

## **La efectividad del uso de simuladores para la construcción de conocimiento en un contexto MOOC**

Mónica de la Roca<sup>1\*</sup>, Miguel Morales Chan<sup>1</sup>, Héctor R. Amado-Salvatierra<sup>1</sup>,  
Roberto Barchino Plata<sup>2</sup>, Rocael Hernández-Rizzardini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Galileo, Ciudad de Guatemala, Guatemala

<sup>2</sup> Universidad de Alcalá, Madrid, Spain

\*Corresponding author: monica\_dlr@galileo.edu

**Resumen.** En cursos de electrónica básica la práctica es fundamental para desarrollar conocimiento y habilidades. En clases presenciales esta necesidad se puede suplir con la asistencia a laboratorios debidamente equipados. Sin embargo, cuando el curso está en formato MOOC, se deben plantear alternativas que brinden al estudiante la posibilidad de llevar a cabo esta práctica y hagan del aprendizaje una experiencia significativa, motivadora y práctica. Este artículo presenta un ejemplo exitoso de integración de un simulador de circuitos en las actividades de aprendizaje de un MOOC. Los resultados de la primera edición muestran una evaluación muy positiva de la utilidad de este tipo de herramienta y como ésta puede apoyar a los estudiantes en su formación, brindándoles la oportunidad de practicar y experimentar lo aprendido en cada tema.

**Abstract.** In basic electronic courses the practical part is essential to develop knowledge and skills. In face-to-face classes this need can be met with the assistance of properly equipped laboratories. However, when the course is in a MOOC format, alternatives should be considered to offer the student the possibility of carrying out this practical part and make learning a meaningful, motivating and applied experience. This paper presents a successful example of integrating a circuit simulator into the learning activities of a MOOC. The results of the first edition show a very positive evaluation of the usefulness of this type of tool and how it can support students in their training, giving them the opportunity to practice and experience what they have learned in each subject.

**Palabras Clave:** Simuladores web, MOOC, Electricidad

### **1 Introducción**

En los últimos años, la simulación por computadora ha sido ampliamente utilizada en áreas como investigación, aviación y programación. Sin embargo, la continua evolución de las tecnologías de la información y comunicación. Ha permitido el desarrollo de simuladores con mejores y mayores funcionalidades, accesibles y capaces de integrarse con otros sistemas.

El campo de la educación no ha sido indiferente al beneficio e impacto que el uso de simuladores puede tener en sus procesos de enseñanza-aprendizaje. Un simulador ayuda a los estudiantes a ver relaciones complejas que de otro modo involucrarían equipo costoso o experimentos que al no estar controlados podrían ser inseguros.

Provee a los estudiantes nuevos y mejores métodos para resolver problemas y lo más importante; proporciona a los estudiantes un entrenamiento y desarrollo de habilidades en diferentes áreas profesionales [1].

En cursos de electrónica y programación la práctica es fundamental, si la enseñanza se centra solo en aspectos teóricos puede volverse insuficiente y en ocasiones ineficiente [2]. Uno de los principales dilemas en estas disciplinas es cómo ayudar a los estudiantes a que hagan la conexión entre teoría y práctica. Cómo lograr que un curso sea más pragmático y por ende motive el aprendizaje en los estudiantes [3].

En un curso masivo y en línea (MOOC) esta necesidad se vuelve aún más evidente y se hace necesario el uso de herramientas que permitan al estudiante obtener no solo una formación teórica, sino también, una formación más práctica y experimental en cada tema.

Esto representa un reto en el diseño del MOOC, ya que se debe romper con un esquema típico en el cual la secuencia de aprendizaje, por lo general, es una serie de videos con un cuestionario al final. Y apostar por una estructura que considere la integración de actividades que permitan la práctica, reflexión, interactividad y la libertad al usuario de experimentar lo aprendido, en un ambiente controlado, fácil, motivador y que aporte significativamente al logro de sus metas de aprendizaje.

Este artículo describe el diseño e implementación de actividades de aprendizaje integrando un simulador de circuitos en el MOOC “Introducción a los circuitos eléctricos”, desarrollado por Universidad Galileo y desplegado sobre la plataforma edX. El estudio muestra cómo el simulador ayudó a los estudiantes en la construcción de conocimiento y cuál fue su percepción e intención de uso hacia este tipo de herramienta, durante y posterior al MOOC.

