

# Objeto Interactivo de Aprendizaje (OIA) adaptativo para innovar el aprendizaje del Álgebra Lineal de un grupo de estudiantes de Ingeniería: una experiencia de aula

*Interactive Learning Object (ILO) adaptive to innovate the learning of Linear Algebra of a group of engineering students: a classroom experience*

John Jairo García Mora, Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia, [jhongarcia@itm.edu.co](mailto:jhongarcia@itm.edu.co)  
Sonia Jaquelliny Moreno Jiménez, Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia, [jaquemj24@gmail.com](mailto:jaquemj24@gmail.com)

## Resumen

En los programas de Ingeniería, el Álgebra Lineal y sus aplicaciones es uno de los campos del saber matemático más abstracto al que los futuros ingenieros se puedan enfrentar. La experiencia que aquí compartimos se realizó con un grupo combinado de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Electromecánica en el primer semestre de 2018. El Álgebra Lineal y lo abstracto de su conocimiento es uno de los factores que conducen al fracaso académico. Con la idea de buscar disminuir la frustración académica estudiantil se realizó un inventario de las tendencias pedagógicas y tecnológicas que pudiesen colaborar para vencer esa abstracción. Como resultado de esa compilación fijamos el objetivo de diseñar y aplicar un Objeto Interactivo de Aprendizaje (OIA) que se adaptase a los estilos de aprendizaje de los estudiantes del curso de Álgebra Lineal y que pudiese establecer una estrategia de enseñanza y aprendizaje de tipo híbrido.

Se detectaron como resultado de la aplicación del cuestionario de David Kolb “los estilos de aprendizaje activo-reflexivo y visual-verbal” que fueron el punto de partida para diseñar y aplicar un OIA que buscase vencer la abstracción al aplicar el Álgebra Lineal a un contexto: la criptografía, estrategia disfrutada y bien evaluada por los estudiantes.

## Abstract

*In engineering programs, Linear Algebra and its applications is one of the most abstract fields of mathematical knowledge that future engineers can face, the experience we share here was carried out with a combined group of Mechatronics and Electromechanics Engineering students in the first semester of 2018.*

*Linear Algebra and the abstract of its knowledge is one of the factors that lead to academic failure. With the idea of intending to reduce student academic frustration, an inventory of the pedagogical and technological trends that could help to overcome that abstraction was made. As a result of this compilation, we set ourselves the objective of designing and applying an Interactive Learning Object-ILO- that adapts to the learning styles of the students in the Linear Algebra course and that could establish a hybrid teaching and learning strategy.*

*Active-Reflective and Visual-Verbal learning styles were detected as a result of David Kolb's questionnaire application which were the starting point to design and apply an ILO that intends to overcome abstraction by applying Linear Algebra to a context: Cryptography, enjoyed strategy and well evaluated by students.*

**Palabras clave:** conocimiento abstracto, objeto Interactivo de aprendizaje, estilo de aprendizaje.

**Key words:** abstract knowledge, interactive object of learning, learning style.

## 1. Introducción

Con la inclusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se ha generado un nuevo ecosistema educativo como lo describen Lacleta, Hernández, García, Fidalgo y Conde (2015), donde aparece el docente del tercer entorno (Echavarría, 1999) para direccionar su labor a partir de las tendencias en pedagogía y en tecnología, como se describen en el Radar de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (2016).

Esas tendencias no son exclusivas de un campo del saber, ya que el estudio del álgebra está orientado para que un estudiante, sea de Ingeniería o no, adquiera la competencia de resolver situaciones-problemas en contextos específicos de la ciencia y la tecnología, apoyadas en la fundamentación conceptual y las herramientas analíticas de la asignatura, orientadas a un pensamiento heurístico, definido por Castillo y Espeleta (1998, p.22) como “las estrategias y técnicas para avanzar en problemas desconocidos y no usuales”.

Esa problemática desconocida en Álgebra Lineal tiene un contenido muy amplio y abstracto y es necesario delimitarlo para una experiencia de aula, para no correr el riesgo de fracasar durante el semestre académico y de ello surgió la siguiente pregunta orientadora: ¿cómo intervenir la enseñanza híbrida de las aplicaciones de álgebra lineal con el apoyo de las TIC?

