobile Personal Learning Environment," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 19, no. 7, pp. 854-872, 2013. doi: 10.3217/jucs-019-07-0854.

[1296] M. Á. Conde-González, F. J. García-Peñalvo y M. Alier, "Interoperability scenarios to measure informal learning carried out in PLEs," en *Proceedings of the Third IEEE International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems, IEEE INCoS 2011* F. Xhafa, L. Barolli y M. Köppen, Eds. pp. 801-806, Los Alamitos, CA, USA: IEEE CS Press, 2011. doi: 10.1109/INCoS.2011.104.

[1297] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "TRAILER project (Tagging, recognition, acknowledgment of informal learning experiences). A Methodology to make visible learners' informal learning activities to the institutions," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 19, no. 11, p. 1661, 2013. doi: 10.3217/jucs-019-11-1661.

[1298] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "TRAILER project overview: Tagging, recognition and acknowledgment of informal learning experiences," presentado en 2012 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Andorra La Vella, Andorra. October 29-31, 2012, 2012. Disponible: https://goo.gl/kn6puc.

[1299] M. C. Delgado-Álvarez, M. C. Sánchez Gómez y P. A. Fernández-Dávila Jara, "Atributos y estereotipos de género asociados al ciclo de la violencia contra la mujer," *Universitas Psychologica,* vol. 11, no. 3, pp. 769-777, 2012.

[1300] P. Humanante-Ramos, F. J. García-Peñalvo y M. Conde-González, "Entornos personales de aprendizaje móvil: Una revisión sistemática de la literatura," *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia,* vol. 20, no. 2, pp. 73-92, 2017. doi: 10.5944/ried.20.2.17692.

[1301] P. R. Humante-Ramos, F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde-González, "PLEs en contextos móviles: Nuevas formas para personalizar el aprendizaje," *IEEE VAEP-RITA,* vol. 4, no. 1, pp. 33-39, 2016.

[1302] S. Popp *et al.*, "European history crossroads as pathways to intercultural and media education (EHISTO)," en *Proceedings of the TEEM'13 Track on Knowledge Society Related Projects (Salamanca, Spain, November 16, 2013),* F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y J. Cruz-Benito, Eds. pp. 31-35, Salamanca, Spain: Grupo GRIAL, 2013.

[1303] E. Carboni *et al.*, "Intercultural Mentoring tools to support migrant integration at school (INTO)," en *Proceedings of the TEEM'13 Track on Knowledge Society Related Projects (Salamanca, Spain, November 16, 2013),* F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y J. Cruz-Benito, Eds. pp. 53-58, Salamanca, Spain: Grupo GRIAL, 2013.

[1304] F. J. García-Peñalvo, "Multidisciplinary and interdisciplinary approaches in information technology research," *Journal of Information Technology Research,* vol. 10, no. 1, pp. vi-viii, 2017.

[1305] F. J. García-Peñalvo, "La mentorización Intercultural – El proyecto INTO," *Education in the Knowledge Society,* vol. 17, no. 3, pp. 7-12, 2016. doi: 10.14201/eks2016173712.

[1306] P. No-Gutiérrez, M. J. Rodríguez Conde, V. Zangrando y A. M. Seoane-Pardo, "Assessment of the intercultural mentoring programme," en *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G. R. Alves y M. C. Felgueiras, Eds. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 349-354, New York, NY, USA: ACM, 2015. doi: 10.1145/2808580.2808632.

[1307] F. J. García-Peñalvo y J. Cruz-Benito. (2015). *Informe de Buena Práctica - Proyecto Europeo VALS y Semester of Code: Prácticas Virtuales en Empresas y Fundaciones relacionadas con el Software Libre a nivel Europeo*. Disponible en: http://repositorio.grial.eu/handle/grial/410.

[1308] F. J. García-Peñalvo y J. Cruz-Benito, "Proyecto Europeo VALS y Semester of Code: Prácticas Virtuales en Empresas y Fundaciones relacionadas con el Software Libre a nivel Europeo (Versión póster)," presentado en Seminario Bienal "La Universidad Digital". Taller de Buenas Prácticas: Presentación de Experiencias, Madrid, 11 de junio, 2015. Disponible: http://repositorio.grial.eu/handle/grial/409.

[1309] M. Á. Conde González y F. J. García-Peñalvo, "Desarrollo de un repositorio de aplicaciones móviles para mayores," *Cuadernos de la Cátedra Teléfonica – Universidad de León – TIC y Envejecimiento de la Sociedad,* vol. 2, pp. 37-47, 2014.

[1310] F. J. García-Peñalvo, M. Conde-González y V. Matellán-Olivera, "Mobile Apps for Older Users – The Development of a Mobile Apps Repository for Older People," en *Learning and Collaboration Technologies Technology-Rich Environments for Learning and Collaboration. First International Conference, LCT 2014 Held as Part of HCI International 2014 Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014. Proceedings, Part II (Creta Maris, Heraklion, Crete, Greece, June 22 – 27, 2014)*, P. Zaphiris y A. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 8524, pp. 117-126, Switzerland: Springer International Publishing, 2014. doi: 10.1007/978-3-319-07485-6_12.

[1311] M. Raveri *et al.*, "Intercultural Education through Religious Studies (IERS)," en *Proceedings of the TEEM'13 Track on Knowledge Society Related Projects (Salamanca, Spain, November 16, 2013)*, F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado y J. Cruz-Benito, Eds. pp. 43-48, Salamanca, Spain: Grupo GRIAL, 2013.

[1312] F. J. García-Peñalvo, "Proyecto TACCLE3 – Coding," en *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016*, F. J. García-Peñalvo y J. A. Mendes, Eds. no. 222, pp. 187-189, Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2016.

[1313] F. J. García-Peñalvo, "Presentación del Proyecto TACCLE3 Coding," presentado en Workshop EI<18. Educación en Informática sub 18, Salamanca, España, 2016. Disponible: https://goo.gl/VZc6mZ. doi: 10.5281/zenodo.163216.

[1314] F. J. García-Peñalvo, "A brief introduction to TACCLE 3 – Coding European Project," en *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE 16)*, F. J. García-Peñalvo y J. A. Mendes, Eds., USA: IEEE, 2016. doi: 10.1109/SIIE.2016.7751876.

[1315] F. J. García-Peñalvo, "Pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. El enfoque de TACCLE3," presentado en Máster en las TIC en la Educación: Análisis y Diseño de Procesos, Recursos y Prácticas

Formativas, Salamanca, España, 9 de marzo de 2017, 2017. Disponible: https://goo.gl/iyaVyT. doi: 10.5281/zenodo.376310.

[1316] F. J. García-Peñalvo *et al.*, "Evaluation of existing resources (study/analysis)," TACCLE3 Consortium, Belgium, 2016. doi: 10.5281/zenodo.163112.

[1317] F. J. García-Peñalvo, D. Reimann, M. Tuul, A. Rees y I. Jormanainen, "An overview of the most relevant literature on coding and computational thinking with emphasis on the relevant issues for teachers," TACCLE3 Consortium, Belgium, 2016. doi: 10.5281/zenodo.165123.

[1318] TACCLE 3 Consortium. (2017). *TACCLE 3: Coding Erasmus + Project website*. Disponible en: https://goo.gl/f4QZUA.

[1319] W. Nielsen, J. Mena, A. Clarke, S. O'Shea, H. Hoban y J. Collins, "Australia's supervising teachers: Motivators and challenges to inform professional learning," *Asia-Pacific Journal of Teacher Education,* vol. 45, no. 4, pp. 346-368, 2017. doi: 10.1080/1359866X.2017.1304527.

[1320] F. J. García-Peñalvo, "En clave de innovación educativa. Construyendo el nuevo ecosistema de aprendizaje," presentado en I Congreso Internacional de Tendencias en Innovación Educativa, CITIE 2016, Arequipa, Perú, 15 de noviembre de 2016, 2016. Disponible: https://goo.gl/8HQovc.

[1321] F. J. García-Peñalvo, "La evolución de los sistemas software educativos: Los ecosistemas tecnológicos de aprendizaje," presentado en Programa de Doctorado en Ingeniería Informática de la Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, 28 de abril de 2017, 2017. Disponible: https://goo.gl/Ykwrtv. doi: 10.5281/zenodo.569347.

[1322] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "A metamodel proposal for developing learning ecosystems," en *Learning and Collaboration Technologies. Novel Learning Ecosystems. 4th International Conference, LCT 2017. Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017. Proceedings, Part I*, P. Zaphiris y A. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 10295, pp. 100-109, Switzerland: Springer International Publishing, 2017. doi: 10.1007/978-3-319-58509-3_10.

[1323] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Preliminary validation of the metamodel for developing learning ecosystems," en *Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)* J. M. Dodero, M. S. Ibarra Sáiz y I. Ruiz Rube, Eds. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), New York, NY, USA: ACM, 2017. doi: 10.1145/3144826.3145439.

[1324] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Definición de ecosistemas de aprendizaje independientes de plataforma," en *La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017 (4-6 de Octubre de 2017, Zaragoza, España)*, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo-Blanco y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 668-673, Zaragoza, España: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2017. doi: 10.26754/CINAIC.2017.000001_143.

[1325] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Gestión del conocimiento abierto mediante ecosistemas tecnológicos basados en soluciones Open Source," en *Ecosistemas del Conocimiento Abierto*, J. A. Merlo Vega, Ed., Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2018.

[1326] F. J. García-Peñalvo, L. Vicent, M. Ribó, A. Climent, J. L. Sierra y A. Sarasa Eds., "2012 International Symposium on Computers in Education (SIIE)." USA: IEEE, 2012. Disponible en: https://goo.gl/ePLxPF.

[1327] F. J. García-Peñalvo, L. Vicent, M. Ribó, A. Climent, J. L. Sierra y A. Sarasa Eds., "Actas del XIV Simposio Internacionalde Informática Educativa – SIIE 2012 (Andorra la Vella, Andorra, 29-31 de octubre de 2012)." Andorra la Vella, Andorra: Publicaciones La Salle, La Salle Open University, 2012.

[1328] F. J. García-Peñalvo y J. A. Mendes Eds., "XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016," Aquilafuente 222. Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2016. Disponible en: https://goo.gl/zNJf6U.

[1329] F. J. García-Peñalvo y J. A. Mendes, *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE 16) (Salamanca, Spain. September 13-15, 2016)*. USA: IEEE, 2016. Disponible en: https://goo.gl/8n8b6Y.

[1330] L. Moreno López, E. J. Rubia Cuestas, V. M. R. Penichet y F. J. García-Peñalvo Eds., "Actas del XVII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador - Interacción 2016," Aquilafuente 221. Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2016. Disponible en: https://goo.gl/vDeE5n.

[1331] L. Moreno López, E. J. Rubia Cuestas, V. M. R. Penichet y F. J. García-Peñalvo Eds., "Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction (Salamanca, Spain — September 13 - 16, 2016)." New York, NY, USA: ACM, 2016. Disponible en: https://goo.gl/vjCWQw.

[1332] AIDIPE Ed. "Actas XVIII Congreso Internacional de Investigación Educativa. Interdisciplinariedad y transferencia, AIDIPE 2017, (Salamanca, España, 28-30 de junio de 2017)." Salamanca: Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE), 2017. Disponible en: https://goo.gl/EZuhEL.