La organización de este artículo es la siguiente:

- La Sección 2 presenta el marco teórico que se utilizó como referencia de la literatura revisada sobre simuladores, MOOCs y herramientas basadas en la nube (CBT's).
- La Sección 3 describe las características generales del curso “Introducción a los circuitos eléctricos”.
- La sección 4 describe el diseño de las actividades de aprendizaje y la integración de diferentes herramientas de apoyo.
- La Sección 5 presenta los resultados de una encuesta que evalúa el impacto y la intención de uso del simulador.
- Y finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones y futuras líneas de investigación.

## **2 Marco Teórico**

Un estudiante aprende mejor y se siente más motivado a alcanzar sus metas cuando toma un rol más activo en su aprendizaje. Proveer de oportunidades a los estudiantes para que practiquen, creen y reflexionen lo aprendido en el material de estudio es parte de un aprendizaje activo.

Que tiene como objetivo mejorar el rendimiento del estudiante y desarrollar en éstos las competencias y habilidades que necesita para obtener una mejor nota al final de un curso [4].

## **2.1 Simuladores de circuitos eléctricos**

Un simulador permite replicar el comportamiento de un dispositivo o circuito electrónico real, a través de uso de modelos matemáticos.

Es una herramienta de análisis muy útil, rápida, segura, económica y sin complicaciones de hacer pruebas de un circuito. Para entender su funcionamiento y observar resultados antes de hacer un prototipo. Este tipo de software de simulación por sus ventajas actualmente está siendo ampliamente utilizado en el área de electrónica por instituciones educativas e industria [5].

Durante el uso de un simulador de circuitos electrónicos el estudiante debe analizar, sintetizar, organizar y evaluar un circuito. Lo que provoca que construya su propio conocimiento. Se podría decir también que un simulador se enfoca en el estilo de aprendizaje visual, cinestésico y motriz del estudiante [6].

Dentro de las ventajas de usar un simulador de circuitos electrónicos se puede mencionar:

1. Es más fácil y rápido construir un circuito en un simulador que en la vida real.
2. Permite al estudiante modificar los parámetros, es fácil de ajustar y mejorar.
3. Es un ambiente controlado y seguro, sino funciona no hay problema se ajusta y se vuelve a intentar.
4. Permite identificar y eliminar fallas que pueden afectar los resultados esperados
5. Se accede a cualquier nodo del circuito con un clic del mouse, lo que hace que la depuración se lleve a cabo más rápido y fácil.
6. Se puede probar los componentes que físicamente no se tienen
7. Para el estudiante es más fácil y rápido comprender y descubrir la solución de problemas relacionados a circuitos eléctricos, y hacer el match entre teoría y práctica.

En el caso de la electrónica, la simulación también ahorra tiempo y dinero en comparación a la producción real de circuitos y equipos experimentales, permitiendo comprobar el funcionamiento y evaluar el impacto de los circuitos a través de diferentes pruebas.

## **2.2 Curso Masivo y en Línea (MOOC)**

Un MOOC se define como un curso diseñado para ser impartido a través de una plataforma web. Los contenidos son en un 80% videos y actividades de aprendizaje auto-didactas, con fuertes elementos de colaboración, interacción y revisión entre pares. Una de las principales características de este tipo de cursos, es la participación masiva, debido a la escalabilidad de su infraestructura, inscripción gratuita, no tienen requisitos

de ingreso. Aunque en algunos casos, se especifican los conocimientos con los que el estudiante debería contar y la versatilidad en los temas de estudio [7].

Típicamente un MOOC cuenta con un temario, material de estudio conformado en un 80% por videos explicativos con una duración de 8 a 10 minutos, tareas, cuestionarios, autoevaluaciones o lecturas que van dirigidos a comprobar la comprensión del material, evaluaciones entre pares y exámenes parciales o final que evalúan el logro de los objetivos de aprendizaje.

Se conocen dos tipos de MOOC -cMOOC y xMOOC- nombrados así por su enfoque pedagógico y modelo organizacional. Los cMOOC guiados por una teoría conectivista, desarrollan la comprensión y el conocimiento del estudiante, con actividades de aprendizaje colaborativas, interactivas y sociales además de proyectos conjuntos, todo gira alrededor del estudiante. Es una aproximación pedagógica centrada en éste. Los xMOOC se estructuran en torno a conferencias. El profesor es el principal actor en todo el proceso de enseñanza, se basa en una teoría conductista [8].

