

## Utilización e impacto de simuladores en la enseñanza de Electrónica

### Utilization and impact of simulators in Electronics Education

**Rafael Leonardo Jiménez Álvarez**

Maestro en Administración Financiera

Docente investigador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Universidad Católica de El Salvador, El Salvador

Email: rafael.jimenez@catolica.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7530-5250>

DOI: <https://doi.org/10.5377/aiunicaes.v12i1.16628>

**Fecha de recepción:** 21-12-2022

**Fecha de aceptación:** 21-01-2023

### Resumen

Los simuladores en la enseñanza de la electrónica son un gran soporte al ser herramientas modernas, de gran utilidad y mucha eficiencia. Los simuladores permiten la comprensión del funcionamiento de los componentes sin incurrir en la compra de equipo, algunas veces costoso, y con la ventaja que no hay daños de estos, facilitando creación, corrección y manipulación de circuitos complejos. La utilización de simuladores debe ser comprendida como un paso adicional en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la electrónica, mismo proceso que debe ser completado con la práctica tradicional en talleres con implementos técnicos necesarios que den validez a la creación de competencias en esta área específica. Se proponen algunos equipos básicos para la instalación del Taller de Electrónica, con aquellos aditamentos que permitan las mediciones necesarias en el proceso de construcción de circuitos, que permitan llevar a la práctica lo que ya ha sido teorizado y simulado.

**Palabras clave:** Simulador, electrónica, tecnología electrónica, equipamiento electrónico

### Abstract

Simulators in electronics education serve as valuable and efficient modern tools, facilitating the understanding of component functions without the need for costly equipment or risking damage. Simulators enable the creation, correction, and manipulation of complex circuits, complementing traditional practice in workshops with necessary technical implements that validate competency development in this specific field. This research suggests essential equipment for setting up an Electronics Workshop, including additional tools for required measurements during circuit construction to bridge theory, simulation, and practical application.

**Keywords:** Simulator, electronics, electronic technology, electronic equipment.

## 1. Introducción

La inmersión en un mundo tecnológico altamente cambiante y evolutivo, trae consigo la actualización de los procesos formativos y propone – más bien exige – una actualización metodológica que propicie la búsqueda de la calidad y mejora del mismo proceso para la adquisición de competencias que sean de utilidad para la vida profesional.

Ante esta realidad y tomando como base el desarrollo de la tecnología y la comunicación:

Las estrategias de enseñanza que introducen en forma intencional entornos interactivos (ya sea a través de soportes hipermediales, simulaciones, micromundos tecnológicos, plataformas virtuales, etc.) estarían dando cuenta de la necesidad de generar nuevas dimensiones para el análisis de las relaciones entre didáctica, tecnología y conocimiento. (Lion, 2018, párr. 1)

El nuevo modelo educativo, es el resultado de la influencia de la tecnología en la sociedad y concretamente en los jóvenes; cuya característica principal es que son multitasking, la educación debe tener una relación de ubicuidad, presente en la sociedad de la información (Escamilla, 2013), debe considerar ampliar los entornos de aprendizaje con la vinculación de herramientas tecnológicas que satisfagan las expectativas de universalidad y que logren que el estudiante, multitareas, pueda sentirse cómodo y consiga prestar atención ante los conocimientos que se le comparten.

Al integrar herramientas de software, se busca complementariedad de conocimiento, se enriquece con herramientas informáticas disponibles para simular ambientes que funcionan como emulación de lo real. El proceso educativo en la enseñanza de la electrónica ya no es solo en dos etapas: teoría y práctica, se amplía a un proceso de tres niveles: teoría, simulación y práctica.