[1333] AIDIPE Ed. "Actas I Encuentro de doctorandos e investigadores noveles. Interdisciplinariedad y transferencia, AIDIPE 2017, (Salamanca, España, 28 de junio de 2017)." Salamanca: Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE), 2017. Disponible en: https://goo.gl/6591eN.

[1334] J. Mena, A. García-Valcárcel, F. J. García-Peñalvo y M. Martín del Pozo Eds., "Search and research: Teacher Education for contemporary contexts," Colección Aquilafuente 227. Salamanca, Spain: Ediciones Universidad de Salamanca, 2017. Disponible en: https://goo.gl/TjGzsy.

[1335] A. P. Costa, M. C. Sánchez-Gómez y M. V. Martín-Cilleros Eds., "La Práctica de la investigación cualitativa: Ejemplificación de estudios (2ª Parte)." Aveiro, Portugal: Ludomedia, 2017. Disponible en: https://goo.gl/qCmcin.

[1336] A. P. Costa, L. P. Reis, F. Neri de Souza y A. Moreira Eds., "Proceedings ISQR2017. International Symposium on Qualitative Research - Volume 5 (Salamanca, Spain, July 12–14, 2017) ". Aveiro, Portugal: Ludomedia, 2017. Disponible en: https://goo.gl/5PGA5S.

[1337] A. P. Costa, L. P. Reis, F. Neri de Souza y A. Moreira Eds., "Computer Supported Qualitative Research. Second International Symposium on Qualitative Research (ISQR 2017) (Salamanca, Spain, July 12–14, 2017)," Advances in Intelligent Systems and Computing Series AISC 621. Cham: Springer International Publishing, 2018. Disponible en: https://goo.gl/sKb3yq. doi: 10.1007/978-3-319-61121-1.

[1338] Grupo GRIAL, "Manual de identidad," Grupo GRIAL, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2018. Disponible en: https://goo.gl/NUsy8E.

[1339] Grupo GRIAL. (2018). GRIAL Logo versions. Salamanca, Spain: Grupo GRIAL, University of Salamanca. Disponible en: https://goo.gl/bejW29.

[1340] V. P. Guerrero-Bote y F. Moya-Anegón, "A further step forward in measuring journals' scientific prestige: The SJR2 indicator," *Journal of Informetrics*, vol. 6, pp. 674-688, 2012. doi: 10.1016/j.joi.2012.07.001.

[1341] H. Zijlstra y R. McCullough. (2016). CiteScore: A new metric to help you choose the right journal. En: *Elsevier Connect*. Disponible en: https://goo.gl/XnebkK.
[1342] F. J. García-Peñalvo, "Uso de herramientas digitales para investigación y publicación," presentado en Curso de Formación y Desarrollo de Profesores, 29 de noviembre de 2017, Tecnológico de Monterrey, Campus de Guadalajara, 2017. Disponible: https://goo.gl/VsZcg2. doi: 10.5281/zenodo.1066318
[1343] A. J. Berlanga, "Diseños instructivos adaptativos: Formación personalizada y reutilizable en entornos educativos," PhD, Programa de Doctorado Procesos de Formación en Espacios Virtuales, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2006. Disponible en: https://goo.gl/oUuaeb.
[1344] M. I. Prieto Ferrero, "METHADIS: Metodología para el diseño de sistemas hipermedia adaptativos para el aprendizaje, basada en estilos de aprendizaje y estilos cognitivos," PhD, Programa de Doctorado Procesos de Formación en Espacios Virtuales, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2007. Disponible en: https://goo.gl/4ZbY9g.
[1345] E. M. Morales Morgado, "Gestión del conocimiento en sistemas e-learning, basado en objetos de aprendizaje, cualitativa y pedagógicamente definidos," PhD, Programa de Doctorado Procesos de Formación en Espacios Virtuales, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2007. Disponible en: https://goo.gl/sVePDR.
[1346] H. G. Barbosa León, "Generador de pruebas objetivas adaptadas a las preferencias de presentación de los usuarios," PhD, Programa de Doctorado Informática y Automática, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2010. Disponible en: https://goo.gl/WsQLX7.
[1347] H. Rego, "Adaptive Hypermedia Knowledge Management eLearning System (AHKME) – Management and Adaptation of Learning Objects and Learning Design in a Web-Based Information System Towards the Third Generation of Web," PhD, Programa de Doctorado Informática y Automática, University of Salamanca, Salamanca, Spain, 2012. Disponible en: https://goo.gl/bwkyTK.
[1348] J. F. García Navarro, "Analítica visual aplicada a la Ingeniería de Ontologías," PhD, Programa de Doctorado Informática y Automática, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2012. Disponible en: https://goo.gl/3A8Rp7.
[1349] A. Pinto-Llorente, "Análisis de un modelo hipermedia modular para la enseñanza del inglés en modalidad semipresencial," PhD, Programa de Doctorado Las TIC's en Educación: Análisis y Diseño de Procesos, Recursos y Prácticas Formativas, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2012. Disponible en: https://goo.gl/cq3sLQ.
[1350] J. P. Hernández Ramos, "Actitudes del docente ante la modernización de la Universidad. Un estudio descriptivo correlacional en la Universidad de Salamanca," PhD, Programa de Doctorado Las TIC's en Educación: Análisis y Diseño de Procesos, Recursos y Prácticas Formativas, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2014. Disponible en: https://goo.gl/AprLi3.
[1351] D. A. Gómez-Aguilar, "Analítica Visual en eLearning," PhD, Programa de Doctorado Informática y Automática, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2015. Disponible en: https://goo.gl/4nDs6B.
[1352] A. González Torres, "Evolutionary Visual Software Analytic," PhD, Programa de Doctorado Informática y Automática, University of Salamanca, Salamanca, Spain, 2015. Disponible en: https://goo.gl/UNKFNo.
[1353] L. Briz Ponce, "Análisis de la efectividad en las Aplicaciones m-health en dispositivos móviles dentro del ámbito de la formación médica," PhD,

Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento, Universidad de Salamanca, Salamanca, 2016. Disponible en: https://goo.gl/4UMpEY.

[1354] P. R. Humanante Ramos, "Entornos Personales de Aprendizaje Móvil (mPLE) en la Educación Superior," PhD, Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento, Universidad de Salamanca, Salamanca, 2016. Disponible en: https://goo.gl/sc2FUV.

[1355] L. I. Ruiz Rojas, "Metodología, mediante procesos virtuales masivos, para la función pública Ecuatoriana," PhD, Programa de Doctorado TIC en educación: Análisis y diseño de procesos, recursos y prácticas formativas, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2017. Disponible en: https://goo.gl/eh4veS.

[1356] J. Kelly, T. Sadeghieh y K. Adeli, "Peer Review in Scientific Publications: Benefits, Critiques, & A Survival Guide," *The Journal of the International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, EJIFCC,* vol. 25, no. 3, pp. 227-243, 2014.

[1357] American Society of Agronomy, Crop Science Society of America y Soil Science Society of America, *Editors' Handbook*, Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, 2017. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/etpWmb.

[1358] J. S. Alpert, "What exactly does an editor do?," *The American Journal of Medicine,* vol. 124, no. 6, pp. 475-476, 2011. doi: 10.1016/j.amjmed.2011.02.013.

[1359] F. J. García-Peñalvo, "Un punto de reflexión," *Education in the Knowledge Society,* vol. 16, no. 3, pp. 6-18, 2015. doi: http://dx.doi.org/10.14201/eks2015163618.

[1360] F. J. García-Peñalvo, "La socialización como proceso clave en la gestión del conocimiento," *Education in the Knowledge Society,* vol. 17, no. 2, pp. 7-14, 2016. doi: 10.14201/eks2016172714.

[1361] F. J. García-Peñalvo, "The transversal competences of graduates of university master's degrees," *Education in the Knowledge Society,* vol. 19, no. 1, pp. 7-19, 2018. doi: 10.14201/eks2018191719.

[1362] F. Llorens Largo, F. J. García-Peñalvo, X. Molero Prieto y E. Vendrell Vidal, "La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios," *Education in the Knowledge Society,* vol. 18, no. 2, pp. 7-17, 2017. doi: 10.14201/eks2017182717.

[1363] F. J. García-Peñalvo, "Information technology research," *Journal of Information Technology Research,* vol. 8, no. 1, pp. iv-v, 2015.

[1364] F. J. García-Peñalvo, "Digital humanities data processing," *Journal of Information Technology Research,* vol. 9, no. 1, pp. v-viii, 2016.

[1365] F. J. García-Peñalvo, "Mobile information technologies," *Journal of Information Technology Research,* vol. 9, no. 2, pp. v-ix, 2016.

[1366] F. J. García-Peñalvo, "What computational thinking is," *Journal of Information Technology Research,* vol. 9, no. 3, pp. v-viii, 2016.

[1367] F. J. García-Peñalvo, "Publishing in open access," *Journal of Information Technology Research,* vol. 10, no. 3, pp. vi-viii, 2017.

[1368] F. J. García-Peñalvo, "Emerging Information Technology Trends," *Journal of Information Technology Research,* vol. 11, no. 2, pp. vi-xiv, 2018.

[1369] F. J. García-Peñalvo, "The utopia of the technological revolution," *Journal of Information Technology Research,* vol. 11, no. 4, 2018.

[1370] T. Lara, "El papel de la Universidad en la construcción de su identidad digital," *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC),* vol. 6, no. 1, pp. 15-21, 2009.

[1371] T. Lara, "El currículo posmoderno en la cultura digital," en *Cultura Digital y Comunicación Participativa*, Sevilla: Zemos98, 2007.
[1372] C. Dubar, *La crisis de las identidades. La interpretación de una mutación.* Barcelona, España: Edicions Bellaterra, 2002.
[1373] R. Aparici y S. Osuna Acedo, "La cultura de la participación," *Revista Mediterránea en Comunicación,* vol. 4, no. 2, pp. 137-148, 2013. doi: 10.14198/MEDCOM2013.4.2.07.
[1374] V. Fernández-Marcial y L. González-Solar, "Promoción de la investigación e identidad digital: El caso de la Universidade da Coruña," *El profesional de la información,* vol. 24, no. 5, pp. 656-664, 2015. doi: 10.3145/epi.2015.sep.14.
[1375] A. W. Harzing, *The Publish or Perish Book. Your guide to effective and responsible citation analysis*, MelbourMelbourne, Australiane, Australia: Tarma Software Research Pty Ltd, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/GiDy2z.
[1376] F. Galligan y S. Dyas-Correia, "Altmetrics: Rethinking the Way We Measure," *Serials Review,* vol. 39, no. 1, pp. 56–61, 2013. doi: 10.1016/j.serrev.2013.01.003.
[1377] P. McFedries, "Measuring the impact of altmetrics [Technically Speaking]," *IEEE Spectrum,* vol. 49, no. 8, p. 28, 2012. doi: 10.1109/MSPEC.2012.6247557.
[1378] J. Priem, D. Taraborelli, P. Groth y C. Neylon. (2010). *Altmetrics: A manifesto.* Disponible en: https://goo.gl/U7xWT2.
[1379] M. Taylor, "The new scholarly universe: Are we there yet?," *Insights: The UKSG journal,* vol. 25, no. 1, pp. 12-17, 2012. doi: 10.1629/2048-7754.25.1.12.
[1380] R. Van-Noorden, "Online collaboration: Scientists and the social network," *Nature,* vol. 512, no. 7513, pp. 126-129, 2014. doi: 10.1038/512126a.
[1381] K. Smith-Yoshimura *et al.*, *Registering researchers in authority files*, Dublin, Ohio, USA: OCLC Research, 2014. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/eJJ1k4.
[1382] B. Kramer y J. Bosman. (2018). Rainbow of open science practices. Zenodo. Disponible en: https://goo.gl/pkj5Ba.
[1383] OCSDNet, "Manifesto Infographic (Spanish)," Open and Collaborative Science in Development Network (OCSDNet), 2017. Disponible en: https://goo.gl/owTrFH.
[1384] OCSDNet, "Open Science Manifesto," ed: Open and Collaborative Science in Development Network (OCSDNet),, 2017.
[1385] E. Delgado López-Cózar y A. Martín-Martín, "Difusión y visibilidad de la producción científica en la red: Construyendo la identidad digital científica de un autor," presentado en Programa de Doctorado en Estudios Migratorios, 11-12 abril de 2016, Granada, España, 2016. Disponible: https://goo.gl/XAV5fg
[1386] F. J. García-Peñalvo, "¿Cómo construir un perfil digital de investigador en Innovación Educativa? ," presentado en IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017 (4-6 de Octubre de 2017), Zaragoza, España, 2017. Disponible: https://goo.gl/zFpHxu. doi: 10.5281/zenodo.1001027.
[1387] W. Gunn, "Social signals reflect academic impact: What it means when a scholar adds a paper to Mendeley," *Information standards quarterly,* vol. 25, no. 2, pp. 33-39, 2013. doi: 10.3789/isqv25no2.2013.06.
[1388] T. Carpenter. (2015). Why assessment needs persistent identifiers like Orcid. En: *Orcid Blog*. Disponible en: https://goo.gl/oX7Jxo.
[1389] J. Alonso Arévalo. (2016). ¿Cómo crear un perfil en ORCID? En: *Universo Digital*. Disponible en: https://goo.gl/2oxX8s.