Existen varias plataformas que ofrecen cursos MOOC, entre las más conocidas están: edX, Coursera, Udacity y Khan Academy, son organizaciones sin ánimo de lucro que ofrecen más de 1000 cursos en su sitio web.

Generalmente trabajan con universidades y organizaciones de reconocido prestigio a nivel mundial para ofrecer cursos de una alta calidad y en línea con las necesidades de la sociedad actual que ponen a disposición de estudiantes de todo el mundo [9].

La inscripción a un curso de este tipo suele ser un proceso sencillo donde se solicita al participante su nombre y cuenta de correo.

A la mayoría de los cursos se puede acceder de forma gratuita u obtener un certificado verificado por una tarifa que cambia según el curso. Los certificados verificados son una buena forma de mostrar las habilidades y conocimientos adquiridos.

### ***2.3 Herramientas basadas en la nube (CBTs)***

Las CBT son herramientas interactivas, que promueven la colaboración, creación, publicación y diseminación de contenidos, se les conoce como herramientas Web 2.0. Gracias a la tecnología de computación en la nube (cloud computing) que utilizan, pueden llegar a un mayor número de usuarios [10].

El diseño de actividades de aprendizaje con CBT potencializa las habilidades cognitivas, como la creación, el análisis y la evaluación. En un curso, las actividades de aprendizaje que promueven la colaboración, interactividad, compartir ideas entre pares y la comunidad, son más atractivas, motivan y ayudan a los estudiantes a alcanzar sus objetivos de aprendizaje [11].

La mayoría de ellas son:

- Una versión gratuita y de pago
- Accesibles, fáciles de usar e implementar
- Promueven la participación y colaboración
- Fomentan el sentido de comunidad

La abundancia de CBTs está permitiendo que los MOOCs puedan incorporar una variedad de actividades de aprendizaje. Haciendo más fácil, motivador e interactivo para los estudiantes aprender. Este tipo de actividades diseñadas con herramientas en la nube también permiten el desarrollo de la competencia digital en los estudiantes. Ya que potencia habilidades de orden superior como análisis, evaluación y creación [12].

### **3 Estructura del MOOC**

Profesores de la Facultad de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación en conjunto con el Departamento de Investigación y Desarrollo GES de Universidad Galileo.

Desarrollaron a principios del 2018 un curso de electrónica que trata la teoría básica de circuitos eléctricos en corriente directa (también conocida como corriente continua), un sólido conocimiento de esta teoría es fundamental para diseñar y desarrollar aplicaciones de hardware analógico y digital.

El propósito del curso es que el estudiante entienda claramente cómo funcionan los circuitos manteniendo un modelo simple con resistores y fuentes de voltaje, que le permitan analizar fácilmente circuitos con componentes que aportan una mayor funcionalidad, como transistores, amplificadores operacionales y circuitos digitales.

El MOOC se impartió de abril a mayo del 2018 en español, en la plataforma edX y contó con más de 2,800 inscritos. El curso tiene una duración de 5 semanas (cinco lecciones), con una carga académica estimada para el estudiante de 6-8 horas por lección.

Los videos son una parte importante del curso (cuentan con transcripción en español). Sin embargo, el MOOC se diseñó bajo un enfoque constructivista y pragmático, por lo que las actividades que hacen uso del simulador de circuitos y CBTs, tienen un papel preponderante y constituyen la columna vertebral del curso.

Cada lección sigue una secuencia instruccional consistente en videos, actividades interactivas, un laboratorio y cuestionarios, éstos dos últimos son actividades sumativas, que se utilizan para calcular la calificación final de los estudiantes en el curso.

La alineación de estos componentes en cada lección asegura una estructura internamente, consistente en ayudar a los estudiantes a lograr sus objetivos de aprendizaje. En general, el contenido del curso se desarrolla de manera progresiva.

Se inicia con temas básicos y conforme se avanza se llega a los temas más complejos.

Participantes de 59 países se registraron en el curso. El país con mayor número de inscripciones fue México 19%, seguido de España 13%, Guatemala 11%, Colombia 9.4% y Ecuador en quinto lugar con 7.5%.

El 41.8% de los participantes tiene edades comprendidas entre los 26 y 40 años, la media de edad fue 30 años. El 50.4% de los participantes posee un título universitario, el 15.6% un título universitario superior y el 29.2% escuela secundaria o menor.