Los simuladores, como medio de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, se utilizan concretamente desde 1957 cuando la American Management Association utilizó la primera simulación gerencial, pero trascendieron a otros ámbitos, incluyendo el académico, porque fueron considerados una forma de optimizar el aprendizaje y la aplicación de la teoría. (Guzmán Duque y Del Moral Pérez, 2018)

## 2. Desarrollo

Las pautas para el diseño metodológico en las disciplinas tecnológicas parte de dos modelos educativos: el primero de ellos es el Modelo Cognitivo, que se centra en la percepción, atención, aprendizaje y memoria. El segundo, el Modelo Conductista, tiene como meta principal pasar a la conducta operativa, evalúa el grado de conocimiento adquirido con una visión más práctica. Esto incluye: entrenamiento directo, se enfoca en autocontrol y realimentación sensorial para modificar la propia estrategia de aprendizaje, lo cual persigue estrategias de aprendizaje más efectivas. (Laborí de la Nuez & Oleagordia Aguirre, 2001)

Rodríguez Muñoz (2014), advierte la importante vinculación que existe entre la teoría y la práctica en los procesos de enseñanza, especialmente en las ciencias técnicas. Este proceso debe ser adaptado a las particularidades específicas de la asignatura, se debe propiciar el trabajo científico metodológico, que sirva como base que cohesione y unifique el proceso.

Esta metodología con actividades prácticas respaldando a lo teórico es apoyada por Araujo *et al* (2022), integra la enseñanza fundada en la teoría, con la aplicación del aprendizaje basado en proyectos, siendo una de las formas más interesantes de aplicación en las carreras técnicas. El estudiante desarrolla nuevas capacidades que le preparan para el mundo laboral, desarrolla competencias tales como: capacidad de acopio de requisitos, autorregulación y compromiso, cooperación y trabajo grupal, y enfoques interdisciplinarios.

El estudio de Tisza *et al* (2020) advierte que se busca la interacción entre el docente y el estudiante, para la comprensión del dispositivo, es un salto cualitativo. Hinojosa *et al* (2020), proponen un método que garantice la adecuada enseñanza de la electrónica, que cuente con la definición de objetivos según las competencias curriculares deseadas, desarrolle una serie de actividades en las que se propongan técnicas y recursos didácticos útiles, así como un sistema de evaluación eficiente, con un enfoque científico, lecturas teóricas, prácticas, tutorías, trabajos especializados como proyectos de graduación y actividades complementarias para

verificar el grado de aprendizaje conseguido por los estudiantes. Exige un involucramiento más amplio del docente.

Los talleres físicos brindan las herramientas para resolver problemas, configuración de equipos, observaciones y retroalimentación. Los laboratorios virtuales median el acceso a través de una interfaz gráfica proporciona posibilidades adicionales dando mayor flexibilidad y capacidad para adaptarse a la realidad. Se puede eliminar la información confusa, se pueden ajustar las escalas de tiempo y se pueden explorar fenómenos no observables, como voltajes y corrientes eléctricas en puntos arbitrarios del circuito. (Altalbe, 2018)

Una propuesta metodológica para los laboratorios de ciencias es el modelo SLID (Science Laboratory Instructional Design), especifica el flujo de procedimientos que los instructores pueden usar para diseñar las directrices para los modelados de laboratorio:

- 1. Planificación de laboratorio:** la formación de grupos y las precauciones de seguridad son los dos sub-pasos de esta fase.
- 2. Ejecución-orientación-evaluación:** los estudiantes están activos; el trabajo de laboratorio se ejecuta bajo la guía del instructor, quien evalúa el desempeño de los estudiantes.
- 3. Evaluación de laboratorio:** una actividad práctica termina con un informe, los estudiantes preparan el informe de en casa, este informe se utiliza para evaluar a los alumnos de forma sumativa.

**4. Realimentación:** cuando se realiza el trabajo se observa el desempeño y se revisan los informes el instructor puede corregir y reorganizar algunos pasos. (Balta, 2015)

#### **Calidad de la enseñanza en talleres de electrónica**

Para Yao (2016), la esencia de la educación radica en la actividad que se realiza entre los estudiantes y los docentes, implica una transmisión y recepción de conocimientos y experiencias.

Rodríguez Arocho (2010) incluye en su visión de calidad educativa, la participación de los estudiantes, los docentes y las instituciones, remite el aseguramiento de la calidad a organismos de certificación y de acreditación nacional e internacional que crean los mecanismos que evitan las desviaciones de los estándares de calidad.

Para el aseguramiento de la calidad educativa, influyen de forma determinante las competencias docentes, la disposición de los estudiantes y las perspectivas institucionales sobre los cuáles se crean y adaptan programas y metodologías para la enseñanza de cualquier asignatura.

Para muchos, el rendimiento académico, tiene una connotación de 'calificación', se pondera desde el punto de vista de las notas obtenidas en el curso. Centrar la calidad solo en rendimiento visto desde el punto de vista 'notas' o 'calificaciones' es demasiado reduccionista, se distancia de otros criterios de evaluación que deben presentarse en el proceso educativo. El rendimiento académico es una noción multicausal, necesita la explicación

de los distintos factores que intervienen en el proceso de aprendizaje:

- 1. Determinantes personales:** competencias de carácter individual, como el condicionamiento cognitivo vinculado con la selección, organización y elaboración del aprendizaje por el lado del estudiante.
- 2. Determinantes sociales:** En ella se enmarca el entorno familiar, el contexto socioeconómico, entre otras.
- 3. Determinantes institucionales:** metodología docente, horarios, cantidad de estudiantes por docente, dificultad de la asignatura. (Garbanzo Vargas, 2007)

Lo anterior pone de manifiesto la complejidad en el análisis del rendimiento y cómo su relación con la calidad académica es enormemente determinista, ya que depende de la interacción de la realidad individual del estudiante, el contexto social y el soporte institucional.

Cuando se trata la enseñanza de la electrónica, se adentra en asignaturas de carácter técnico, se espera la generación de competencias, una formación con impacto productivo, implica autogestión, autonomía y el compromiso con los resultados de calidad en los procesos para obtener el producto esperado, incluye la mejora continua y el compromiso por el perfeccionamiento de la técnica, la capacidad para resolver problemas, cumplir objetivos y la demostración de capacidades (Donoso & Corvolán, 2012)

Las competencias pueden ser medidas por medio de: prueba objetiva, evidencia de competencias,

observación, simulación y seguridad en el trabajo. En este proceso, la simulación puede servir de aliado para el mejoramiento de técnicas de diagnóstico, tratamiento y resolución de problemas, mejora las facultades de los estudiantes; en el caso de la evaluación, presenta dilemas que pueden ser abordados por los estudiantes y que podrán ser solucionados por medio de sus habilidades, podrán tener certidumbre del funcionamiento, desarrollar suposiciones comprobables por la simulación y con ello obtienen conclusiones cercanas a la realidad. (Giadrosic, Torres, & Sandoval, 2016)

Los simuladores al ser aplicados y utilizados de forma correcta, ofrece muchas ventajas para la adquisición de competencias: favorece el aprendizaje por descubrimiento, es posible comprobar lo aprendido, ejercita al estudiante de forma independiente, permite la reproducibilidad de forma ilimitada, fomenta la creatividad, ahorra tiempo y dinero, y facilita la autoevaluación. (Cabero-Almenara & Costas, 2016)

La UNESCO (2021), mira en los simuladores una fuente de innovación en la educación y formación técnica profesional, las considera entre las vías formativas flexibles; considera, la utilización de simuladores, como una innovación en educación técnica profesional, ofrece a los estudiantes experiencias prácticas en condiciones de trabajo y escenarios educativos que emplean herramientas actualizadas en la tecnología de la información y la comunicación.

Caniglia (2019) sugiere tres actividades para las simulaciones efectivas: preparación,

participación activa de los estudiantes e informe posterior a la simulación. Se debe tomar en cuenta que la simulación que se va a realizar debe estar en concordancia con los objetivos del curso, se deben entregar las indicaciones necesarias para su realización y el docente debe asistirlos y acompañarlos siempre que sea necesario.

Con lo anterior, se espera que se logren los objetivos de la utilización de simuladores y que son variables que afectan la calidad de su aplicación y, por consiguiente, la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje: “Desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación y la colaboración, los conocimientos y habilidades específicos del dominio de la electrónica para tomar decisiones profesionales e implementar soluciones eficientes.” (Chernikova, y otros, 2020, p. 3)

## **Herramientas para la enseñanza de la electrónica**

### **a. Herramientas Físicas**

La consideración que se realiza es sobre la base del equipamiento mínimo requerido, se hace una descripción de los instrumentos físicos que deben considerarse para implantar un taller de electrónica, se hace énfasis en el instrumental que es determinante y cuyo valor pecuniario es alto y no se puede reemplazar con facilidad, estos instrumentos son:

- Multímetros
- Osciloscopio
- Fuente de alimentación variable

- Generador de funciones
- Estación de soldadura

**Multímetro:** Es el instrumento más versátil del laboratorio, se puede utilizar para medir voltajes, corrientes y resistencias – las mediciones básicas –, se hace uso de ellos para verificar la continuidad, además, se usan para probar diodos, transistores y sensores de temperatura. La flexibilidad de medición, la exactitud y la precisión que ofrecen los multímetros los convierten en un elemento esencial en cualquier lista de equipos de laboratorio de electrónica. (Fluke Education Partnership Program, 2014)

**Osciloscopio:** es una pieza básica del equipo electrónico en un laboratorio, muestran formas de onda con amplitud en el eje “y” y tiempo en el eje “x”. La representación gráfica de la forma de onda en este formato proporciona una comprensión clara de la señal y ayuda a rastrear los problemas del circuito y monitorear el rendimiento para varias entradas o variaciones de parámetros. (Cadence Design Systems, 2022)

**Fuente de alimentación variable:** Se espera que las fuentes de alimentación de laboratorio funcionen en modo de voltaje y corriente constantes para probar componentes y etapas de circuitos sin desarrollar un circuito de regulación de potencia. Una fuente de alimentación CC regulada es un requisito fundamental de cualquier laboratorio. (Cadence Design Systems, 2022)

**Generador de funciones:** reemplaza la generación tradicional de formas de onda,

la calidad de la forma de onda generada por los generadores de funciones es excelente en comparación con las ondas de circuitos analógicos; brindan la opción de variar la magnitud y la frecuencia con precisión. (Cadence Design Systems, 2022)

**Estación de Soldadura:** Popularmente conocido como caudín, una estación de soldadura ofrece mejores condiciones de trabajo, es muy práctico si se trata de una fuente regulada. (Cadence Design Systems, 2022)

A excepción del multímetro, conviene que las otras herramientas sean propiedad de la institución para garantizar que haya más de uno en funcionamiento y que sean tratadas con el cuidado que merecen.

### **Propuesta de adquisición de equipo**

Para el año 2022, la cantidad de estudiantes inscritos en la asignatura de Electricidad y Magnetismo fue de 55, Principios de Electrónica 46; para la cátedra de Circuitos Lógicos y de Computación, se tuvo una inscripción de 48 estudiantes. (Universidad Católica de El Salvador, 2022)

Tomando como referencia la inscripción de estudiantes, se puede hacer una proyección para los próximos cursos, esto permite proponer el siguiente cuadro que muestra el equipo y dispositivos sugeridos para el equipamiento básico del Laboratorio de Electrónica, el cuadro se desarrolla tomando como ejemplo el mostrado por Pérez Mayén (2019):

Los dispositivos propuestos son los que le dan soporte al aula de electrónica, adicionalmente deben considerarse componentes electrónicos: condensadores electrolíticos, condensadores no polarizados, resistencias aglomeradas, cableado, diodos, transistores (BJT, Mosfet, JFet, etc.), tiristores, diodos led, sensores, y un largo etcétera.

La propuesta no considera componentes específicos para otras asignaturas vinculadas a la electrónica como Microprocesadores y Microcontroladores, que necesitan el soporte de componentes específicos por su temática particular.

Pero, se cumple el criterio de suficiencia para las asignaturas como Electricidad

**Tabla 1**

*Equipo sugerido para Laboratorio de electrónica*

Equipo	Cantidad	Costo Unitario *	Costo Total*
Osciloscopio	2	\$519.99	\$1,039.98
Puntas de osciloscopio	4	\$49.99	\$199.96
Fuente de alimentación CC variable	4	\$229.99	\$919.96
Generador de funciones	1	\$359.99	\$359.00
Estación de soldadura	6	\$64.99	\$389.94
Multímetro	6	\$38.50	\$231.00
		<b>Costo total</b>	<b>\$3,139.84**</b>

*Nota.* \* Se utiliza para describir el equipo básico para implementación de Taller de electrónica, con los precios de mercado en US dólares, actualizados a la fecha de presentación del documento.

y Magnetismo (Física III), Principios de electrónica y Circuitos Lógicos.

Idealmente, para un taller 100% eficiente sería de lograr un equipo, de los incluidos en el cuadro, por estación de trabajo para cada estudiante. (Ver Figura 1)

#### **b. Herramientas Virtuales**

Dirá Albiter *et al*:

Dentro de la educación superior el uso de los diferentes paquetes informáticos es demasiado múltiple, dentro de este contexto se encuentra

el software de simulación el cual se ha ido integrando en la última década como parte de las didácticas de la enseñanza educativa. (2019, p. 89)

El uso de simuladores para el área de electrónica contribuye a consolidar los contenidos, así como fortalece el pensamiento crítico de los estudiantes, la formación de estructuras autorreguladoras en el proceso de formación, aumentando sus niveles de motivación al evitar el fracaso o las fallas. (Martínez, Martínez, & Montiel, 2020, p. 241)

**Figura 1**

*Distribución ideal de estaciones de trabajo Laboratorio de Electrónica*



*Nota. Disposición ideal de un Taller de electrónica, adaptado Laboratorio L.2.010, Escuela de Ingeniería de Fuenlabrada, Universidad Rey Juan Carlos, 2022.*

Se entiende también que son herramientas informáticas que permiten previsualizar el funcionamiento de los circuitos y de los instrumentos electrónicos desde una computadora para verificar que esté funcionando de forma prevista, previo al montaje con dispositivos reales. (Sandoval Vizuite, Sandoval Vizuite, Cevallos, & Romero, 2018, pág. 136)

Como resultado de la entrevista con los especialistas en el área de Electrónica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Católica de El Salvador, se recopiló el siguiente listado de simuladores usados en sus respectivas asignaturas:

- Emu8086

- Tinkercad
- Proteus
- Constructor Virtual de Circuitos
- Fritzing
- EasyEDA

De los utilizados, se presenta un pequeño esbozo de sus capacidades, utilidades y componentes:

**Emu8086:** Es un simulador del microprocesador 8086 (o sus equivalentes Intel o AMD) con lenguaje ensamblador integrado, diseñado para Windows X, GUI muy amigable e intuitiva, busca proporcionar una aproximación al funcionamiento de un equipo con el microprocesador 8080. (Alegrechi & Almirón, 2014, p. 3)

**Tinkercad:** Es una potente herramienta online para el modelado 3D, cuenta con un diseñador de circuitos eléctricos y simulador de circuitos electrónicos – en su mayoría analógicos –; facilita la interacción con placas Arduino y otros componentes básicos, tales como: leds, motores, foto resistencias, diodos, etc. (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas de Formación del Profesorado, 2022)

**Proteus:** Es una de las mejores herramientas para el diseño y creación de prototipos en electrónica, no solo contribuye a la electrónica analógica, sino que sobrepasa con muchas expectativas el desarrollo de circuitos en electrónica digital; va más allá del simple diseño y sirve como una buena herramienta para el diseño de placas – conocidas como PCB's. Ofrece gran integración para el desarrollo de proyectos con Arduino. (Labcenter Electronics, 2022)

Otra de sus grandes ventajas, es la simulación de puertos de entrada/salida, interrupciones, temporizadores, así como gran cantidad de periféricos y procesadores. (Chuquimarca Jiménez, Suárez Ricardo, & López Silva, 2021, pág. 112)

**Constructor virtual de circuitos:** Es una herramienta simplificada para desarrollar ejercicios de electrónica digital, cumple con la mayoría de los temas de Circuitos Lógicos, simple, básico, ofrece muy buenas simulaciones. Su mayor ventaja es ser Open Source. (Gobierno de Canarias, 2022)

**Fritzing:** hace que la electrónica sea accesible como material creativo, es una herramienta y una comunidad enfocada al desarrollo de proyectos Arduino, con la facilidad – al usuario – de documentar sus proyectos, compartirlos con otros, enseñar electrónica en un salón de clases y diseñar y fabricar PCB profesionales. (Fritzing, 2022)

**EasyEDA:** es una herramienta de diseño de PCB en línea más fácil y poderosa que permite a los ingenieros electrónicos, educadores, estudiantes, fabricantes y entusiastas diseñar y compartir sus proyectos. Esta es una herramienta de diseño que integra el catálogo de componentes LCSC y el servicio de PCB JLCPCB que ayuda a los usuarios a ahorrar tiempo para convertir sus ideas en productos reales. (EasyEDA, 2022)

El uso de simuladores responde al deseo de aproximar al estudiante, al menos en forma emulada, a la construcción de circuitos en forma práctica, se destaca el hecho que los docentes, utilizan diferentes simuladores, eso dota de variedad el proceso de enseñanza aprendizaje, cada programa de software está enfocada o especializado en tareas específicas, lo cual permite que se pueda ir de forma progresiva en el aprendizaje, pasando de lo básico a lo complejo. Se cierra esta sección resumiendo las ventajas de los simuladores:

- Permiten visualizar el comportamiento de los componentes electrónicos, fuentes de

alimentación e instrumentos de medida de forma rápida y fácil de entender

- Facilita la visualización de señales difíciles de medir experimentalmente
- Al conocer bien el simulador, se comprueba si el planteamiento de un circuito es correcto comparándolo con los resultados que entrega el simulador
- Permite la verificación por testeo de los diseños construidos de forma inmediata
- Facilita la corrección de los diseños sin daños a los componentes
- Antes de construir en físico el modelo, la simulación facilita su análisis, comprensión y corrección. (Montijano Moreno, 2009)

### 3. Conclusiones

El proceso de enseñanza de la electrónica requiere el soporte teórico para la comprensión de los componentes, mecanismos y circuitos para enriquecer la experiencia personal del estudiante, así como dotarlos de competencias para su desarrollo en esta área; enseñar electrónica implica un gran compromiso por parte del estudiante y del docente. El docente debe poseer experiencia para la orientación y búsqueda de resultados cuantificables y comprobables de la experticia de los jóvenes en la práctica y experimentación. Correlacionar la teoría, la práctica y la experimentación repercuten en la creación de competencias para la vida, esto requiere brindar a los estudiantes los espacios adecuados de desarrollo

individual y colaborativo de descubrimiento de conocimientos específicos y científicos, de aplicabilidad, de motivación por el trabajo bien realizado y de la búsqueda de la excelencia en un área específica como lo es la electrónica.

En los entornos virtualizados – como soporte de práctica, experimentación y desarrollo de competencias – ha sido ampliamente cubierto por la utilización de simuladores en la mayoría de asignaturas vinculadas con la electrónica, como se ha mencionado, los simuladores han cumplido perfectamente con su función de dar soporte a la metodología didáctica de la enseñanza de la electrónica, han sido los medios idóneos por los que los docentes han conseguido aproximar, lo teórico a lo real, se crearon espacios de aprendizaje que permitieron medir objetivamente el desempeño de pautas de aprendizaje, de aplicación de contenidos específicos, de corrección de errores, testeo y conocimiento de instrumental de taller que, de otra forma, hubiera sido imposible apreciar en funcionamiento. Los simuladores han sido factores decisivos para impactar a los jóvenes, para motivarlos a conocer, aprender y crear electrónica, con ello se desarrollaron competencias para la vida, útiles, valiosas y de calidad.

Para la enseñanza de la electrónica existe la relación de variables técnicas cómo: trabajo evaluado por competencias, estrategia de enseñanza basada en proyectos, un buen soporte práctico que se traduzca en la capacidad de aprendizaje “experiencial”,

actividades complementarias de taller, trabajos especializados como el desarrollo de prototipos experimentales, entre muchas otras labores a desarrollar. Se debe propiciar la integración holística del aprendizaje, con la garantía de verificación, por medio de un sistema de evaluación objetivo apegado a la comprobación del trabajo realizado, de calidad y eficiencia.

La implementación – primigenia – de un taller de electrónica requiere un equipo físico básico, se ha indagado en los requerimientos mínimos de taller, acotando y sugiriendo los que se consideran imprescindibles para comenzar con la práctica y la experimentación, para la creación de saberes que respalden lo que hasta el día de hoy se ha limitado a la teorización. Todos los dispositivos se encuentran en el mercado salvadoreño, por lo que su adquisición – aunque implica una erogación considerable de capital – es posible y realizable en el corto plazo, sin intermediación.

Para los talleres, se recomienda Proteus; también, es muy utilizado Thinkercad, pero se proponen a forma de sugerencia; establecer un software específico podría ir en contra de la libertad que el docente posee para el establecimiento de estrategias propias, desde su experiencia y formación el docente de electrónica es capaz de elegir el software que le resulte idóneo, que cumpla con sus objetivos en la asignatura y que garantice el respaldo a la cátedra en cuestión.

La enseñanza de la electrónica es fundamental, porque es la ciencia que da soporte a los procesos de actualización y que propicia muchos avances tecnológicos actuales, comprender la electrónica es tener la capacidad de controlar dispositivos por medio de software. La comprensión de los conceptos de electrónica son una realidad a la que los estudiantes de Ingeniería en Sistemas Informáticos están destinados: la manipulación del hardware por el software. Investigaciones posteriores pueden conducir a generar conocimiento reproducible en diferentes áreas que sean soportadas por la electrónica, se ha tratado de hacer una aproximación inicial, pero queda manifiesto que es un tema de actualidad, que necesita ser profundizado, explotado y aplicado en la Facultad de Ingeniería.

#### 4. Referencias

- Albiter-Jaimes, J.; Mendoza-Méndez, R. V. & Dorantes-Coronado, E. J. (2019). El pensamiento computacional en la electrónica: la importancia del software de simulación en la comprensión del principio de funcionamiento de los componentes electrónicos. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 8(4), 85-113.
- Altalbe, A. (2018). Virtual Laboratories for Electrical Engineering Students: Students perspectives and design guidelines. Queensland, Australia: The University of Queensland. <https://espace.library.uq.edu.au/>
- Araujo, Á.; San-Segundo, R.; Macías-Guarasa, J.; Montero, J. & Nieto-Taladriz, O. (2022). Currículo en Electrónica Centrado en el aprendizaje basado en proyectos. <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/taee:congreso-2006-1058/S2A01.pdf>
- Balta, N. (2015). *A systematic planning for science laboratory instruction: Research-based evidence*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 1-13. <https://www.researchgate.net/>
- Cabero-Almenara, J. & Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para la formación de los alumnos. *Prisma Social* (17), 343-372. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353749552015>
- Cadence Design Systems. (2022). cadence.com. <https://resources.pcb.cadence.com/>
- Caniglia, J. (2019). Simulations as a Teaching Strategy. Kent State Center for Teaching and Learning. <https://www.kent.edu/ctl/simulation-teaching-strategy>
- Chernikova, O.; Heitzmann, N.; Stadler, M.; Holzberger, D.; Seidel, T. & Fisher, F. (2020). Simulation-Based learning in Higher education: a Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 90(4), 499-541.
- Chuquimarca-Jiménez, L.; Suárez-Ricardo, P. & López-Silva, F. (2021). Simulación Electrónica del microprocesador GAL22V10 mediante el software Proteus basado en VHDL para virtualizar circuitos integrados. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8(1), 107-115.
- Donoso, S. & Corvolán, Ó. (2012). Formación técnica y aseguramiento de la calidad: Enfoque de desarrollo de competencias. *Cuadernos de Pesquisa*, 42(146), 612-639.
- EasyEDA. (2022). easyeda.com. <https://easyeda.com>
- Escamilla, J. G. (2013). Avances en la enseñanza a distancia de la ingeniería. 67-72. Universidad de los Andes. <http://www.scielo.org.co>

- Escuela de Ingeniería de Fuenlabrada, Universidad Rey Juan Carlos. (2023). Taller de electrónica [Fotografía]. <https://labs.eif.urjc.es/index.php/laboratorios/edificio-laboratorios-ii/laboratorios-laboratorio-l2010/>
- Fluke Education Partnership Program. (2014). Conceptos básicos de los multímetros digitales. <https://www.interempresas.net>
- Fritzing. (2022). fritzing.org. <https://fritzing.org>
- Garbanzo-Vargas, G. M. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. (U. d. Rica, Ed.) *Educación*, 31(1), 43-63. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44031103>
- Giadrosic, J.; Torres, C. & Sandoval, P. (2016). Evaluación de aprendizajes a través de uso de simuladores de atención comercial en el marco de la adopción de un modelo de formación por competencias. La experiencia de una carrera de nivel superior técnico profesional. *Foro Educativo*, 115-139.
- Gobierno de Canarias. (s.f.). gobiernodecanarias.org. <https://www3.gobiernodecanarias.org/>
- Guzmán-Duque, A. P. & Del-Moral-Pérez, M. E. (2018). Percepción de los universitarios sobre la utilidad didáctica de los simuladores virtuales en su formación. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación* (53), 41-60.
- Hinojosa, J.; Martínez-Viviente, F. L.; Garcerán-Hernández, V. & Ruíz-Merino, R. (2020). Teaching-Learning model for the Science of Electronics. *Journal of Technology and Science Education*, 10(1), 87-100.
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas de Formación del Profesorado. (2022). Tinkercad Circuits. Madrid, Madrid, España. <https://formacion.intef.es/>
- Labcenter Electronics. (2022). labcenter.com. <https://www.labcenter.com>
- Laborí-de-la-Nuez, B. & Oleagordia Aguirre, I. (2001). Estrategias educativas para el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 25(1), 1-13.
- Martínez, F.; Martínez, F. & Montiel, H. (2020). La utilización de simuladores para fines especiales como instrumento de capacitación profesional avanzada en condiciones de enseñanza a distancia. *Periódico Tchê Química*, 17(36), 239-250. [www.periodico.tchequimica.com](http://www.periodico.tchequimica.com)
- Montijano-Moreno, M. (2009). La simulación de circuitos en el aula de electrónica. *Temas para la educación*. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd5442.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2021). Innovar en educación y formación técnica profesional. [https://unevoc.unesco.org/pub/innovating\\_tvet\\_framework\\_sp.pdf](https://unevoc.unesco.org/pub/innovating_tvet_framework_sp.pdf)
- Pérez-Mayén, V. R. (2018). Diseño e implementación del laboratorio de electrónica para la escuela de ingeniería en ciencias y sistemas de la universidad San Carlos de Guatemala. (U. d. Carlos, Ed.) Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10962/1/Victor%20Rene%20Pérez%20Mayen.pdf>
- Rodríguez-Arocho, W. (2010). El concepto de calidad educativa: una mirada crítica desde el enfoque histórico-cultural. *Revista electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 10(1), 1-28. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44713068015>
- Rodríguez-Muñoz, R. (2014). Didáctica de las ciencias técnicas desde una visión integradora de procesos formativos. *Revista Vinculando*. <https://www.researchgate.net/>
- Sandoval-Vizueté, N.; Sandoval-Vizueté, E.; Cevallos, P. S. & Romero, V. H. (2018). Desarrollo de un entorno virtual B-Learning con simuladores de circuitos e instrumentos para la enseñanza de electrónica básica en Bachillerato Técnico. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, IX (1), 133-140. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6595074>
- Tisza, J.; Chauca, M. & Castillo, A. (s.f.). Learnign methology for education in electronic engineering electronic-devices based on the inductive method Top-Down. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920314332>
- Universidad Católica de El Salvador. (2022). Registro Académico UNICAES. Santa Ana. <https://www.registroacademico.catolica.edu.sv/>
- Yao, F. (2016). Los factores que influyen en la calidad de la educación. (B. Universidad del Norte, Ed.) *Itinerario Educativo*, 67, 217-225. <https://revistas.uam.es>