## 2. Desarrollo

Para intervenir la enseñanza de la criptografía en Álgebra Lineal con el apoyo de un OIA que se adapte a los diferentes estilos o preferencias de aprendizaje en la era del *Ubicuos Learning (U-Learning)* se hace necesario intervenir esencialmente los siguientes aspectos:

- El pedagógico, referido a la tecnología educativa como lo expresa Escamilla de los Santos (2000), es el puente que conecta el conocimiento generado por las ciencias de la educación con las aplicaciones para resolver problemas del aprendizaje.
- El tecnológico, referido a las TIC, mediante la selección, diseño, personalización, implementación, alojamiento y mantenimiento de soluciones en donde se integran tecnologías propietarias y de código abierto.

### 2.1 Marco teórico

Algunas consideraciones de las teorías pedagógicas y las TIC desde las cuales se ha orientado la experiencia de aula son:

- Expresa Martínez (2000, p.251) que desde la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel “se debe fomentar en el alumno el desarrollo de formas activas de aprendizaje por recepción, promoviendo una comprensión precisa e integrada de los nuevos conocimientos”, se precisa que las TIC son un medio eficaz del proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que a través de un dispositivo móvil se pueden realizar simulaciones, se recuperan los saberes previos y se aproxima el descubrimiento que se puede aproximar a la realidad.
- Desde la teoría Psicogenética de Piaget se expresa que el estudiante de Ingeniería llega a interactuar con el mundo externo a través de los sentidos adaptándose al medio. Las estrategias propuestas por Piaget aplicadas a nuestro curso de álgebra lineal cobran relevancia por ser el ordenador un compañero habitual de los nativos digitales: los juegos, el modelamiento y la experiencia empírica son cada vez más fáciles de obtener. Flores (2014) teoriza que “el ser humano ha desarrollado su inteligencia al desarrollar sus estructuras mentales con el fin de adaptarse mejor a la realidad”, entorno hoy gobernado por el ambiente digital.
- Centrado en el uso de la computadora, el Constructivismo de Paper considera que esta herramienta redirecciona los escenarios del aprendizaje hacia según lo expresa Urbina (1999) “el ordenador reconfigura las condiciones de aprendizaje y supone nuevas formas de aprender”.
- Bajo la teoría del Conocimiento Operante de Skinner (ubicada dentro de la corriente conductista) se considera que la secuencia básica del aprendizaje es estímulo respuesta y que el control de la conducta viene del exterior.
- Favorecer el desarrollo mental desde el replanteamiento de la forma de aprender desde el aprendizaje por Descubrimiento de Bruner puesto que el computador puede presentar los problemas que incita a la transferencia de conocimientos.
- Teoría del Procesamiento de la Información de Gagné dice que el aprendizaje es un proceso continuo de la información influenciado por las condiciones internas y las condiciones externas y los recursos TIC son un conjunto de condiciones externas que internamente motivan, generalizan, ejecutan y retroalimentan.

### Criptografía

Desde el punto de vista de los estilos de aprendizaje que para Warner (2009, p.9) no existe una definición única y que ciertos autores expresan que un estilo de aprendizaje forma parte de la percepción y la memoria, nos preguntamos ¿cómo aprendemos en la era de las TIC? Desde la óptica de los estilos de aprendizaje elaborada por David Kolb<sup>1</sup> se expresa que para aprender es necesario elaborar o procesar la información recibida y se ponen de relevancia cuatro capacidades de manera cíclica y citada por Lozano (2000, p.71):

- Capacidad de Experiencia Concreta (EC): ser capaz de involucrarse por completo, abiertamente y sin prejuicios en experiencias nuevas.
- Capacidad de Observación Reflexiva (OR): ser capaz de reflexionar acerca de estas experiencias y de observarlas desde múltiples perspectivas.
- Capacidad de Conceptualización Abstracta (CA): ser capaz de crear nuevos conceptos y de integrar sus observaciones en teorías lógicamente sólidas.
- Capacidad de Experimentación Activa (EA): ser capaz de emplear estas teorías para tomar decisiones y solucionar problema

Esas cuatro capacidades del ciclo de aprendizaje de Kolb son necesarias para un modelo instruccional que incluya el aprendizaje experiencial en el ambiente de los OIA, según Capacho (2011), esas etapas son aplicadas en el diseño del OIA para nuestra experiencia de aula.

### 2.2 Descripción de la innovación

Partimos de la definición de un OIA como un conjunto de recursos digitales, auto contenible y reutilizable, con un propósito educativo que debe contener como mínimo dos componentes a su interior: Contenidos y Actividades de aprendizaje donde el usuario pueda interactuar con el recurso diseñado.