[1390] Primary Research Group Inc, *International Survey of Research University Faculty: Use of Bibliometric Ratings, Identifiers & Indicators*. New York: Primary Research Group Inc, 2017.
[1391] P. Jacsó, "Dubious hit counts and cuckoo's eggs," *Online Information Review*, vol. 30, no. 2, pp. 188-193, 2006. doi: 10.1108/14684520610659201.
[1392] P. Jacsó, "Deflated, inflated and phantom citation counts," *Online Information Review*, vol. 30, no. 3, pp. 297-309, 2006. doi: 10.1108/14684520610675816.
[1393] A. W. Harzing. (2017). Google Scholar is a serious alternative to Web of Science. En: *LSE Impact Blog*. Disponible en: https://goo.gl/8AKcnV.
[1394] A. W. Harzing, "Health warning: Might contain multiple personalities. The problem of homonyms in Thomson Reuters Essential Science Indicators," *Scientometrics*, vol. 105, no. 3, pp. 2259-2270, 2015. doi: 10.1007/s11192-015-1699-y.
[1395] A. W. Harzing, "Document categories in the ISI Web of Knowledge: Misunderstanding the Social Sciences?," *Scientometrics*, vol. 94, no. 1, pp. 23-34, 2013. doi: 10.1007/s11192-012-0738-1.
[1396] A. W. Harzing y S. Alakangas, "Google Scholar, Scopus and the Web of Science: A longitudinal and cross-disciplinary comparison," *Scientometrics*, vol. 106, no. 2, pp. 787-804, 2016. doi: 10.1007/s11192-015-1798-9.
[1397] A. W. Harzing, "Do Google Scholar, Scopus and the Web of Science speak your language?," Harzing.com. Research in International Management, UK, White Paper, 2018. Disponible en: https://goo.gl/HjSs3v.
[1398] I. Aguillo. (2018). *Ranking of scientists in Spain (I): From 1 to 5000 (8th ed.)*. Disponible en: https://goo.gl/dCCBWw.
[1399] M. Errami y H. Garner, "A tale of two citations," *Nature*, vol. 451, pp. 397-399, 2008. doi: 10.1038/451397a.
[1400] G. M. Whitesides, "Whitesides' group: Writing a paper," *Advanced Materials*, vol. 16, no. 15, pp. 1375-1377, 2004. doi: 10.1002/adma.200400767.
[1401] D. B. Resnik, "What is ethics in research & why is it important?," National Institute of Environmental Health Sciences, Durham, N.C., USA, 2015. Disponible en: https://goo.gl/MvYefd.
[1402] D. Smith, "Five principles for research ethics. Cover your bases with these ethical strategies," *Monitor on Psychology*, vol. 34, no. 1, 2003.
[1403] Committee on Science, Engineering, and Public Policy, National Academy of Sciences, National Academy of Engineering y Institute of Medicine, *On being a scientist: A guide to responsible conduct in research*, 3rd ed. Washington, DC, USA: National Academies Press, 2009. doi: 10.17226/12192.
[1404] Junta de Castilla y León. (2009). *Resolución de 4 de marzo de 2009, de la Universidad de Salamanca, por la que se acuerda la publicación del Reglamento de Concursos para el acceso a Cuerpos Docentes Universitarios por parte de personas con certificado de acreditación nacional*. Universidad de Salamanca. BOCYL, no. 50, de 13 de marzo de 2009, sección II. Disposiciones generales, pp. 8101-8103. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/ppqybz.
[1405] Junta de Castilla y León. (2010). *Resolución de 14 de junio de 2010, de la Universidad de Salamanca, por la que se publica la modificación del Reglamento de Concursos para el acceso a Cuerpos Docentes Universitarios por parte de personas con certificado de Acreditación Nacional*. Universidad de Salamanca. BOCYL, no. 121, de 25 de junio de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León. A. Disposiciones generales, pp. 50561-50563. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/oGsNkB.

[1406] Junta de Castilla y León. (2010). *Resolución de 2 de julio de 2010, de la Universidad de Salamanca, por la que se corrigen errores de la Resolución de 14 de junio de 2010 dictada sobre el Reglamento de Concursos para el acceso a Cuerpos Docentes Universitarios por parte de personas con certificado de Acreditación Nacional.* Universidad de Salamanca. BOCYL, no. 136, de 17 de julio de 2010, sección I. Comunidad de Castilla y León. A. Disposiciones generales, p. 57043. Valladolid, España: Boletín Oficial de Castilla y León. Disponible: https://goo.gl/tYfuz2.

[1407] R. C. Richey, "Reflections on the 2008 AECT definitions of the field," *TechTrends,* vol. 52, no. 1, pp. 24–25, 2008. doi: 10.1007/s11528-008-0108-2.

[1408] A. Januszewski y M. Molenda, *Educational technology: A definition with commentary.* Mahwah, NJ:: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.

[1409] F. J. García-Peñalvo Ed. "Global Implications of Emerging Technology Trends," Advances in IT Standards and Standardization Research (AITSSR). Hershey PA, USA: IGI Global, 2018. doi: 10.4018/978-1-5225-4944-4.

[1410] B. Herold, "Technology in education: An overview," *Education Week*, 2016, Disponible en: https://goo.gl/9CxpnL.

[1411] N. Selwyn, *Education and technology: Key issues and debates.* London: Continuum International Publishing Group, 2011.

[1412] H. Lazaro. (2014, November 1). What is EdTech an why should it matter to you? En: *GA Blog*. Disponible en: https://goo.gl/7sPm62.

[1413] M. Molenda, "Historical and philosophical foundations of instructional design: A North American view," en *Instructional design. International perspectives: Theory, Research, and Models*, vol. 1, R. D. Tennyson, F. Schott, N. M. Seel y S. Dijkstra, Eds. pp. 41-54, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1997.

[1414] A. Kirkwood y L. Price, "Technology-enhanced learning and teaching in higher education: what is 'enhanced' and how do we know? A critical literature review," *Learning, Media and Technology,* vol. 39, no. 1, pp. 6–36, 2014.

[1415] C. C. Kulik y J. A. Kulik, "Effectiveness of computer-based instruction: An updated analysis," *Computers in Human Behavior,* vol. 7, no. 1-2, pp. 75-94, 1991. doi: 10.1016/0747-5632(91)90030-5.

[1416] R. Day y L. Payne, "Computer-managed instruction: An alternative teaching strategy," *Journal of Nursing Education,* vol. 26, no. 1, pp. 30-36, 1987. doi: 10.3928/0148-4834-19870101-08.

[1417] T. C. Williams y H. Zahed, "Computer-based training versus traditional lecture: Effect on learning and retention," *Journal of Business and Psychology,* vol. 11, no. 2, pp. 297-310, 1996. doi: 10.1007/BF02193865.

[1418] P. Suppes y M. Morningstar, "Computer-Assisted Instruction," *Science,* vol. 166, no. 3903, pp. 343-350, 1969. doi: 10.1126/science.166.3903.343.

[1419] M. Driscoll, "Defining Internet-based and Web-based training," *Performance Improvement,* vol. 36, no. 4, pp. 5-9, 1997. doi: 10.1002/pfi.4140360403.

[1420] J. R. Hill, "Flexible Learning Environments: Leveraging the Affordances of Flexible Delivery and Flexible Learning," *Innovative Higher Education,* vol. 31, no. 3, pp. 187-197, 2006. doi: 10.1007/s10755-006-9016-6.

[1421] P. Dillenbourg, "What do you mean by collaborative learning?," en *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*, P. Dillenbourg, Ed., Oxford: Elsevier, 1999.

[1422] P. Dillenbourg, *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*, 2nd ed. (Advances in Learning and Instruction). New York, NY: Elsevier Science, 1999.

[1423] D. G. Oblinger y M. K. Maruyama, "Distributed learning," en "CAUSE Professional Paper Series," CAUSE, Boulder, Colorado, 1996. Disponible en: https://goo.gl/5Qw24y.

[1424] J. B. Walther, "Computer-Mediated Communication: Impersonal, Interpersonal, and Hyperpersonal Interaction," *Communicaion Research,* vol. 23, no. 1, 1996. doi: 10.1177/009365096023001001.

[1425] J. Frechette, "Cyber-censorship or cyber-literacy? Envisioning cyber-learning through media education," en *Digital Generations: Children, Young People, and the New Media*, D. Buckingham y R. Willett, Eds., New York, NY: Routledge, 2006.

[1426] J. J. Steil, F. Röthling, R. Haschke y H. Ritter, "Situated robot learning for multi-modal instruction and imitation of grasping," *Robotics and Autonomous Systems,* vol. 47, no. 2, pp. 129-141, 2004/06/30/ 2004. doi: 10.1016/j.robot.2004.03.007.

[1427] S. Wilson, O. Liber, M. Johnson, P. Beauvoir, P. Sharples y C. Milligan, "Personal Learning Environments: Challenging the dominant design of educational systems " *Journal of e-Learning and Knowledge Society,* vol. 3, no. 3, pp. 27-38, 2007.

[1428] P. Goodyear, "Educational design and networked learning: Patterns, pattern languages and design practice," *Australasian Journal of Educational Technology,* vol. 21, no. 1, pp. 82-101, 2005. doi: 10.14742/ajet.1344.

[1429] F. J. García-Peñalvo y J. García Carrasco, "Los espacios virtuales educativos en el ámbito de Internet: Un refuerzo a la formación tradicional," *Education in the Knowledge Society,* vol. 3, 2002.

