

Laboratorio remoto aplicado a la educación superior

JON AZCONA ESTEBAN, GONZALO GABRIEL BONILLA BRAVO, WILLIAN JAVIER OCAMPO PAZOS Y LUIS JAVIER ULLOA MENESES

RESUMEN: En la actualidad la experimentación es indispensable en el proceso educativo. El alto coste de la implementación de laboratorios físicos y su limitada disponibilidad horaria son factores que se podrían reducir considerablemente mediante la implementación de laboratorios remotos. En el área de sistemas de control las soluciones disponibles solo se centran en la modificación de parámetros y captura de medidas. El Arduilab que se propone dará acceso total a la unidad de control del experimento ampliando los posibles escenarios de prueba con un coste mínimo.

PALABRAS CLAVE: Tecnologías de la Información y Comunicación; Software de código abierto; Hardware libre; STEM.

HISTORIA DEL ARTÍCULO: Recibido: 7–diciembre–2018 | Aceptado: 14–enero–2019.

EDUCACIÓN STEM

La educación STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) combina la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas dando como resultado un enfoque interdisciplinario que ayuda notablemente en el proceso de enseñanza aprendizaje, teniendo como última fase de esta metodología la experimentación, por lo tanto, el entorno de un laboratorio remoto sería posible. Con las habilidades STEM se pretende desarrollar el emprendimiento, la innovación y la competitividad entre los estudiantes, mejorando notablemente su inserción laboral en un mundo de tecnología cada vez más avanzado (Uzcanga, Gómez, y Duque 2015). Un ejemplo de ello es Fundación Telefónica que cree en la importancia que tiene esta herramienta. Gracias a su enfoque de integración de conocimientos que ofrece a los alumnos la oportunidad de desplegar las competencias necesarias en los retos actuales como el trabajo en la resolución de problemas, que posibilita el desarrollo del pensamiento crítico dentro de la ciencia y la tecnología. La educación STEM es una manera de preparación para los nuevos retos que vendrán en un futuro próximo y es primordial, el saber cómo enfrentarlos (Fundación Telefónica 2017).

EXPERIMENTACIÓN EN STEM

La experimentación es la parte más importante en la educación STEM debido a que en esta fase el estudiante aplica sus conocimientos teóricos adquiridos en el aula a una aplicación real, donde se desarrollan todos los niveles cognitivos. El avance en el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación está consiguiendo estrechar cada vez más la brecha que existe entre el ser humano y la máquina; dando pie a una mejor integración

Jon Azcona Esteban (✉)
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Santo Domingo, Ecuador
aej@pucesd.edu.ec



entre ambos entes. En ingeniería es preciso disponer de herramientas necesarias que faciliten la comprensión del funcionamiento, por ello la experimentación práctica dentro de un laboratorio es fundamental para el porvenir del estudiante.

Cuando no es posible la creación de laboratorios físicos por diversos factores como por ejemplo: elevado costo de implementación y mantenimiento, disponibilidad sujeta a un horario, alta demanda del local, entre otros requisitos, se exploran soluciones que sean adecuadas al contexto de la institución educativa. Los primeros laboratorios remotos fueron el caso de iLabs, creado por el MIT de Massachusetts (MIT iCampus 2017) o el de WebLab Deusto, en España (García-Zubia et al. 2009, 4757 – 4767).

Un laboratorio remoto es un recurso valioso desde la perspectiva didáctica, se puede distinguir su potencial para constituirse en una herramienta útil para el aprendizaje y la formación científica tecnológica de los futuros profesionales. Mediante el desarrollo de prácticas con este tipo de laboratorios, los estudiantes operan de manera simultánea dispositivos reales guiándose por una interfaz con un mismo equipamiento.

El artículo de (Kalúz et al. 2015, 2–3) describe las diferentes arquitecturas utilizadas en la literatura y las clasifica en las siguientes categorías:

1. Cliente – servidor con software de control – dispositivo experimental: En este tipo de arquitectura se usa una comunicación directa, por ejemplo, comunicación serie o USB, entre el servidor y el dispositivo a controlar, por lo tanto, el servidor debe de estar equipado con el software adecuado para controlar la comunicación entre el cliente y el dispositivo a controlar. Su principal ventaja es su baja complejidad para su implementación que disminuye el tiempo de desarrollo, por el contrario, su desventaja es el alto coste de las licencias del software MATLAB y LabVIEW.
2. Cliente – servidor con software de control – dispositivo de adquisición de datos (DAQ) – dispositivo experimental: Esta arquitectura es similar a la primera y se utiliza en las situaciones en la que es imposible interconectar directamente el servidor y el dispositivo a controlar. El hardware DAQ reduce los requisitos de procesamiento de señales en el servidor, pero incrementa el coste de la solución final.
3. Cliente – servidor proxy – nodos (PC + unidad de control) – dispositivo experimental: Este tipo proporciona una mayor capacidad de conexión de dispositivos experimentales. El servidor proxy se encarga de las diferentes conexiones entre los diferentes clientes y los diferentes experimentos.
4. Cliente – servidor con sistema SCADA – unidad de control – dispositivo experimental: Esta arquitectura es la más usada en la industria que reduce tanto el tiempo como el tiempo de desarrollo, pero incrementa el coste total al utilizar hardware y software comercial.
5. Cliente – servidor/microPC – placa electrónica programable – dispositivo experimental: La aparición en los últimos años del hardware libre, siendo las más populares Rasperry Pi y Arduino, ha reducido ampliamente el coste frente a las arquitecturas descritas anteriormente. Inicialmente el tiempo de desarrollo era grande pero la gran comunidad de soporte de hardware y software libre ha solventado este inconveniente.

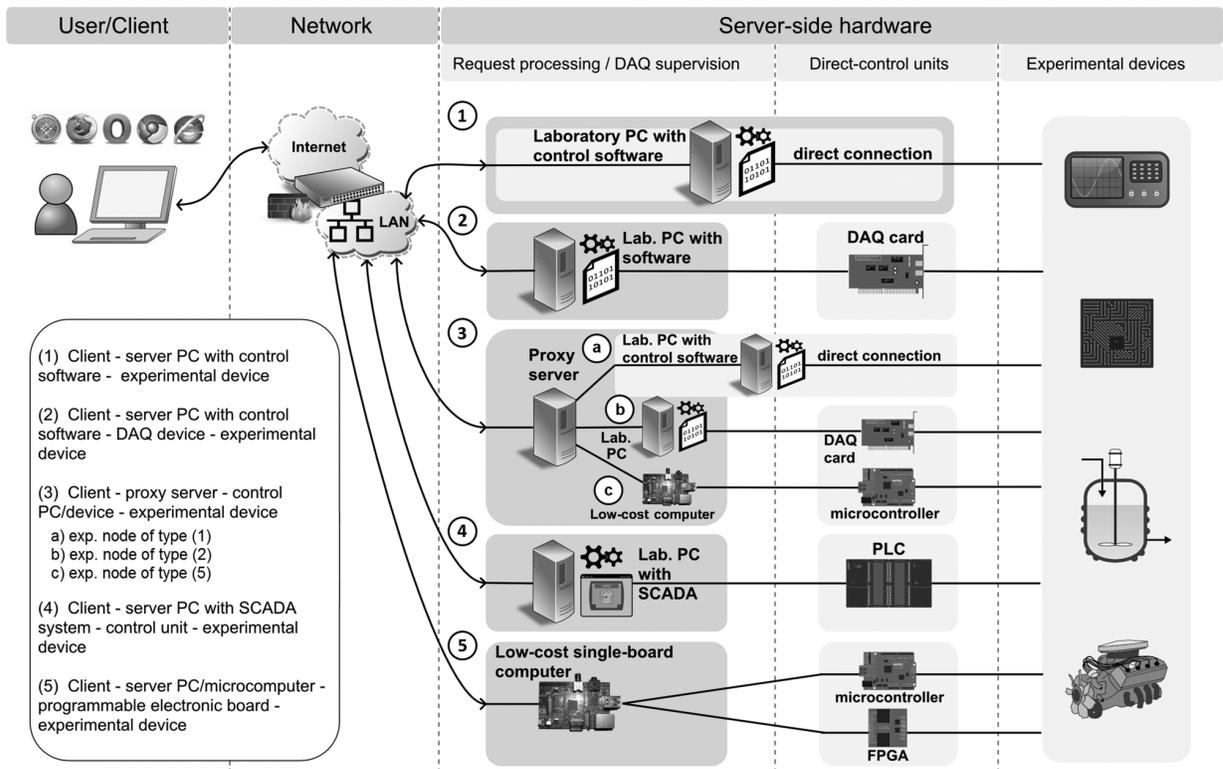


Figura 1. Resumen de los diferentes tipos de arquitectura (Kalúz 2015)

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO REMOTO

La interacción del cliente con el dispositivo experimental en la gran mayoría de los laboratorios remotos revisados en la literatura consiste en la variación de ciertos parámetros del experimento y la adquisición de los datos obtenidos, limitando la interacción de los estudiantes.

Por lo tanto, la propuesta es el desarrollo de un laboratorio remoto, de bajo coste, utilizando hardware y software libre, generalista. Es decir, el estudiante podrá cargar el programa completo que controlará el dispositivo de pruebas dándole total libertad de experimentación. Además, para el docente se le amplía el área del conocimiento técnico a aplicar y los posibles escenarios a experimentar.

Se propone un prototipo de laboratorio remoto controlado a través de una interfaz web (actuando como servidor web una Raspberry Pi 3) y que éste a su vez, maneje dispositivos electrónicos mediante una placa controladora Arduino, pudiendo realizar prácticas específicas. El laboratorio gestionará la conexión simultánea de varios usuarios mediante un sistema de colas asignando un tiempo específico de ejecución a cada uno. Por motivos de seguridad, el sistema web verificará la consistencia del código enviado por el usuario.

En resumen, gracias a que se logra una total interacción entre el hardware y el software, los resultados de las experimentaciones pueden ser apreciados en tiempo real, despertando el interés de los estudiantes, cumpliendo la metodología educativa STEM y desarrollando todos los niveles cognitivos. Cuando esté implementado online Arduilab estará disponible 24/7 y se podrá monitorizar los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

REFERENCIAS

- García-Zubia, Javier, Pablo Orduña, Diego López-de-Ipiña, and Gustavo R. Alves (2009). «Addressing Software Impact in the Design of Remote Laboratories». *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 56, no. 12: pp. 4757–4767. <https://doi.org/10.1109/TIE.2009.2026368>
- Kalúz, Martin, Javier García-Zubia, Miroslav Fikar, and Lubos Cirka (2015). «A Flexible and Configurable Architecture for Automatic Control Remote Laboratories». *IEEE Transactions on Learning Technologies* 8, no. 3: pp. 299–310. <https://doi.org/10.1109/TLT.2015.2389251>
- Fundación Telefónica (2017). «La educación STEM, la educación del siglo XXI». <http://fundaciontelefonica.com.ec/2017/04/18/la-educacion-stem-la-educacion-del-siglo-xxi/>.
- MIT iCampus (2017). «iLabs». <http://icampus.mit.edu/projects/ilabs/>.
- Uzcanga, Izaskun, Margarita Gómez, and Mauricio Duque. 2015. «Llevando las Ciencias, la Ingeniería, la Tecnología y la Matemática a la Escuela: Pequeños Científicos». *13th LACCEI Annual International Conference: «Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?»*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.084>



JON AZCONA ESTEBAN

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede
Santo Domingo, Ecuador
(✉) aej@pucesd.edu.ec

[iD https://orcid.org/0000-0002-7325-9553](https://orcid.org/0000-0002-7325-9553)

GONZALO GABRIEL BONILLA BRAVO

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Santo
Domingo, Ecuador
(✉) ggbonillab@pucesd.edu.ec

HUGO FERNANDO ABRIL PIEDRA

Universidad Nacional de Educación, Ecuador
(✉) hugo.abril@unae.edu.ec

[iD https://orcid.org/0000-0003-1746-5317](https://orcid.org/0000-0003-1746-5317)

WILLIAN JAVIER OCAMPO PAZOS

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Santo
Domingo, Ecuador

(✉) opwj@pucesd.edu.ec

[iD https://orcid.org/0000-0002-1100-2859](https://orcid.org/0000-0002-1100-2859)

LUIS JAVIER ULLOA MENESES

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede
Santo Domingo, Ecuador
(✉) umlj@pucesd.edu.ec

[iD https://orcid.org/0000-0003-1568-1665](https://orcid.org/0000-0003-1568-1665)