Los contenidos se refieren al tipo de conocimiento y sus múltiples formas de representarlos a través de diversos recursos multimedia y por ello es necesario establecer los metadatos que lo caracterizan con el objeto de que logren su cometido para el nivel que se diseña, en la tabla 1 podemos observar esos metadatos.

**Tabla 1. Metadatos del Objeto Interactivo de Aprendizaje en**

<sup>1</sup> Teórico de la educación cuyos intereses y producción académica se enfocan en el aprendizaje experiencial, el cambio social e individual, desarrollo de carrera, y educación profesional y ejecutiva.

<b>Título:</b>	OIA: Aplicaciones del Álgebra Lineal
<b>Descripción:</b>	Explicar la contribución del uso intencionado por parte del docente de Álgebra lineal de un Objeto Interactivo de aprendizaje (OIA), como apoyo a las aplicaciones de la asignatura.
<b>Idioma(s):</b>	Español
<b>Palabras clave:</b>	Criptografía, Objeto Virtual, interactividad
<b>Versión:</b>	1.0
<b>Autor(es):</b>	John Jairo García Mora
<b>Institución:</b>	Instituto Tecnológico Metropolitano
<b>Fecha:</b>	Abril de 2018
<b>Contribución:</b>	Educación virtual del Instituto Tecnológico Metropolitano
<b>Formato:</b>	HTML5, PDF, XLS, DOCX, AVI, MP4, Java Script
<b>Requerimientos:</b>	Google Chrome, Firefox, Opera, Lector PDF, Reproductor de archivos multimedia.
<b>Instrucciones de uso:</b>	Manual del usuario adjunto
<b>Interactividad:</b>	Teclado, Mouse.
<b>Tipo de recursos de Aprendizaje:</b>	Objeto Interactivo de Aprendizaje (OIA)
<b>Nivel de Interactividad:</b>	Escala de 1 a 5 = 4
<b>Población objetivo:</b>	Estudiantes de los programas Ingeniería del Instituto Tecnológico Metropolitano
<b>Contexto de Aprendizaje:</b>	Educación Superior presencial
<b>Costo:</b>	Libre
<b>Licencia:</b>	Creative Commons
<b>Derechos de autor:</b>	Instituto Tecnológico Metropolitano
<b>Uso educativo:</b>	Apoyo al trabajo independiente de los estudiantes de Ingeniería del Instituto Tecnológico Metropolitano
<b>Nivel educativo:</b>	3 <sup>er</sup> nivel de los programas de Ingeniería
<b>Fuente de clasificación:</b>	Ciencias básicas

del OIA

Las actividades de aprendizaje guían al usuario para que alcance de los logros propuestos, posibilitan un aprendizaje significativo y presentan una retroalimentación de la misma, para diseñar una mediación pedagógica de este tipo se han de tener en cuenta los elementos mencionados y articulados en las siguientes etapas, no como secuencia, sino como proceso en espiral, según García Naranjo (2012), para diseñar una mediación pedagógica se debe satisfacer cuatro fases:

- Fase uno. La pregunta central, que consiste en considerar lo que se pretende con la enseñanza, ¿Qué es lo que se propone conseguir con la enseñanza de las aplicaciones del Álgebra Lineal como lo es la criptografía?, ¿qué es lo relevante del tema? ¿cuáles son las competencias y desempeños para los fines del aprendizaje de los límites de funciones?

Al finalizar esta fase la autora propone una etapa donde se analizan los factores que pueden afectar las actividades del aprendizaje de los estudiantes.

- Fase dos. Tiene relación con los procedimientos, las actitudes y su relación con las actividades de los aprendizajes esperados y el aspecto más controversial de un proceso de enseñanza y aprendizaje: la evaluación: para ellos las preguntas a

res-

ponder según lo que se ha manifestado son: ¿qué es lo que van a aprender?, ¿qué pueden hacer y qué harán los estudiantes con lo que ha aprendido? y ¿cómo pueden monitorear la calidad de aquello que han aprendido?