[1430] M. Á. Conde González, C. Muñoz Martín y F. J. García-Peñalvo, "M-learning, towards U-learning," en *Proceedings of the IADIS International Conference Mobile Learning 2008. (April 11-13, 2008, Algarve, Portugal).* I. Arnedillo Sánchez y P. Isaías, Eds. pp. 196-200, Portugal: IADIS Press, 2008.

[1431] S. J. H. Yang, "Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-to-Peer Collaborative Learning," *Educational Technology & Society,* vol. 9, no. 1, pp. 188-201, 2006.

[1432] J. Joo-Nagata, F. Martínez Abad, J. García-Bermejo Giner y F. J. García-Peñalvo, "Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: Evaluation of an educational program in Chile," *Computers & Education,* vol. 111, pp. 1-17, 2017. doi: 10.1016/j.compedu.2017.04.003.

[1433] M. Martínez-Núñez, O. Borrás-Gene y Á. Fidalgo-Blanco, "Virtual Learning Communities in Google Plus, implications and sustainability in MOOCs," *Journal of Information Technology Research,* vol. 9, no. 3, pp. 18-36, 2016. doi: 10.4018/JITR.2016070102.

[1434] F. J. García-Peñalvo y A. García-Holgado Eds., "Open Source Solutions for Knowledge Management and Technological Ecosystems," Advances in Knowledge Acquisition, Transfer, and Management (AKATM). Hershey PA, USA: IGI Global, 2017. doi: 10.4018/978-1-5225-0905-9.

[1435] Gobierno de España, *Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016*, Madrid, España: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/VPNnMa.

[1436] Europan Commission, Directorate-General for Research and Innovation Socio-economic Sciences and Humanities, *Social innovation research in the European Union. Approaches, findings and future directions. Policy Review*, Luxembourg:

Publications Office of the European Union, 2013. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/ERvcYS. doi: 10.2777/12639.

[1437] W. van den Doel, "The future of Social Sciences and Humanities in Europe: Collected LERU papers on the SSH research agenfa," League of European Research Universities (LERU), Leuven, Belgium, Advice Paper, Nº 13, 2013. Disponible en: https://goo.gl/gBtUfb.

[1438] Europan Commission. (2016). *Horizon 2020 Work Programme 2016 - 2017. 13. Europe in a changing world – inclusive, innovative and reflective Societies.* C(2016)4614, Disponible: https://goo.gl/1uQFGr.

[1439] European Commission. (2014). *Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, The Economic and Social Committee and The Committee of the Regions: Taking stock of the Europe 2020 strategy for smart, sustainable and inclusive growth.* COM(2014) 130 final/2, Brussels, Belgium: European Commission. Disponible: https://goo.gl/3aAHe8.

[1440] E. M. Morales, F. J. García-Peñalvo y Á. Barrón, "Improving LO quality through instructional design based on an ontological model and metadata," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 13, no. 7, pp. 970-979, 2007. doi: 10.3217/jucs-013-07-0970.

[1441] M. Prieto Ferraro, H. Leighton Álvarez y F. J. García-Peñalvo, "Adaptive educational hypermedia proposal based on learning styles and quality evaluation," en *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. 3rd International Conference, AH 2004, Proceedings* vol. LNCS 3137, P. De Bra y W. Nejdl, Eds. Lecture Notes in Computer Science, pp. 316-319, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2004. doi: 10.1007/978-3-540-27780-4_41.

[1442] H. Rego, T. Moreira y F. J. García-Peñalvo, "A web-based learning information system - AHKME," en *Web Information Systems Engineering – WISE 2007. 8th International Conference on Web Information Systems Engineering Nancy, France, December 3-7, 2007 Proceedings*, B. Benatallah, F. Casati, D. Georgakopoulos, C. Bartolini, W. Sadiq y C. Godart, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. LNCS 4831, pp. 623-632, Berlin, Heidelberg: Springer, 2007. doi: 10.1007/978-3-540-76993-4_54.

[1443] H. Rego, T. Moreira y F. J. García-Peñalvo, "AHKME eLearning Information System: A 3.0 Approach," *International Journal of Knowledge Society Research (IJKSR),* vol. 2, no. 2, pp. 73-81, 2011. doi: 10.4018/jksr.2011040107.

[1444] M. Á. Conde, A. Pozo de Dios y F. J. García-Peñalvo, "Moodle 2.0, Nuevas Oportunidades de Aprendizaje Basadas en Servicios eLearning," en *Avances en Ingeniería del Software Aplicada al E-learning. Actas Revisadas y Extendidas del 1er Taller sobre Ingeniería del Software en e-Learning - ISELEAR'10*, J. L. Sierra Rodríguez y A. Sarasa Cabezuelo, Eds. pp. 71-86, Madrid: Universidad Complutense de Madrid - Área de Ciencias Exactas y de la Naturaleza, 2011.

[1445] M. Á. Conde-González, D. A. Gómez, A. Pozo y F. J. García-Peñalvo, "Web services layer for Moodle 2.0: A new area of possibilities in web based learning," *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL),* vol. 3, no. 3, pp. 308-321, 2011. doi: 10.1504/IJTEL.2011.040227.

[1446] J. Adell y L. Castañeda, "Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje," en *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas. Stumenti di ricerca per l'innovaziones e la qualità in ámbito educativo. La Tecnologie dell'informazione e della Comunicaziones e l'interculturalità nella scuola.*, R. Roig Vila y M. Fiorucci, Eds., Alcoy, Spain: Marfil, 2010.

[1447] G. Attwell, "The Personal Learning Environments - The future of eLearning?," *eLearning Papers,* vol. 2, no. 1, 2007.

[1448] O. Casquero, J. Portillo, R. Ovelar, M. Benito y J. Romo, "iPLE Network: an integrated eLearning 2.0 architecture from University's perspective," *Interactive Learning Environments,* vol. 18, no. 3, pp. 293-308, 2010. doi: 10.1080/10494820.2010.500553.

[1449] M. Alier *et al.*, "Clustering Projects for eLearning Interoperability," *Journal of Universal Computer Science,* vol. 18, no. 1, pp. 106-122, 2012. doi: 10.3217/jucs-018-01-0106.

[1450] M. Á. Conde-González, F. J. García-Peñalvo, C. Fernández-Llamas y A. García-Holgado, "The application of business process model notation to describe a methodology for the recognition, tagging and acknowledge of informal learning activities," *International Journal of Engineering Education (IJEE),* vol. 31, no. 3, pp. 884-892, 2015.

[1451] M. Á. Conde-González *et al.*, "Enhancing informal learning recognition through TRAILER project," en *Proceedings of the Workshop on Solutions that Enhance Informal Learning Recognition (WEILER 2013). Co-located with 8th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2013) (Paphos, Cyprus, September 18, 2013)*, vol. 1039, F. J. García-Peñalvo, M. A. Conde-González y D. Griffiths, Eds. pp. 21-30: CEUR Workshop Proceedings, 2013.

[1452] F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde-González, "Using informal learning for business decision making and knowledge management," *Journal of Business Research,* vol. 67, no. 5, pp. 686–691, 2014. doi: 10.1016/j.jbusres.2013.11.028.

[1453] M. Á. Conde-González, F. J. García-Peñalvo, M. Alier, E. Mayol y C. Fernández-Llamas, "Implementation and design of a service-based framework to integrate personal and institutional learning environments," *Science of Computer Programming,* vol. 88, pp. 41-53, 2014. doi: 10.1016/j.scico.2013.10.012.

[1454] F. J. García-Peñalvo, M. Johnson, G. Ribeiro Alves, M. Minovic y M. Á. Conde-González, "Informal learning recognition through a cloud ecosystem," *Future Generation Computer Systems,* vol. 32, pp. 282-294, 2014. doi: 10.1016/j.future.2013.08.004.

[1455] F. J. García-Peñalvo, D. Griffiths, M. Jonhson, P. Sharples y D. Sherlock, "Problems and opportunities in the use of technology to manage informal learning," en *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 573-580, New York, USA: ACM, 2014. doi: 10.1145/2669711.2669958.

[1456] D. Griffiths y F. J. García-Peñalvo, "Informal learning recognition and management," *Computers in Human Behavior,* vol. 55A, pp. 501-503, 2016. doi: 10.1016/j.chb.2015.10.019.

[1457] P. R. Humanante-Ramos, F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde-González, "Electronic devices and Web 2.0 tools: Usage trends in engineering students," *International Journal of Engineering Education (IJEE),* vol. 33, no. 2B, pp. 790-796, 2017.

[1458] A. Vázquez-Ingelmo, J. Cruz-Benito y F. J. García-Peñalvo, "Improving the OEEU's data-driven technological ecosystem's interoperability with GraphQL," en *Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)* J. M. Dodero, M. S. Ibarra Sáiz y I. Ruiz Rube, Eds. ACM International Conference Proceedings Series (ICPS), New York, NY, USA: ACM, 2017. doi: 10.1145/3144826.3145437.

[1459] A. Vázquez-Ingelmo, J. Cruz-Benito, F. J. García-Peñalvo y M. Martín-González, "Scaffolding the OEEU's Data-Driven Ecosystem to Analyze the Employability of Spanish Graduates," en *Global Implications of Emerging Technology Trends*, F. J. García-Peñalvo, Ed. pp. 236-255, Hershey PA, USA: IGI Global, 2018. doi: 10.4018/978-1-5225-4944-4.ch013.

[1460] C. Franzoni y H. Sauermann, "Crowd science: The organization of scientific research in open collaborative projects," *Research Policy,* vol. 43, no. 1, pp. 1-20, 2014. doi: 10.1016/j.respol.2013.07.005.

[1461] F. J. García-Peñalvo, "WP3 WYRED Platform Development," GRIAL Research group, Salamanca, Spain, 2016. Disponible en: https://goo.gl/A98Q8v. doi: 10.5281/zenodo.208374.

[1462] F. J. García-Peñalvo y J. Durán-Escudero, "Interaction design principles in WYRED platform," en *Learning and Collaboration Technologies. Technology in Education. 4th International Conference, LCT 2017. Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017. Proceedings, Part II*, P. Zaphiris y A. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 10296, pp. 371-381, Switzerland: Springer International Publishing, 2017. doi: 10.1007/978-3-319-58515-4_29.

[1463] F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado, A. Vázquez-Ingelmo y A. M. Seoane-Pardo, "Usability test of WYRED Platform," presentado en HCI International 2018. 20th Conference on Human-Computer Interaction (15-20 July 2018), Las Vegas, Nevada, USA, 2018.

[1464] F. J. García-Peñalvo y D. Griffiths, "Transferring knowledge and experiences from informal to formal learning contexts," en *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. ACM International Conference Proceeding Series (ICPS), pp. 569-572, New York, USA: ACM, 2014. doi: 10.1145/2669711.2669957.

[1465] D. Griffiths, "The educational consequences of Bateson's economy of flexibility," *Kybernetes,* vol. 42, no. 9/10, pp. 1387-1395, 2013. doi: 10.1108/K-10-2012-0075.

[1466] E. M. Rogers, *Diffusion of Innovations*, 5th ed. New York, NY, USA: Free Press, 2003.

[1467] G. Moore, *Crossing The Chasm. Marketing and Selling Disruptive Products to Mainstream Customers*, 3rd ed. New York, NY, USA: Harper Business, 2014.

[1468] Gartner, Inc. (2018). *Gartner Hype Cycle*. Disponible en: https://goo.gl/ZjXwdg.

[1469] N. E. Friedkin y E. C. Johnsen, *Social influence network theory. A sociological examination of small group dynamics.* New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2011.

[1470] J. C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F. J. García-Peñalvo, "Do Mobile Technologies have a place in Universities? The TAM Model in Higher Education," en *Handbook of Research on Mobile Devices and Applications in Higher Education Settings*, L. Briz-Ponce, J.-M. J. A. y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 25-52, Hershey, PA: IGI Global, 2016. doi: 10.4018/978-1-5225-0256-2.ch002.

[1471] J. C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F. J. García-Peñalvo, "MLearning and pre-service teachers: An assessment of the behavioral intention using an expanded TAM model," *Computers in Human Behavior,* vol. 72, pp. 644–654, 2017. doi: 10.1016/j.chb.2016.09.061.

[1472] S. Iglesias-Pradas, Á. Hernández-García y P. Fernández-Cardador, "Acceptance of corporate blogs for collaboration and knowledge sharing," *Information*

Systems Management, vol. 34, no. 3, pp. 220-237, 2017. doi: 10.1080/10580530.2017.1329998.

[1473] Á. F. Agudo-Peregrina, Á. Hernández-García y F. J. Pascual-Miguel, "Behavioral intention, use behavior and the acceptance of electronic learning systems: Differences between higher education and lifelong learning," *Computers In Human Behavior,* vol. 34, pp. 301-314, 2014. doi: 10.1016/j.chb.2013.10.035.

[1474] Á. F. Agudo-Peregrina, S. Iglesias-Pradas, M. Á. Conde-González y Á. Hernández-García, "Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning," *Computers in Human Behavior,* vol. 31, pp. 542-550, 2014. doi: 10.1016/j.chb.2013.05.031.

[1475] T. Teo Ed. "Technology Acceptance in Education. Research and Issues." Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2011. doi: 10.1007/978-94-6091-487-4.

[1476] T. Teo, C. S. Chai, D. Hung y C. B. Lee, "Beliefs about teaching and uses of technology among pre-service teachers," *Asia-Pacific Journal of Teacher Education,* vol. 36, no. 2, pp. 163-174, 2008. doi: 10.1080/13598660801971641.

[1477] T. Teo, "Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers," *Computers & Education,* vol. 52, no. 2, pp. 302-312, 2009/02/01/ 2009. doi: 10.1016/j.compedu.2008.08.006.

[1478] T. Teo y J. Noyes, "Explaining the intention to use technology among pre-service teachers: a multi-group analysis of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology," *Interactive Learning Environments,* vol. 22, no. 1, pp. 51-66, 2014. doi: 10.1080/10494820.2011.641674.

[1479] L. Briz-Ponce, J. A. Juanes-Méndez, F. J. García-Peñalvo y A. Pereira, "Effects of Mobile Learning in Medical Education: A Counterfactual Evaluation," *Journal of Medical Systems,* vol. 40, no. 6, p. Paper 136, 2016. doi: 10.1007/s10916-016-0487-4.

[1480] L. Briz-Ponce, A. Pereira, J. A. Juanes-Méndez y F. J. García-Peñalvo, "Evaluation of M-Learning among students according to their behaviour with apps," en *Modeling Human Behavior: Individuals and Organizations*, L. Jódar Sánchez, E. Poza Plaza y L. Acedo Rodríguez, Eds. Psychology of emotions, motivations and actions, pp. 37-48, Hauppauge, New York, USA: Nova Science Publishers, 2017.

[1481] L. Lang, "2013 CDS Executive Summary Report," EDUCAUSE Center for Analysis and Research, Louisville, CO, USA, 2014. Disponible en: https://goo.gl/owsTJn.

[1482] T. Browne, R. Hewitt, M. Jenkins, J. Voce, R. Walker y H. Yip, "Survey of Technology Enhanced Learning for higher education in the UK," UCISA - Universities and Colleges Information System Asociation, Oxford, UK, 2010. Disponible en: https://goo.gl/NZrSL5.

[1483] B. N. Abdullateef, N. F. Elias, H. Mohamed, A. A. Zaidan y B. B. Zaidan, "An evaluation and selection problems of OSS-LMS packages," journal article vol. 5, p. 248, 2016. doi: 10.1186/s40064-016-1828-y.

[1484] J. Gómez Ed. "UNIVERSITIC 2017. Análisis de las TIC en las Universidades Españolas." Madrid, España: Crue Universidades Españolas, 2018. Disponible en: https://goo.gl/zDz5fx.

[1485] S. Wexler *et al.*, "Learning management systems. The good, the bad, the ugly,... and the truth," en *Guild Research 360 Degree Report*, Santa Rosa, California, USA: The eLearning Guild, 2007.

[1486] P. Avgeriou, A. Papasalouros, S. Retalis y M. Skordalakis, "Towards a pattern language for learning management systems," *Educational Technology & Society,* vol. 6, no. 2, pp. 11-24, 2003.
[1487] F. J. García-Peñalvo, "Hoja de ruta de una iniciativa eLearning. Compartiendo experiencias y buenas prácticas," presentado en Programa de actividades formativas del Grupo E-Sphaera. 29 de mayo de 2015, Salamanca, España, 2015. Disponible: https://goo.gl/o9H4dc.
[1488] G. Conole, "Digital identity and presence in the social milieu," presentado en Pelicon conference, 2013, 10-12th April, Plymouth, 2013.
[1489] G. Conole. (2014). Reviewing the trajectories of e-learning. En: *e4innovation.com. E-learning innovation: Research, evaluation, practice and policy*. Disponible en: https://goo.gl/pCXnrM.
[1490] D. R. Garrison y T. Anderson, *E-Learning in the 21st century: A framework for research and practice*. New York, NY, USA: RoutledgeFalmer, 2003.
[1491] B. Gros *et al.*, *El modelo educativo de la UOC. Evolución y perspectivas*, 2nd ed. Barcelona: España: Universitat Oberta de Catalunya, 2009.
[1492] S. Downes. (2012). E-Learning generations. En: *Half an hour*. Disponible en: https://goo.gl/YixPzN.
[1493] F. J. García-Peñalvo, "Software Educativo: Evolución y Tendencias," *Aula. Revista de Enseñanza e Investigación Educativa,* vol. 14, pp. 19-29, 2002.
[1494] D. Sleeman y J. S. Brown, *Intelligent Tutoring Systems*. London, UK: Academic Press, 1982.
[1495] P. Brusilovsky, "Methods and techniques of adaptive hypermedia," *User Modeling and User Adapted Interaction,* vol. 6, no. 2-3, pp. 87-129, 1996. doi: 10.1007/BF00143964.
[1496] P. Brusilovsky, "Adaptive Hypermedia: From Intelligent Tutoring Systems to Web-Based Education," en *Intelligent Tutoring Systems. 5th International Conference, ITS 2000 Montréal, Canada, June 19–23, 2000 Proceedings*Lecture Notes in Computer Science, no. 1839, pp. 1-7, Berlin, Heidelberg: Springer, 2000. doi: 10.1007/3-540-45108-0_1.
[1497] P. Brusilovsky, "Adaptive Hypermedia," *User Modeling and User-Adapted Interaction,* vol. 11, no. 1-2, pp. 87-110, 2001. doi: 10.1023/A:1011143116306.
[1498] P. De Bra, P. Brusilovsky y G. J. Houben, "Adaptive Hypermedia: From Systems to Framework," *ACM Computing Surveys,* vol. 31, no. 4es, p. Article No. 12 1999. doi: 10.1145/345966.345996.
[1499] B. Collis, *Tele-learning in a digital world. The future of distance learning*. London, UK: International Thomson Computer Press, 1996.
[1500] T. A. Urdan y C. C. Weggen, *Corporate e-learning: Exploring a new frontier*. San Francisco, USA: WR Hambrecht, 2000.
[1501] G. Ruipérez, *Educación virtual y eLearning*. Madrid, España: Fundación Auna, 2003.
[1502] S. Downes, "E-learning 2.0," *eLearn Magazine*: ACM, 2005, Disponible en: https://goo.gl/MwNGZ6.
[1503] A. Davis, J. Murphy, D. Owens, D. Khazanchi y I. Zigurs, "Avatars, people, and virtual Worlds: Foundations for research in metaverses," *Journal of the Association for Information Systems,* vol. 10, no. 2, art. 1, 2009.
[1504] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito, C. Maderuelo, J. S. Pérez-Blanco y A. Martín-Suárez, "Usalpharma: A cloud-based architecture to support quality assurance training processes in health area using virtual worlds," *The Scientific World Journal,* vol. 2014, 2014. doi: 10.1155/2014/659364.

[1505] F. J. García-Peñalvo, J. Cruz-Benito y R. Therón, "Visualización y análisis de datos en mundos virtuales educativos: Comprendiendo la interacción de los usuarios en los entornos 3D," *ReVisión,* vol. 7, no. 2, pp. 46-59, 2014.

[1506] J. P. Campbell, P. B. DeBlois y D. G. Oblinger, "Academic Analytics. A new tool for a new era," *Educause Review,* vol. 42, no. 4, pp. 40-42,44,46,48,50,52,54,56-57, 2007.

[1507] R. C. Clark y R. E. Mayer, *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*, 3rd ed. San Francisco, USA: Pfeiffer, 2011.

[1508] R. Schaffert y W. Hilzensauer, "On the way towards Personal Learning Environments: Seven crucial aspects," *eLearning papers,* vol. 2, no. 9, pp. 1-11, 2008.

[1509] F. Llorens-Largo, "La tecnología como motor de la innovación educativa. Estrategia y política institucional de la Universidad de Alicante," *Arbor,* vol. 185, no. Extra, pp. 21-32, 2009. doi: 10.3989/arbor.2009.extran1203.

[1510] F. Llorens-Largo, "La biblioteca universitaria como difusor de la innovación educativa. Estrategia y política institucional de la Universidad de Alicante," *Arbor,* vol. 187, no. Extra_3, pp. 89-100, 2011. doi: 10.3989/arbor.2011.Extra-3n3132.

[1511] F. Gens, "The 3rd platform: Enabling digital transformation," IDC, USA, White Paper, IDC #244515, 2013. Disponible en: https://goo.gl/m7w638.

[1512] F. Llorens-Largo, R. Molina, P. Compañ y R. Satorre, "Technological ecosystem for open education," en *Smart Digital Futures 2014.*, R. Neves-Silva, G. A. Tsihrintzis, V. Uskov, R. J. Howlett y L. C. Jain, Eds. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, no. 262, pp. 706-715: IOS Press, 2014. doi: 10.3233/978-1-61499-405-3-706.

[1513] B. A. Adkins, M. Foth, J. A. Summerville y P. L. Higgs, "Ecologies of innovation: Symbolic aspects of cross-organizational linkages in the design sector in an Australian inner-city area," *American Behavioral Scientist,* vol. 50, no. 7, pp. 922-934, 2007. doi: 10.1177/0002764206298317.

[1514] G. Adomavicius, J. Bockstedt, A. Gupta y R. J. Kauffman, "Understanding patterns of technology evolution: An ecosystem perspective," en *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference System Sciences, 2006. HICSS '06. Hawaii, 04-07 Jan. 2006*, vol. 8 p. 189a, USA: IEEE, 2006. doi: 10.1109/HICSS.2006.515.