#### **4 Diseño de las actividades de aprendizaje del MOOC y las herramientas de apoyo.**

Un MOOC demanda del estudiante una inversión significativa de tiempo y esfuerzo, prácticamente éste debe volverse autodidacta en un entorno de aprendizaje completamente virtual y con poco acompañamiento de un profesor [13].

Esto representa un reto para los diseñadores instruccionales en un MOOC, ya que de alguna forma deben lograr apelar a la motivación intrínseca de los estudiantes. [14] Para que éstos saquen el mejor provecho de las actividades.

Cuando se trata de aprender un tema como "circuitos eléctricos" los estudiantes deberían tener la posibilidad primero, de observar el comportamiento y los resultados de un circuito bajo las condiciones dadas, segundo al hacer cambios o modificaciones en las condiciones dadas observar de nuevo el comportamiento y los resultados obtenidos. Sin esta posibilidad, es más difícil para los estudiantes adquirir y desarrollar las competencias que exige la materia. Resolver problemas de circuitos eléctricos requiere de los estudiantes análisis, reflexión y creatividad. Varios estudios demuestran que la experiencia de aprendizaje del estudiante se puede mejorar cuando se agregan componentes prácticos como laboratorios y aplicaciones prácticas.

Una de las maneras de incrementar la motivación del estudiante en un MOOC es aplicar un enfoque "aprender-haciendo". Este método permite a los estudiantes adquirir el conocimiento al hacer o replicar los problemas por ellos mismos [15]. Los estudiantes experimentan con diferentes escenarios y aprenden cómo los conceptos son aplicables en cada caso.

En el curso se desarrollaron tres tipos de actividades, cuestionarios, laboratorios con un simulador de circuitos integrado, y actividades con CBTs. Los cuestionarios plantean problemas de circuitos eléctricos en que a través de un análisis y cálculos los estudiantes deben introducir una respuesta que es validada por el sistema. Ver figura 1.

Los laboratorios por otro lado, hacen uso de un simulador de circuitos, que permite a los estudiantes, en primer lugar, resolver problemas en los cuales pueden monitorear visualmente el circuito, analizar el comportamiento y encontrar la solución al problema planteado. En segundo lugar, los estudiantes pueden diseñar sus propios circuitos, hacer modificaciones y observar los resultados. Ver figura 2.

El simulador de circuitos, integrado en la plataforma edX, permite a los estudiantes utilizar componentes tales como: Fuentes de tensión, condensadores, resistencias y MOSFET en una red interactiva y enviar un análisis de CC, CA o transitorio de su circuito al sistema para calificar. Los estudiantes pueden diseñar y simular circuitos eléctricos con unos pocos clics, solo deben arrastrar componentes en el editor, dibujar las conexiones entre ellos y asignar valores. El circuito se puede acercar, alejar, mover de posición o rotar.

La característica más importante de este tipo de actividad es que el estudiante puede hacer la simulación el número de veces que desee o hasta que tenga claro los conceptos usados en el laboratorio.

La simulación es interactiva, el estudiante puede navegar por el circuito, examinar los valores, modificar valores, hacer nuevas conexiones y agregar o eliminar componentes si es necesario.

Problema #2  
3 points possible (graded)

Para el siguiente circuito utilice el teorema de Thevenin para determinar la corriente  $I_x$  para los siguientes valores de  $R_x$ :  $500\Omega$ ,  $1.2k\Omega$  y  $5k\Omega$ . Indique su respuesta en  $\mu A$ .

Valor de corriente para  $R_x = 500\Omega$   
  $\mu A$

Valor de corriente para  $R_x = 1.2k\Omega$   
  $\mu A$

Valor de corriente para  $R_x = 5k\Omega$   
  $\mu A$

Enviar Ha realizado 0 de 2 intentos

Fig. 1. Ejemplo de un cuestionario

El estudiante puede reproducir los ejemplos dados, solucionar los problemas y laboratorios, o hacer sus propios circuitos llevando a cabo tanto simulaciones simples como muy complejas.

Las actividades con CBTs en su mayoría son actividades que permiten interactuar al estudiante con los video tutoriales, cada cierto tiempo aparecen en el video preguntas de reflexión y análisis que obligan al estudiante a reflexionar seleccionar una respuesta y continuar con la explicación.

En el curso se incluyeron varios tutoriales que explican el uso y funcionamiento del simulador y ejercicios de práctica. Se cuenta con más de 40 ejercicios dosificados en 5 cuestionarios, 5 laboratorios con diferentes niveles de complejidad y actividades que usan herramientas web 2.0 intercaladas en las secuencias de aprendizaje.

## 5 Resultados

El objetivo general de este estudio era determinar la intensidad de uso del simulador por parte de los estudiantes del curso. Como recurso de aprendizaje y práctica, evidenciado principalmente por la creación de conocimiento. Para este propósito, realizamos una encuesta en línea, de 10 preguntas clasificadas en cuatro categorías. La Tabla 1 muestra la estructura de la encuesta y los tipos de preguntas.

Laboratorio 5

1 point possible (graded)

Para el siguiente circuito, determine el equivalente de Thévenin conectado a  $R_L$ . Luego corra la simulación con los valores adecuados para  $V_{Th}$ ,  $R_{Th}$  y  $R_L$ . No modifique la etiqueta, ya que servirá para evaluar su respuesta.

Enviar Ha realizado 0 de 2 intentos

Fig. 2. Laboratorio con el simulador de circuito integrado



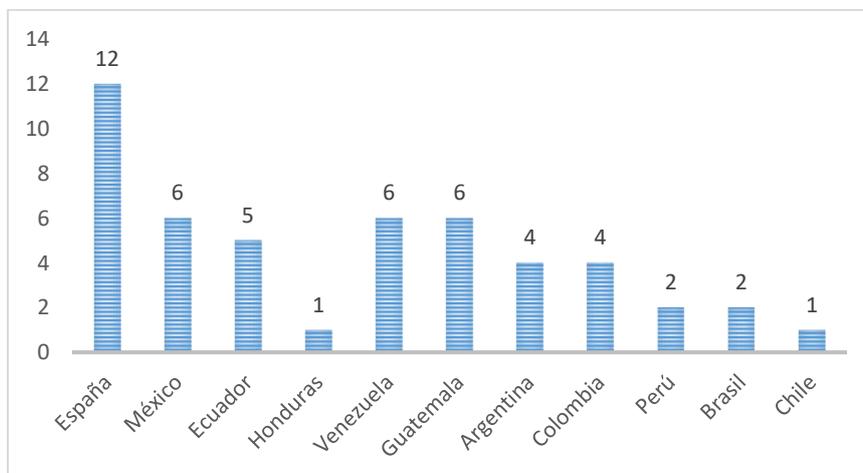
Fig. 3. Ejemplo de actividades de aprendizaje

**Tabla 1.** Conformación de encuesta

Sección	No. de preguntas	Tipos de preguntas
Datos Demográficos	3	Pregunta cerrada
Creación de conocimiento	4	Set de preguntas de opción múltiple usando escala de 5 puntos de Likert (Totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, neutral, de acuerdo, totalmente de acuerdo)
Actitud de uso	1	Pregunta de opción múltiple usando escala de 5 puntos Likert (Totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, neutral, de acuerdo, totalmente de acuerdo)
Intención de uso de la herramienta	2	Set de preguntas de opción múltiple usando escala de 5 puntos Likert (Totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, neutral, de acuerdo, totalmente de acuerdo)

### 5.1 Datos demográficos

La población definida para el presente estudio está basada en el total de estudiantes que completaron el curso con una nota mayor a 70 puntos (83 personas). La muestra obtenida en función de las personas que respondieron esta encuesta fue de 49 estudiantes. La edad promedio de los que respondieron la encuesta fue de 38 años, el 92% eran de género masculino, y el 8% femenino. Países representados en la encuesta:



**Fig. 4.** Datos demográficos

### 5.2 Creación de conocimiento

Una parte relevante del estudio fue evaluar si los participantes consideraban que el uso del simulador favorece la creación de conocimiento. Para dicho propósito se presentó un conjunto de preguntas utilizando una escala de 5 puntos de Likert (siendo 1 = Totalmente en desacuerdo y 5= Totalmente de acuerdo). Los resultados obtenidos fueron:

**Tabla 2.** Resultados sobre la creación de conocimiento

	M	s
¿El uso de este tipo de herramientas (Simulador) te permitió construir conocimiento?	4.39	0.88
¿Crees que el uso del simulador en los laboratorios y ejercicios mejoró tus habilidades en el diseño y solución de problemas relacionados a circuitos eléctricos?	4.49	0.77
¿Consideras que el uso del simulador te ayudó a entender los conceptos de una mejor manera y más fácilmente?	4.49	0.77
¿El uso del simulador te ayudó a comprender la teoría y a aplicar lo aprendido más rápido y con mayor seguridad en lo que hacías?	4.35	0.75

De acuerdo con los resultados obtenidos, los estudiantes consideran que el uso del simulador en el MOOC, fue beneficioso y les ayudó a entender los conceptos y aplicaciones de los circuitos eléctricos de una manera fácil y rápida. Consideran que además desarrollaron otras habilidades y competencias como el diseñar circuitos, manejo de un simulador, solución de problemas con un método diferente al de construir el circuito usando un breadboard.