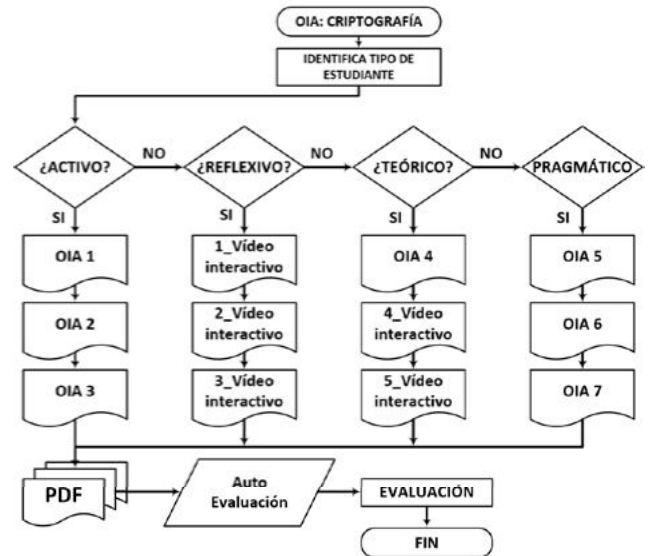
- Fase tres. Da cuenta del proceso de retroalimentación y valoración de los aprendizajes, para lo cual adquieren importancia las estrategias didácticas. Por lo tanto, las preguntas que debieron haber formulado son: ¿Cómo se verifican y acompañan los logros de los estudiantes y cómo se pueden mejorar sus desempeños con la utilización de sus nuevos aprendizajes? ¿Cuál será su próximo desafío? ¿Qué tipo de problemas puede resolver cuando se apropia del tema?
- Fase cuatro. El seguimiento a las estrategias y las actividades seleccionadas para alcanzar las metas formativas es indispensable para que el trabajo realizado no sea un esfuerzo individual, por lo que De Zubiría (2003) y Díaz Barriga (2005) coinciden, para el aprendizaje constructivista, en el diseño de estrategias de aprendizaje activo tales como: proyectos, casos, simulaciones, entre otros.

### 2.3 Proceso de implementación de la innovación

- Paso uno. Diseño del contenido a desarrollar en el OIA para el estudio de la criptografía en Álgebra Lineal.
- Paso dos. Aplicación de cuestionario de estilos de aprendizaje de David Kolb para determinar las tendencias adaptativas que permitiesen satisfacer las preferencias de aprendizaje de los estudiantes del grupo.
- Paso tres. Diseñar la interfaz adaptativa del OIA para desarrollar el aprendizaje al interactuar con la aplicación desarrollada.
- Paso cuatro. Selección de las estrategias de incorporación de recursos TIC en el aula acordes con las características del grupo según la encuesta realizada de los estilos de aprendizaje pero que involucrase a todos los estilos descritos en el modelo EAAP de Cacheiro (2011) que trata de los Estilos de Aprendizaje y Actividades Polifásicas.
- Paso cinco. Implementación del OIA en las clases de Álgebra Lineal. La aplicación del OIA adaptati-

vo en el aula se programó según el diagrama de

flujo de la figura 1.



En el diagrama, el primer paso es identificar el tipo de estudiante, dependiendo de las características detectadas se le presentan OIA realizados con lenguajes de autor con GeoGebra y Descartes JS, videos interactivos o la combinación de OIA y videos. Independiente del tipo de estudiante todos dispondrán de documentación en formato *Portable Document Format* (PDF). Esta documentación contiene la teoría de la aplicación.

- Paso seis. Se diseña una auto-evaluación y una evaluación final del tema con los mismos criterios de los OIA presentados a cada tipo de estudiante o el análisis de videos interactivos
- Paso Siete. Diseño de curso virtual en la plataforma Moodle del Instituto Tecnológico Metropolitano. Este curso fue solicitado por los estudiantes con la finalidad de disponer en cualquier momento del recurso diseñado.
- Paso ocho. Evaluación del OIA por los estudiantes del curso de Álgebra Lineal de los programas de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín.

### 2.4 Evaluación de resultados

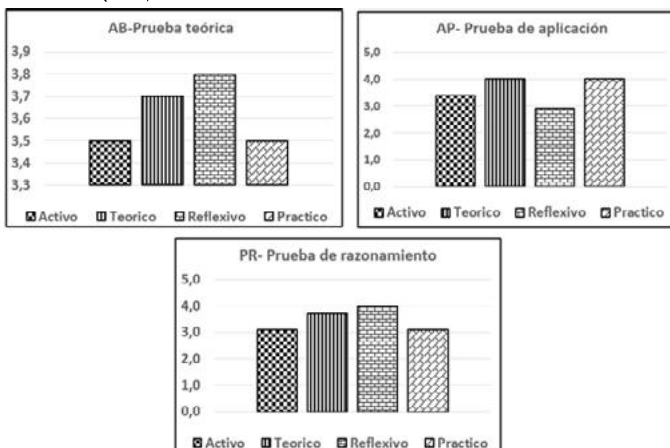
La evaluación se realizó bajo parámetros enmarcados en el objetivo pedagógico del OIA: facilitar el aprendizaje híbrido de la criptografía como una aplicación del Álgebra Lineal en los programas de Ingeniería del Instituto Tecno-

lógico Metropolitano de la ciudad de Medellín, esos parámetros fueron:

- Presentación de los temas básicos para desarrollar las actividades del OIA.
- Estructuración lógica de los contenidos necesarios para lograr el aprendizaje.
- Explicación diáfana de la temática tratada en la aplicación objeto del OIA.
- Contiene ejercicios de aplicación en contextos actualizados.
- Los ejercicios de autoevaluación logran su objetivo dentro del tema de la criptografía.
- Existencia de complementos para los recursos audiovisuales contenidos en el OIA,
- Da a conocer el nivel de conocimiento de los creadores del OIA.
- Las fuentes citadas y propuestas para complementar el saber se encuentran actualizadas.
- Pertinencia de los recursos audiovisuales con el contenido teórico contenido en OIA.
- La facilidad de navegación entre contenidos del recurso sin conexión a la Web.
- La concordancia entre el nivel educativo para el cual fue diseñado el OIA y las actividades desarrolladas y propuestas allí.
- Facilitador del trabajo independiente y el trabajo colaborativo de los usuarios.

La evaluación de esta experiencia de aula se refleja en la nota obtenida por los 34 estudiantes con la aplicación de tres tipos de prueba para cada preferencia de aprendizaje, en dichas pruebas a las cuales se les asignó un código arbitrario para facilitar su tabulación:

- **(AB)** Conceptualización abstracta o teoría.
- **(AP)** Aplicación de algoritmos de solución.
- **(RA)** Razonamiento.



En la figura 2 podemos observar la calificación promedio

obtenida en cada una de las pruebas por todo tipo de estudiante:

En los resultados podemos notar que tanto los estudiantes activos como los prácticos tuvieron dificultad en la prueba teórica. Aquellos estudiantes del grupo de los Teóricos tuvieron un desempeño alto en las tres pruebas.

### 3. Conclusiones

En esta experiencia de aula orientada a una de las aplicaciones del Álgebra Lineal, inicialmente se detectaron combinaciones de orientaciones hacia lo Activo-Reflexivo y lo Visual-Verbal, combinaciones que conducen a los estilos:

- **Divergente.** Según Salas (2008, p. 83) son quienes “captan la información y la experiencia concretamente y la transforman reflexivamente. Son sensitivos-sentimentales y observadores”, ello se reflejó en la visualización de algunas situaciones en contexto y base en ello establecieron generalidades de la criptografía.
- **Convergente.** La caracterización abstracta y la experimentación activa permiten a los estudiantes orientados a este tipo de aprendizaje hallar usos prácticos a las teorías, es un estilo de aprendizaje en el que se destacan, según Visa (2014, p. 210), “la conceptualización abstracta (CA) y la experimentación activa (EA). Su punto fuerte es la aplicación práctica de ideas y sobresale en situaciones donde se buscan respuestas correctas”, estos estudiantes del curso buscaron sin ninguna objeción las respuestas a las codificaciones y decodificaciones de situaciones en contexto.
- **Asimilador.** El estilo asimilador desde la concepción de Pérez & Ramírez (2015, p.31) “es una particularidad de los egresados en Ciencias Básicas y Matemáticas ya que su punto fuerte reside en el desarrollo de habilidades para crear modelos teóricos y procesar grandes volúmenes de información”. En nuestra experiencia se crearon alternativas diferentes a los algoritmos de encriptación presentados a los estudiantes.
- **Acomodador.** Los estudiantes caracterizados por el estilo de aprendizaje acomodador presentan una serie de habilidades muy útiles en las organizaciones como le describe Arroyo (2012, p. 207) debido a que:

Predomina en esta persona la conceptualización abstracta (CA) y la observación

reflexiva (OR), su punto más fuerte lo tiene en la capacidad de crear modelos teóricos. Se caracteriza por un razonamiento inductivo y poder juntar observaciones dispares en una explicación integral. Se interesa menos por las personas que por los conceptos abstractos, y dentro de estos prefiere lo teórico a la aplicación práctica. Suele ser un científico o un investigador.