[1515] P. Aubusson, "An ecology of science education," *International Journal of Science Education,* vol. 24, no. 1, pp. 27-46, 2002. doi: 10.1080/09500690110066511.

[1516] T. Crouzier, *Science Ecosystem 2.0: how will change occur?*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. [Online]. Disponible en: https://goo.gl/jVZPG8. doi: 10.2777/67279.

[1517] A. J. F. Birrer, "Science-trained professionals for the innovation ecosystem: Looking back and looking ahead," *Industry and Higher Education,* vol. 20, no. 4, pp. 273-277, 2006. doi: 10.5367/000000006778175865.

[1518] D. Bollier, *Ecologies of innovation: The Role of information and communication technologies.* Washington, DC: The Aspen Institute, 2000.

[1519] K. R. Smith, "Building an innovation ecosystem: Process, culture and competencies," *Industry and Higher Education,* vol. 20, no. 4, pp. 219-224, 2006. doi: 10.5367/000000006778175801.

[1520] A. Tatnall y B. Davey, "Improving the chances of getting your IT curriculum innovation successfully adopted by the application of an ecological approach

to innovation," *Informing Science: International Journal of an Emerging Transdiscipline,* vol. 7, pp. 87-103, 2004.

[1521] C. Watanabe y K. Fukuda, "National innovation ecosystems: The similarity and disparity of Japan-US technology policy systems toward a service oriented economy," *Journal of Services Research,* vol. 6, no. 1, pp. 159-186, 2006.

[1522] A. L. Zacharakis, D. A. Shepherd y J. E. Coombs, "The development of venture-capital-backed Internet companies. An ecosystem perspective," *Journal of Business Venturing,* vol. 18, no. 2, pp. 217-231, 2003. doi: 10.1016/S0883-9026(02)00084-8.

[1523] P. Dini *et al.*, "The digital ecosystems research vision: 2010 and beyond," European Commission 2005. Disponible en: https://goo.gl/LzMhYv.

[1524] F. Nachira, "Towards a network of digital business ecosystems fostering the local development," European Commission, Brussels, Belgium, 2002. Disponible en: https://goo.gl/vjKXBq.

[1525] European Commission, "Digital ecosystems: The new global commons for SMEs and local growth," 2006. Disponible en: https://goo.gl/Sn6MWD.

[1526] T. Papaioannou, D. Wield y J. Chataway, "Knowledge ecologies and ecosystems? An empirically grounded reflection on recent developments in innovation systems theory," *Environment and Planning C: Government and Policy,* vol. 27, no. 2, pp. 319-339, 2009. doi: 10.1068/c0832.

[1527] S. L. Vargo y R. F. Lusch, "It's all B2B...and beyond: Toward a systems perspective of the market," *Industrial Marketing Management,* vol. 40, no. 2, pp. 181-187, 2011. doi: 10.1016/j.indmarman.2010.06.026.

[1528] P. Frow, J. R. McColl-Kennedy, T. Hilton, A. Davidson, A. Payne y D. Brozovic, "Value propositions: A service ecosystems perspective," *Marketing Theory,* vol. 14, no. 3, pp. 327-351, 2014. doi: 10.1177/1470593114534346.

[1529] J. F. Moore, "Predators and prey: a new ecology of competition," *Harvard Business Review,* vol. 71, no. 3, pp. 75-86, 1993.

[1530] M. Iansiti y R. Levien, "Strategy as ecology," *Harvard Business Review,* vol. 82, no. 3, pp. 68-78, 2004.

[1531] E. Yu y S. Deng, "Understanding software ecosystems: A strategic modeling approach," en *IWSECO-2011 Software Ecosystems 2011. Proceedings of the Third International Workshop on Software Ecosystems. Brussels, Belgium, June 7th, 2011.*, S. Jansen, J. Bosch, P. Campbell y F. Ahmed, Eds. pp. 65-76, Aachen, Germany: CEUR Workshop Proceedings, 2011.

[1532] S. Jansen, A. Finkelstein y S. Brinkkemper, "A sense of community: A research agenda for software ecosystems," en *31st International Conference on Software Engineering - Companion Volume, 2009. ICSE-Companion 2009. Vancouver, BC, 16-24 May 2009* pp. 187-190, USA: IEEE, 2009. doi: 10.1109/ICSE-COMPANION.2009.5070978.

[1533] D. G. Messerschmitt y C. Szyperski, *Software ecosystem: Understanding an indispensable technology and industry.* Massachusetts, USA: MIT Press Books, 2005.

[1534] D. Dhungana, I. Groher, E. Schludermann y S. Biffl, "Software ecosystems vs. natural ecosystems: Learning from the ingenious mind of nature," en *ECSA '10 Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume* pp. 96-102, New York, NY, USA: ACM, 2010. doi: 10.1145/1842752.1842777.

[1535] W. Chen y E. Chang, "Exploring a digital ecosystem conceptual model and its simulation prototype," en *Proceedings of IEEE International Symposium on*

Industrial Electronics, 2007 (ISIE 2007) pp. 2933 - 2938, USA: IEEE, 2007. doi: 10.1109/ISIE.2007.4375080.

[1536] K. Pata, "Meta-design framework for open learning ecosystems," presentado en Mash-UP Personal Learning Environments (MUP/PLE 2011), London, UK, 2011. Disponible: https://goo.gl/tpPBa5.

[1537] M. F. Lungu, "Towards reverse engineering software ecosystems," en *2008 IEEE International Conference on Software Maintenance, ICSM 2008 (Beijing, China, 28 September - 4 October 2008)* pp. 428-431, USA: IEEE, 2008. doi: 10.1109/ICSM.2008.4658096.

[1538] M. F. Lungu, "Reverse Engineering Software Ecosystems," PhD, Faculty of Informatics, University of Lugano, Lugano, Italy, 2009. Disponible en: https://goo.gl/pSbNZs.

[1539] F. J. García-Peñalvo, "Ecosistemas de aprendizaje adaptativos," presentado en Cómo conseguir aprendizaje personalizado en la formación presencial. 30 de junio de 2016, Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza, España, 2016. Disponible: https://goo.gl/RCntka.

[1540] E. Rubio Royo, S. Cranfield McKay, J. C. Nelson-Santana, R. N. Delgado Rodríguez y A. A. Occon-Carreras, "Web Knowledge Turbine as a Proposal for Personal and Professional Self-organisation in Complex Times," *Journal of Information Technology Research,* vol. 11, no. 1, pp. 70-90, 2018. doi: 10.4018/JITR.2018010105.

[1541] D. Lerís y M. L. Sein-Echaluce, "La personalización del aprendizaje: Un objetivo del paradigma educativo centrado en el aprendizaje," *Arbor,* vol. 187, no. Extra_3, pp. 123-134, 2011. doi: doi:10.3989/arbor.2011.Extra-3n3135.

[1542] S. T. A. Pickett y M. L. Cadenasso, "The ecosystem as a multidimensional concept: Meaning, model, and metaphor," *Ecosystems,* vol. 5, no. 1, pp. 1-10, 2002. doi: 10.1007/s10021-001-0051-y.

[1543] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Human interaction in learning ecosystems based on open source solutions," presentado en HCI International 2018. 20th Conference on Human-Computer Interaction (15-20 July 2018), Las Vegas, Nevada, USA, 2018.

[1544] S. Metcalfe y R. Ramlogan, "Innovation systems and the competitive process in developing economies," *The Quarterly Review of Economics and Finance,* vol. 48, no. 2, pp. 433-446, 2008. doi: 10.1016/j.qref.2006.12.021.

[1545] F. Llorens-Largo, "Campus virtuales: De gestores de contenidos a gestores de metodologías," *RED, Revista de Educación a Distancia,* vol. 42, pp. 1-12, 2014.

[1546] D. Bo, Z. Qinghua, Y. Jie, L. Haifei y Q. Mu, "An E-learning Ecosystem Based on Cloud Computing Infrastructure," en *Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2009. ICALT 2009. Riga, Latvia, 15-17 July 2009* pp. 125-127, USA: IEEE, 2009. doi: 10.1109/icalt.2009.21.

[1547] J. Bosch, "Architecture challenges for software ecosystems," en *ECSA'10 Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume* pp. 93-95, New York, NY, USA: ACM, 2010. doi: 10.1145/1842752.1842776.

[1548] R. Gustavsson y M. Fredriksson, "Sustainable Information Ecosystems," en *Software Engineering for Large-Scale Multi-Agent Systems*, A. Garcia, C. Lucena, F. Zambonelli, A. Omicini y J. Castro, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. LNCS 2603, pp. 123-138, Berlin, Heidelberg: Springer, 2003. doi: 10.1007/3-540-35828-5_8.

[1549] M. G. Domingo y J. A. M. Forner, "Expanding the Learning Environment: Combining Physicality and Virtuality-The Internet of Things for eLearning,"

en *Proceedings of 2010 IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Sousse, Tunisia, 5-7 July 2010* pp. 730-731, USA: IEEE, 2010. doi: 10.1109/ICALT.2010.211.

[1550] R. Ferguson, "Learning analytics: Drivers, developments and challenges," *International Journal of Technology Enhanced Learning,* vol. 4, no. 5/6, pp. 304–317, 2012. doi: 10.1504/IJTEL.2012.051816.

[1551] P. D. Long y G. Siemens, "Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education," *EDUCAUSE Review,* vol. 46, no. 5, pp. 30-32, 2011.

[1552] C. Romero y S. Ventura, "Educational data mining: A survey from 1995 to 2005," *Expert Systems with Applications,* vol. 33, no. 1, pp. 135-146, 7// 2007. doi: 10.1016/j.eswa.2006.04.005.

[1553] C. Romero y S. Ventura, "Educational Data Mining: A Review of the State of the Art," *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on,* vol. 40, no. 6, pp. 601-618, 2010. doi: 10.1109/TSMCC.2010.2053532.

[1554] E. Yukselturk, S. Ozekes y Y. Türel, "Predicting dropout student: An application of data mining methods in an online education program," *European Journal of Open, Distance and E-Learning,* vol. 17, no. 1, 2014. doi: 10.2478/eurodl-2014-0008.

[1555] A. Pardo y C. Delgado Kloos, "Stepping out of the box: Towards analytics outside the learning management system.," en *LAK '11 Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge* pp. 163-167, New York, NY, USA: ACM, 2011. doi: 10.1145/2090116.2090142.

[1556] G. Siemens, "Learning analytics: envisioning a research discipline and a domain of practice," en *LAK '12 Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge* pp. 4-8, New York, NY, USA: ACM, 2012. doi: 10.1145/2330601.2330605.

[1557] U.S. Department of Education - Office of Educational Technology, "Enhancing teaching and learning through educational data mining and learning analytics: An issue brief," U.S. Department of Education Office of Educational Technology, Washington, D.C., 2012. Disponible en: https://goo.gl/QVXSDv.

[1558] O. Luaces, J. Díez, A. Alonso-Betanzos, A. Troncoso y A. Bahamonde, "Content-based methods in peer assessment of open-response questions to grade students as authors and as graders," *Knowledge-Based Systems,* vol. 117, pp. 79-87, 2017. doi: 10.1016/j.knosys.2016.06.024.

[1559] M. Formanek, M. C. Wenger, S. R. Buxner, C. D. Impey y T. Sonam, "Insights about large-scale online peer assessment from an analysis of an astronomy MOOC," *Computers & Education,* vol. 113, pp. 243-262, 2017. doi: 10.1016/j.compedu.2017.05.019.

[1560] O. Luaces, J. Díez, A. Alonso-Betanzos, A. Troncoso y A. Bahamonde, "A factorization approach to evaluate open-response assignments in MOOCs using preference learning on peer assessments," *Knowledge-Based Systems,* vol. 85, pp. 322-328, 2015. doi: 10.1016/j.knosys.2015.05.019.

[1561] M. Swan, *Blockchain: Blueprint for a New Economy.* Sebastopol, CA, USA: O'Reilly, 2015.

[1562] A. R. Bartolomé Pina, C. Bellver Torlà, L. Castañeda Quintero y J. Adell Segura, "Blockchain en educación: Introducción y crítica al estado de la cuestión," *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* no. 61, art. a363, 2017. doi: 10.21556/edutec.2017.61.915.

[1563] F. Prieto-Castrillo, S. Kushch y J. M. Corchado, "Distributed sequential consensus in networks: Analysis of partially connected blockchains with

uncertainty," *Complexity,* vol. 2017, art. 4832740, 2017. doi: 10.1155/2017/4832740.

[1564] P. Ocheja, B. Flanagan y H. Ogata, "Connecting decentralized learning records: A blockchain based learning analytics platform," en *Proceedings of the 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge, LAK'18 (March 7-9, 2018. Sydney, New South Wales, Australia)*ACM International Conference Proceedings Series (ICPS), pp. 265-269, New York, NY, USA: ACM, 2018. doi: 10.1145/3170358.3170365.

[1565] L. M. Boots, M. E. de Vugt, R. J. van Knippenberg, G. I. Kempen y F. R. Verhey, "A systematic review of Internet-based supportive interventions for caregivers of patients with dementia," *International journal of geriatric psychiatry,* vol. 29, no. 4, pp. 331-344, 2014. doi: 10.1002/gps.4016.

[1566] J. Bäuml, T. Froböse, S. Kraemer, M. Rentrop y G. Pitschel-Walz, "Psychoeducation: A Basic Psychotherapeutic Intervention for Patients With Schizophrenia and Their Families," *Schizophrenia Bulletin,* vol. 32, no. Suppl1, pp. S1-S9, 2006. doi: 10.1093/schbul/sbl017.

[1567] J. E. Gaugler, B. L. Westra y R. L. Kane, "Professional discipline and support recommendations for family caregivers of persons with dementia," *International Psychogeriatrics,* vol. 28, no. 6, pp. 1029-1040, 2016. doi: 10.1017/S1041610215002318.

[1568] K. M. Godwin, W. L. Mills, J. A. Anderson y M. E. Kunik, "Technology-driven interventions for caregivers of persons with dementia: A systematic review," *American Journal of Alzheimer's Disease and other Dementias,* vol. 28, no. 3, pp. 216-222, 2013. doi: 10.1177/1533317513481091.

[1569] D. Morgan *et al.*, "Evolution of a community-based participatory approach in a rural and remote dementia care research program," *Progress in community health partnerships: Research, education, and action,* vol. 8, no. 3, pp. 337-345, 2014. doi: 10.1353/cpr.2014.

[1570] A. M. Pot, M. M. Blom y B. M. Willemse, "Acceptability of a guided self-help Internet intervention for family caregivers: Mastery over dementia," *International Psychogeriatrics,* vol. 27, no. 8, pp. 1343-1354, 2015. doi: 10.1017/S1041610215000034.

[1571] J. Cruz-Benito, R. Therón y F. J. García-Peñalvo, "Analytics of information flows and decision making in heterogeneous learning ecosystems," en *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)*, F. J. García-Peñalvo, Ed. International Conference Proceedings Series, pp. 703-707, New York, USA: ACM, 2014.

[1572] J. Cruz-Benito, R. Therón, F. J. García-Peñalvo y E. Pizarro Lucas, "Discovering usage behaviors and engagement in an educational virtual world," *Computers in Human Behavior,* vol. 47, pp. 18-25, 2015. doi: 10.1016/j.chb.2014.11.028.

[1573] M. C. Sánchez-Gómez, "Orígenes y evolución de la investigación cualitativa en España," en *Investigação Qualitativa: Inovação, Dilems e Desafios*, A. Acosta, Ed. pp. 41-74, Brasil: Ludomedia, 2015.

[1574] Y. Fernández-Pérez, A. Febles-Estrada, C. Cruz y J. L. Verdegay, "Fuzzy multi-criteria decision making methods applied to usability software assessment: An annotated bibliography," en *Complex systems: Solutions and challenges in Economics, Management and Engineering*, C. Berger-Vachon, A. M. Gil Lafuente, J. Kacprzyk, Y. Kondratenko, J. M. Merigó y C. F. Morabito, Eds. Studies in Systems, Decision and Control, no. SSDC 125, pp. 165-189, Cham: Springer, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-69989-9_11.

[1575] F. Michavila, J. M. Martínez, M. Martín-González, F. J. García-Peñalvo y J. Cruz Benito, "Empleabilidad de los titulados universitarios en España. Proyecto OEEU," *Education in the Knowledge Society,* vol. 19, no. 1, pp. 21-39, 2018. doi: 10.14201/eks20181912139.

[1576] D. A. Keim, G. Andrienko, J. Fekete, C. Görg, J. Kohlhammer y G. Melançon, "Visual analytics: Definition, process, and challenges," en *Information visualization*, A. Kerren, J. Stasko, J. Fekete y C. North, Eds. pp. 154-175, Berlin, Heidelberg: Springer, 2008. doi: 10.1007/978-3-540-70956-5_7.

[1577] J. J. Thomas y K. A. Cook, *Illuminating the path: The research and development agenda for visual analytics.* USA: National Visualization and Analytics Center, 2005.

[1578] M. Breeding, *The Future of Library Resource Discovery.* Baltimore, MD: NISO, 2015.

[1579] J. A. Merlo-Vega y T. Ferreras-Fernández, "Digital preservation and distribution of the education and the library journal by the University of Salamanca's Gredos Repository," *El Profesional de la Información,* vol. 22, no. 2, pp. 143-148, 2013. doi: 10.3145/epi.2013.mar.08.

[1580] R. Colomo-Palacios, F. J. García-Peñalvo, V. Stantchev y S. Misra, "Towards a social and context-aware mobile recommendation system for tourism," *Pervasive and Mobile Computing,* vol. 38, pp. 505-515, 2017. doi: 10.1016/j.pmcj.2016.03.001.

[1581] C. Tenopir, "Building evidence of the value and impact of library and information services: methods, metrics and ROI," *Evidence Based Library and Information Practice,* vol. 8, no. 2, pp. 270-274, 2013.

[1582] L. Anderson, "Library Website Visits and Enrollment Trends," *Evidence Based Library and Information Practice,* vol. 11, no. 1, pp. 4-22, 2016.

[1583] N. P. Ellero, "An unexpected discovery: One library's experience with web-scale discovery service (WSDS) evaluation and assessment," *Journal of Library Administration,* vol. 53, no. 5-6, pp. 323-343, 2013. doi: 10.1080/01930826.2013.876824.

[1584] L. Cohen, L. Manion y K. Morrison, *Research methods in education*, 7th ed. Milton, Oxfordshire, UK: Taylor and Francis

[1585] M. C. Sánchez-Gómez, "Metodología de investigación en pedagogía social, avance cualitativo y modelos mixtos," *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria,* no. 26, pp. 21-34, 2015. doi: 10.7179/PSRI_2015.26.01.

[1586] S. T. H. Bruyn, *The human perspective in sociology: The methodology of participant observation.* Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1966.

[1587] I. Deutscher, *What we say/what we do: Sentiments & acts.* Glenview, Illinois, USA: Scott Foresman & Co, 1973.

[1588] A. Comte, *The positive philosophy of Auguste Comte.* New York: William Gowans, 1868.

[1589] E. Durkheim, *Rules of Sociological Method.* New York, NY, USA: The Free Press, 1982.

[1590] S. Eliaeson, "Max Weber's methodology: An ideal-type," *Journal of the History of the Behavioral Sciences,* vol. 36, no. 3, pp. 241-263, 2000. doi: 10.1002/1520-6696(200022)36:3<241::AID-JHBS3>3.0.CO;2-C.

[1591] C. Pérez Andrés, "Sobre la metodología cualitativa," *Revista Española de Salud Pública,* vol. 76, no. 5, pp. 373-380, 2002.

[1592] M. T. Anguera, "La investigación cualitativa," *Educar,* no. 10, pp. 23-50, 1986.

[1593] F. Conde, "Las perspectivas metodológicas cualitativa y cuantitativa en el contexto de la historia de las ciencias," en *Métodos y técnicas cualitativas de*

investigación en ciencias sociales, J. M. Delgado y J. Gutiérrez, Eds. pp. 53-68, Madrid, España: Editorial Síntesis, 1995.

[1594] S. J. Taylor y R. Bogdan, *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona, España: Paidós, 1987.

[1595] A. Dávila, "Las perspectivas metodológicas cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales," en *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en Ciencias Sociales*, J. Delgado y J. Gutiérrez, Eds. pp. 69-83, Madrid, España: Editorial Síntesis, 1995.

[1596] J. W. Creswell, *Research design. Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*, 3rd ed. Thousand Oaks, California, USA: SAGE Publications Inc., 2009.

[1597] J. W. Creswell, *Educational research. Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*, 4th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2012.

[1598] M. T. Anguera, "Complementariedad metodológica en la investigación en psicología: Del enfrentamiento al continuum," presentado en Jornadas de Psicología intervención psicológica en problemas sociales, Universidad Pontificia de Salamanca. Salamanca, España, 2010.

[1599] M. Serres, *Le tiers-instruit*. Paris: Bourin, 1991.

[1600] E. Bericat Alastuey, *La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social. Significado y medida* (Ariel sociología). Barcelona, España: Ariel, 1999.

[1601] M. C. Sánchez-Gómez, "La dicotomía cualitativo-cuantitativo: Posibilidades de integración y diseños mixtos," *Campo Abierto*, vol. 1, no. 1, pp. 11-30, 2015.

[1602] J. J. Sarrado, X. Clèries, M. Ferrer y E. Kronfly, "Evidencia científica en medicina: ¿Única alternativa?," *Gaceta Sanitaria*, vol. 18, no. 3, pp. 235-244, 2004. doi: 10.1016/S0213-9111(04)71838-5.

[1603] U. Flick, *An introduction to qualitative research*, 5th ed. London, UK: SGE Publications Ltd., 2014.

[1604] C. Delgado, *Viajando a Ítaca por los mares cuantitativos, manual de ruta para investigar en grado y en postgrado*. Salamanca, España: Amaru, 2014.

[1605] D. M. Mertens *et al.*, "The future of mixed methods: A five year projection to 2020," Mixed Methods International Research Association 2016. Disponible en: https://goo.gl/UDkg1W.

[1606] J. F. Molina-Azorin, "Mixed methods research: An opportunity to improve our studies and our research skills," *European Journal of Management and Business Economics*, vol. 25, no. 3, pp. 37-38, 2016. doi: 10.1016/j.redeen.2016.05.001.

[1607] S. E. P. Munce y M. M. Archibald, "“The future of mixed methods: A five year projection to 2020”: An early career perspective," *Journal of Mixed Methods Research*, vol. 11, no. 1, pp. 11-14, 2016. doi: 10.1177/1558689816676659.

[1608] J. R. Edwards, "To prosper, organizational psychology should … overcome methodological barriers to progress," *Journal of Organizational Behavior*, vol. 29, pp. 469-491, 2008. doi: 10.1002/job.529.

[1609] A. Tashakkori y C. Teddlie, "The past and future of mixed methods research: From data triangulation to mixed model designs," en *Handbook on mixed methods in the behavioral and social sciences*, A. Tashakkori y C. Teddlie, Eds. pp. 671-702, Thousand Oaks, CA, USA: SAGE, 2003.

[1610] R. B. Johnson, a. J. Onwuegbuzie y L. A. Turner, "Toward a definition of mixed methods research," *Journal of Mixed Methods Research*, vol. 1, no. 2, pp. 112-133, 2007. doi: 10.1177/1558689806298224.

[1611] J. W. Creswell y V. L. Plano Clark, *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE, 2007.

[1612] M. M. Bergman, "The good, the bad, and the ugly in mixed methods research and design," *Journal of Mixed Methods Research,* vol. 5, no. 4, pp. 271-275, 2011. doi: 10.1177/1558689811433236.
[1613] A. Tashakkori y C. Teddlie, *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches* (Applied Social Research Methods, no. 46). Thousand Oaks, CA, USA: SAGE, 1998.
[1614] J. C. Greene, V. J. Caracelli y W. F. Graham, "Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs," *Educational Evaluation and Policy Analysis,* vol. 11, no. 3, pp. 255-274, 1989. doi: 10.2307/1163620.
[1615] J. W. Creswell y V. L. Plano Clark, *Designing and conducting mixed methods research*, 2nd ed. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE, 2011.
[1616] J. M. Morse y L. Niehaus, *Mixed method design: Principles and procedures.* Walnut Creek, CA, USA: Left Coast Press Inc., 2009.
[1617] B. K. Nastasi, J. H. Hitchcock y L. M. Brown, "An inclusive framework for conceptualizingmixed methods design typologies: Moving toward fully integrated synergistic research models," en *Sage handbook of mixed methods in social and behavioral research*, A. Tashakkori y C. Teddlie, Eds. pp. 305-338, Thousand Oaks, CA, USA: SAGE, 2010.
[1618] D. M. Mertens, *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*, 4th ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications, 2015.
[1619] C. Teddlie y A. Tashakkori, *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences.* London, UK: SAGE, 2009.
[1620] A. Tashakkori y C. Teddlie, "Introduction to mixed method and mixed model studies in the social and behavioral sciences," en *The mixed methods reader*, V. L. P. Clark y J. W. Creswell, Eds. pp. 7-26, Thousand Oaks, CA, USA: SAGO, 2008.
[1621] M. C. Sánchez-Gómez, "Contextualización de la metodología cualitativa en las Ciencias Sociales. De la confrontación al continuum," presentado en 3º Congreso Iberoamericano en Investigación Cualitativa. 14-16 de julio de 2014, Badajoz, España, 2014.
[1622] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, 6ª ed. México D. F., México: McGraw-Hill, 2014.
[1623] J. W. Creswell, *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*, 4th ed. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE, 2013.
[1624] P. Bazeley, "Computer-assisted integration of mixed methods data sources and analyses," en *SAGE handbook of mixed methods in social and behavioral research*, A. Tashakkori y C. Teddlie, Eds. pp. 431-467, Thousand Oaks, CA, USA: SAGE, 2010.
[1625] R. Hernández-Sampieri y C. P. Mendoza, "El matrimonio cuantitativo-cualitativo: El paradigma mixto," presentado en 6to. Congreso de Investigación en Sexología, Villahermosa, Tabasco, México, 2008.
[1626] Office of Government Commerce, *An introduction to PRINCE2: Managing and directing successful projects.* Belfast, Ireland: The Stationery Office, 2009.
[1627] B. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey y S. Linkman, "Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review," *Information and Software Technology,* vol. 51, pp. 7-15, 2009. doi: 10.1016/j.infsof.2008.09.009.
[1628] B. Kitchenham y S. Charters, "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Version 2.3," School of Computer Science

and Mathematics, Keele University Technical Report, EBSE-2007-01, 2007. Disponible en: https://goo.gl/L1VHcw.

[1629] R. L. Baskerville, "Investigating information systems with action research," *Commun. AIS*, vol. 2, no. 3es, art. 19, 1999.

[1630] K. Schwaber, "SCRUM Development Process," en *Business Object Design and Implementation. OOPSLA '95 Workshop Proceedings 16 October 1995, Austin, Texas*, J. Sutherland, C. Casanave, J. Miller, P. Patel y G. Hollowell, Eds. pp. 117-134, London, UK: Springer London, 2007. doi: 10.1007/978-1-4471-0947-1_11.

[1631] C. Ragin, "The logic of the comparative method and the algebra of logic," *Journal of Quantitative Anthropology,* vol. 1, no. 4, pp. 373-398, 1989.

[1632] G. King, R. O. Keohane y S. Verba, *Designing social inquiry: Scientific inference in qualitative research.* USA: Princeton university press, 1994.

[1633] A. García-Holgado, "Technological ecosystems in health sector: Rural-Path ecosystem," presentado en International meeting in the area of health and social atention, Zamora, Spain, June 2, 2016, 2016. Disponible: https://goo.gl/Ge7KxR.

[1634] Object Management Group, "Meta Object Facility specification 2.5.1," Object Management Group, Needham, MA, USA, formal/16-11-01, 2016. Disponible en: https://goo.gl/YpC4nE.

[1635] D. Steinberg, F. Budinsky, M. Paternostro y E. Merks, *EMF: Eclipse Modeling Framework*, 2nd ed. (Eclipse Series). Upper Saddle River, MJ, USA: Addison-Wesley, 2009.

[1636] Eclipse Foundation. *Ecore meta model.* Disponible en: https://goo.gl/Bqa9Qb.

[1637] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, "Learning ecosystem metamodel quality assurance," en *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*, vol. 1, Á. Rocha, H. Adeli, L. P. Reis y S. Costanzo, Eds. Advances in Intelligent Systems and Computing, no. AISC 745, pp. 787-796, Cham: Springer, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-77703-0_78.

[1638] F. J. García-Peñalvo, "Ecologías de Aprendizaje," presentado en Estancia de investigación en la Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile, 2 de diciembre de 2016, 2016. Disponible: https://goo.gl/rcS7iB.

[1639] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "Ontological flip teaching: A flip teaching model based on knowledge management," *Universal Access in the Information Society,* vol. In Press, 2018. doi: 10.1007/s10209-017-0556-6.

[1640] J. C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F. J. García-Peñalvo, "Motivación e innovación: Aceptación de tecnologías móviles en los maestros en formación," *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia,* vol. 20, no. 2, pp. 273-292, 2017. doi: 10.5944/ried.20.2.17700.

[1641] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "Inteligencia Colectiva en el aula. Un paradigma cooperativo," en *La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017 (4-6 de Octubre de 2017, Zaragoza, España)*, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo-Blanco y F. J. García-Peñalvo, Eds. pp. 599-603, Zaragoza, España: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2017. doi: 10.26754/CINAIC.2017.000001_125.

[1642] J. C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F. J. García-Peñalvo, "Assessment of the disposition of future secondary education teachers towards mobile learning," en *Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)* J. M.

Dodero, M. S. Ibarra Sáiz y I. Ruiz Rube, Eds. ACM International Conference Proceedings Series (ICPS), New York, NY, USA: ACM, 2017. doi: 10.1145/3144826.3145374.

[1643] M. C. Sánchez-Gómez, A. Iglesias-Rodríguez y F. J. García-Peñalvo, "Digital competence, social networks and apps in education: Views and beliefs of users of the Twitter virtual domain," en *Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)* J. M. Dodero, M. S. Ibarra Sáiz y I. Ruiz Rube, Eds. ACM International Conference Proceedings Series (ICPS), New York, NY, USA: ACM, 2017. doi: 10.1145/3144826.3145420.

[1644] J. C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F. J. García-Peñalvo, "Technology acceptance among teachers: An SLR on TAM and teachers," en *Transforming patterns through the scholarship of teaching and learning. Proceedings of the 2nd European Conference for the Scholarship of Teaching and Learning, EuroSoTL 2017 (June 8-9 2017, Lund, Sweden)* pp. 232-238, 2017. doi: 10.5281/zenodo.807885.

[1645] J. C. Sánchez-Prieto, S. Olmos-Migueláñez y F. J. García-Peñalvo, "Apego tecnológico y uso futuro de dispositivos móviles entre los estudiantes del Máster de Educación Secundaria.," en *Actas XVIII Congreso Internacional de Investigación Educativa. Interdisciplinariedad y transferencia, AIDIPE 2017, (Salamanca, España, 28-30 de junio de 2017)*, Salamanca, España: AIDIPE, 2017.

[1646] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce y F. J. García-Peñalvo, "APFT: Active Peer-Based Flip Teaching," en *Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)* J. M. Dodero, M. S. Ibarra Sáiz y I. Ruiz Rube, Eds. p. Article 83, New York, NY, USA: ACM, 2017. doi: 10.1145/3144826.3145433.

[1647] M. L. Sein-Echaluce, Á. Fidalgo-Blanco, J. Esteban-Escaño, F. J. García-Peñalvo y M. Á. Conde-González, "Using learning analytics to detect authentic leadership characteristics at engineering degrees," *International Journal of Engineering Education,* vol. 34, no. 3, pp. 851-864, 2018.

[1648] J. Cruz-Benito *et al.*, "Improving success/completion ratio in large surveys: a proposal based on usability and engagement," en *Learning and Collaboration Technologies. Technology in Education. 4th International Conference, LCT 2017. Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017. Proceedings, Part II*, P. Zaphiris y A. Ioannou, Eds. Lecture Notes in Computer Science, no. 10296, pp. 352-370, Switzerland: Springer International Publishing, 2017. doi: 10.1007/978-3-319-58515-4_28.

[1649] A. Vázquez-Ingelmo, F. J. García-Peñalvo y R. Therón, "Application of domain engineering to generate customized information dashboards," presentado en HCI International 2018. 20th Conference on Human-Computer Interaction (15-20 July 2018), Las Vegas, Nevada, USA, 2018.

[1650] M. A. Tena-Espinoza-de-los-Monteros, A. García-Holgado, J. A. Merlo-Vega y F. J. García-Peñalvo, "Diseño de un plan de visibilidad científica e identidad digital para los investigadores de la Universidad de Guadalajara (México)," *Ibersid: Revista de sistemas de información y documentación,* vol. 11, no. 1, pp. 83-92, 2017.

[1651] J. Durán-Escudero, F. J. García-Peñalvo y R. Therón-Sánchez, "An architectural proposal to explore the data of a private community through visual analytic," en *Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)* J. M. Dodero, M.

S. Ibarra Sáiz y I. Ruiz Rube, Eds. p. Article 48, New York, NY, USA: ACM, 2017. doi: 10.1145/3144826.3145398.

[1652] Fundación COTEC para la Innovación. (2018). *El estado solo ejecuta uno de cada tres euros del presupuesto para I+D+i*. Disponible en: https://goo.gl/mNmLLn.

[1653] C. Herranz y D. Mulas. (2018). Distribución salarial de los contratos predoctorales en España. En: *Universídad*. Disponible en: https://goo.gl/Nr3mS7.

VNiVERSiDAD
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

GRIAL