### 5.3 Actitud de uso

En relación a la actitud de uso, medido por la pregunta ¿Crees que este tipo de entornos de desarrollo integrados (IDE) hacen que el aprendizaje sea más cómodo, eficiente y seguro?, los resultados de la media ( $M=4.65$ ) y la desviación estándar ( $s=0.60$ ) muestran que efectivamente se cumple una de las premisas o beneficios que los simuladores ofrecen y proporcionar al estudiante entornos de pruebas más seguros y eficientes.

### 5.4 Intención de uso

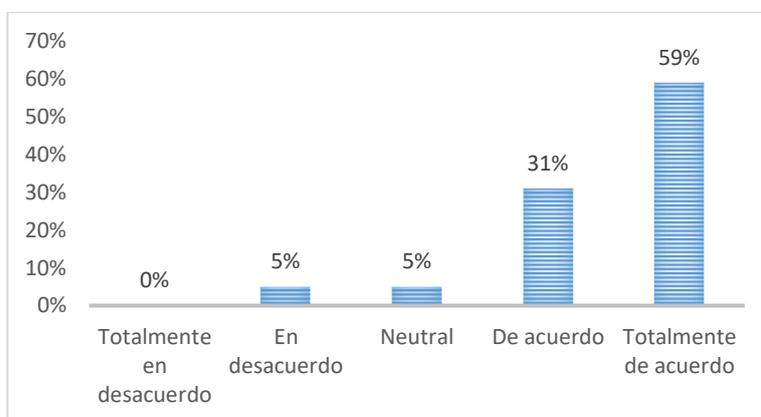
Los resultados que arrojó la pregunta ¿Después de terminar el curso, seguirías utilizando el simulador de circuitos? muestran una intención muy baja de seguir utilizándolo ( $M= 3.06$  y  $s=1.40$ ), sin embargo, es importante hacer notar que la desviación estándar es considerablemente alta, evidenciando respuestas muy dispares.

Con respecto a la pregunta ¿Qué nivel de satisfacción te brindó el uso del simulador en los laboratorios y ejercicios del curso?, los resultados se muestran en la figura 5.

Los resultados muestran un alto grado de satisfacción en cuanto a la inclusión de este tipo de herramientas en el MOOC para hacer más práctico y motivador el aprendizaje.

## 6 Conclusiones y trabajo futuro

La enseñanza de la electrónica a través de un MOOC debe incluir no solo videos y cuestionarios sino también trabajo práctico.



**Fig. 5.** Resultados sobre nivel de satisfacción de utilizar simulador

Los resultados de la encuesta muestran que los estudiantes perciben un beneficio real en la construcción del conocimiento al usar un simulador, así como también, un alto grado de satisfacción al realizar actividades de aprendizaje de este tipo.

Al desarrollar e incluir este tipo de actividades de aprendizaje en un MOOC, se exige del estudiante un rol más activo, cambia el enfoque de lo que el profesor debe enseñar y lo que desea que el estudiante sea capaz de hacer [16].

Por supuesto la inclusión de un simulador no es una garantía de que todos los estudiantes desarrollen las competencias que se espera de ellos. Siempre habrá estudiantes que no estén dispuestos a abandonar su rol pasivo. Sin embargo, diseñar este tipo de actividades con herramientas como un simulador o CBT, especialmente en un MOOC, marcará una clara diferencia para todos aquellos estudiantes que desean aprender y ser artífices de su propio aprendizaje, el resultado será una mejora significativa en su rendimiento académico y profesional.

Como líneas de investigación futura se plantea el evaluar otro tipo de simuladores y herramientas CBTs que se adapten a este tema en particular. Plantear una encuesta que abarque otras áreas como motivación, curva de aprendizaje, condiciones de uso, identificación con la comunidad y finalmente plantear nuevas y mejores estrategias de enseñanza en un MOOC que nos permita alcanzar una tasa de finalización mayor.

**Agradecimientos:** Este artículo ha sido cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea MOOC-Maker (561533-EPP-1-2015-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP)

## Referencias

- [1] Kincaid J.Peter, Westerlund Ken K. Simulation in education and training. Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference. <https://www.informs-sim.org/wsc09papers/024.pdf>

- [2] A. Siddiqui, M. Khan, S. Akhtar, "Supply chain simulator: A scenario-based educational tool to enhance student learning," *Computers & Education*, vol. 51, pp. 252–261, 2008
- [3] C. Yehezkel, W. Yurcik, M. Pearson and D. Armstrong, "Three Simulator Tools for Teaching Computer Architecture: EasyCPU, Little Man Computer, and RTLsim," *ACM Journal of Educational Resources in Computing*, Vol. 1(4), pp. 60-80, 2001.
- [4] Meyer, C., & Jones, T. B. (1993). *Promoting active learning: Strategies for the college classroom*. San Francisco: Jossey-Bass
- [5] OnMyPhD. Circuit Simulation. [http://www.onmyphd.com/?p=circuit.simulation#h2\\_what](http://www.onmyphd.com/?p=circuit.simulation#h2_what)
- [6] George P Banky. Using circuit simulator software in the study of electronic circuit behaviour. *Proceedings of the 2005 ASEE/AaeE 4th Global Colloquium on Engineering Education* Copyright © 2005, Australia. Association for Engineering Education. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.612.8298&rep=rep1&type=pdf>
- [7] Ortiz Gonzáles, Alma. ¿Qué son los MOOC?. Dirección de Educación a Distancia Innovación Educativa (DEDIE). [http://uaqedvirtual.uaq.mx/campusvirtual/ayuda/pluginfile.php/1937/mod\\_resource/content/1/Qu%C3%A9%20es%20un%20MOOC.pdf](http://uaqedvirtual.uaq.mx/campusvirtual/ayuda/pluginfile.php/1937/mod_resource/content/1/Qu%C3%A9%20es%20un%20MOOC.pdf)
- [8] Morales Chan M., De La Roca, M., Alario-Hoyos, C., Barchino Plata, R., Medina J., Hernández Rizzardini, R., (2017). Perceived usefulness and motivation students towards the use of a cloud-based tool to support the learning process in a Java MOOC. *International Conference MOOC-Maker 2017*.
- [9] Reviews. The Best MOOC Platforms of 2018. <https://www.reviews.com/mooc-platforms/>
- [10] Hernandez Rizzardini Roca C. Gütl. (2016). A Cloud-Based Learning Platform: STEM Learning Experiences with New Tools. In *Handbook of Research on Cloud-Based STEM Education for Improved Learning Outcomes* (Vol. 4, pp. 106-122). <http://doi.org/10.4018/978-1-4666-9924-3.ch008>
- [11] Morales, M., Barchino, R., Medina, A., Hernández, R., (2015). Using Cloud-based Tools: A Study of Motivation and Learning Strategies in Latin America, *International Journal of Engineering Education*, 31(4), pp. 901–911.
- [12] De La Roca, M., Morales M., Moreira Teixeira, A., Hernández Rissardini R., Barchino R. MOOCs as a Disruptive Innovation to Develop Digital Competence Teaching: A Micromasters Program edX Experience. *European Journal of Open, Distance and Learning EURODOL*. <http://www.eurodl.org/?p=current&sp=brief&article=771>
- [13] Zheng, S., Rosson, M. B., Shih, P. C., & Carroll, J. M. (2015). Understanding student motivation, behaviors and perceptions in MOOCs. In *Proceedings of the 18th ACM conference on computer supported cooperative work & social computing* (pp. 1882-1895). ACM.
- [14] Alario-Hoyos, C., Estévez-Ayres, I., Pérez-Sanagustín, M., Kloos, C. D., & Fernández-Panadero, C. (2017). Understanding Learners' Motivation and Learning Strategies in MOOCs. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(3), 119-137.
- [15] Iniesto, F. (2017). User-centered design strategies for massive open online courses (MOOCs), *Open Learning*, 32(2), 188-190.
- [16] M. Morales, R. Hernandez, R. Barchino, J.A. Medina MOOC using cloud-based tools: A study of motivation and learning strategies in Latin America *International Journal of Engineering Education*, 31 (3) (2015), pp. 901-911