Esas cuatro etapas del ciclo de aprendizaje de Kolb de un modelo instruccional para el aprendizaje experiencial en el ambiente de los Objetos Interactivos de Aprendizaje-OIA-, implicaron el diseño y aplicación de un OIA empleando sistemas de autor (para quienes no poseen muchos conocimientos de informática) como Descartes JS y GeoGebra con características prácticas, adaptativas, auto dirigidas y especializadas.

Estos estilos de aprendizaje nos permitieron identificar los cuatro tipos de alumnos del modelo EAAP: el teórico, el reflexivo, el pragmático y el activo.

Por último, las sugerencias presentadas por los estudiantes con respecto al contenido, a los vídeos lección, los vídeos interactivos y escenas interactivas han permitido un rediseño del OIA que necesariamente requiere de un experto en diseño Web. Ello corrobora que nuestro diseño no fue realizado con el objetivo de la informática sino como una adaptación de nuestro trabajo a las nuevas tendencias en pedagogía y en tecnología que han de facilitar el aprendizaje de nuestros estudiantes.

La incorporación de tecnologías de información y comunicación a procesos educativos universitarios, especialmente la incorporación de recursos computacionales, afecta la manera de enseñar, de evaluar competencias y de aprender una rama de las Matemáticas como lo es el Álgebra Lineal requiere un equipo interdisciplinario que apoye esta iniciativa por los múltiples factores involucrados en el proceso de formación profesional y las grandes posibilidades de retos con mayor contundencia a los retos de este momento histórico.

### Referencias

- Arroyo, R. (2012). Habilidades gerenciales desarrollo de destrezas, competencias y actitud. Bogotá: ECOE.
- Cacheiro, M. (2011). Recursos educativos TIC de información, colaboración y aprendizaje. *Pixel-Bit Revista de Medios y Educación*, (39), 69-81.
- Capacho, R. (2011). Evaluación del aprendizaje en espacios virtuales-TIC. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Castillo, T. y Espeleta, V. (1995). La matemática: su enseñanza y aprendizaje. San José: EUNED.
- De Zubiría, J; Marlés, R. y Ramírez, A. (2003). Prueba de creatividad: manual. Bogotá: Instituto Alberto Merani.
- Díaz Barriga, F. (2005). Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados con TIC: Un marco de referencia sociocultural y situado. *Tecnología y Comunicación Educativas, ILCE-UNESCO*, (41), 4-16.
- Echavarría, J. (1999). Los señores del aire: telépolis y el tercer entorno. Barcelona: Destino.
- Escamilla de los Santos, J. G. (2000). Selección y uso de tecnología educativa. México: Trillas.
- Flores, C. (2014). Maestr@ y MIS Emociones Que. México: AuthorHouse.
- García, M.L. (2012). Tecnologías de la información y la comunicación para la mediación pedagógica. Colombia: Universidad de Manizales.
- Martínez, C.V. (2000). El arte de aprender... y de enseñar: Manual para docentes. Bolivia: Noguera.
- Lozano, A. (2000). Estilos de Aprendizaje y Enseñanza. Un panorama de la estilística educativa. Tecnológico de Monterrey. Universidad Virtual - ILCE. México: Trillas.
- Pérez, F. R., & Ramírez, M. A. (2015). Desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes que ingresan a la educación superior. *INVENTUM*, 10(18), 29-36.
- Puello, Plinio, Fernández, Diyina, y Cabarcas, Amaury. (2014). Herramienta para la Detección de Estilos de Aprendizaje en Estudiantes utilizando la Plataforma Moodle. *Formación universitaria*, 7(4), 15-24. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062014000400003>
- Salas, R. (2008). Estilos de aprendizaje a la luz de la neurociencia. Bogotá: Magisterio.
- Sein-Echaluce, M.L., Hernández-García, Á., García-Peñalvo, F. J., Fidalgo Blanco, Á., y Conde-González, M. Á. (Octubre de 2015). *Mirando hacia el futuro: Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje basados en servicios*. En III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. Congreso llevado a cabo en Madrid, España. Tecnológico de Monterrey. (2016). Edu Trends | Radar de Innovación Educativa de Preparatoria 2016. Recuperado de <https://observatorio.itesm.mx/edutrendsradarpreparatoria2016/>
- Urbina Ramírez, S. (1999). Informática y teorías del aprendizaje. *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*, (12), 87-100.
- Visa, M. (2014). Aprendizaje y métodos de docencia avanzada. Madrid: Asociación Cultural y Científica Iberoamericana.
- Warner, J. (2009). Estilos de Aprendizaje: Perfil de competencias. Guía del entrenador y cuaderno de auto-diagnóstico. Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces.