

APLICACIÓN DE PROTEUS Y TINKERCAD EN MATERIAS RELACIONADAS CON EL INTERNET DE LAS COSAS

APPLICATION OF PROTEUS AND TINKERCAD IN SUBJECTS RELATED TO THE INTERNET OF THINGS

L. A. Almada Arévalo¹
E. Ibarra Muñoz²
F. A. Lozoya Pérez³

RESUMEN

El semáforo COVID en la región de Cd. Juárez permitió asistir de forma presencial a los estudiantes al laboratorio de IoT. Durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio los estudiantes presentaron dificultades para realizarlas adecuadamente. El objetivo de este trabajo consiste en demostrar que la implementación de los simuladores Proteus y Tinkercad facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se realizó un estudio de tipo cuantitativo, descriptivo, exploratorio y transversal, donde se toman como referencia las calificaciones de las prácticas de 5 grupos de los programas educativos Tecnologías de la Información y Procesos Industriales. Obteniendo como resultado que la implementación del simulador generó un impacto positivo en el desarrollo de las prácticas. Por lo cual, se recomienda utilizar la simulación previa en conjunto con la práctica física, ya que, el estudiante puede lograr una mayor comprensión de los resultados de aprendizaje.

ABSTRACT

The COVID status restrictions in the Cd. Juarez region allowed students to attend the IoT laboratory. During the development of the laboratory practices, the students presented difficulties to carry them out properly. The objective of this work is to demonstrate that the implementation of Proteus and Tinkercad simulators facilitate the teaching-learning process.

A quantitative, descriptive, exploratory, and cross-sectional study was carried out, where the grades of the practices of 5 groups of the Information Technologies and Industrial Processes educational programs are taken as a reference. Obtaining as a result that the implementation of the simulator generated a positive impact in the development of the practices. Therefore, it is recommended to use the previous simulation in conjunction with the physical practice, since the student can achieve a greater understanding of the learning results.

ANTECEDENTES

Las tecnologías de la información en la educación han permitido generar entornos de aprendizaje para desarrollo de competencias educativas (García, *et al.*, 2017). Aunque el uso de las tecnologías ha apoyado al área educativa, el proceso enseñanza-aprendizaje presenta retos complejos, el docente por su parte se apoya para descubrir estrategias cada vez más efectivas (Contreras, *et al.*, 2010).

Dentro de las dificultades académicas en la enseñanza de las materias relacionadas con el Internet de las Cosas, IoT por sus siglas en inglés; es propiciar el ambiente para el desarrollo del aprendizaje, donde el alumno construya y aplique el conocimiento (Vidal, *et al.*, 2019).

La implementación de simuladores ha servido como apoyo en ambientes académicos, como facilitador en la enseñanza de aplicaciones, donde permite al estudiante manipular ciertos

¹ Profesora de Asignatura. Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. luz_almada@utcj.edu.mx.

² Profesora de Tiempo Completo. Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. elixena_ibarra@utcj.edu.mx.

³ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. francisco_lozoya@utcj.edu.mx.

parámetros o variables de entrada, se puede ejecutar o correr el modelo y visualizar resultados (Contreras *et al.*, 2010).

En 2018 se llevó a cabo una revisión y actualización de los programas educativos de las Universidades Tecnológicas. Esta actualización tuvo como resultado la incorporación de materias relacionadas con la Internet de las Cosas (Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez [UTCJ], 2022). Materias como Principios de IoT y Aplicaciones de IoT en el área de Desarrollo de Software Multiplataforma, Electrónica de IdC en el área de Infraestructura de Redes Digitales, ambas para la carrera Técnico Superior Universitario (TSU) en Tecnologías de la Información. Asimismo, para la carrera de TSU en Procesos Industriales área Manufactura se incorporó la materia Tecnologías para la Digitalización.

Al igual que en la mayoría de las instituciones educativas del país, en la UTCJ las clases y prácticas presenciales fueron suspendidas a partir de marzo de 2020 debido a la pandemia de COVID-19. Ante este escenario, la educación en línea se llevó a cabo como una solución. En una situación pre-pandemia, las actividades prácticas se desarrollaban en los laboratorios de la UTCJ; el docente asignaba la práctica, ya sea con antelación o en el mismo laboratorio.

Como solución a la necesidad de llevar a cabo actividades prácticas en la modalidad a distancia se utilizó un simulador que permitiera realizar prácticas de laboratorio en las materias relacionadas con IoT. Se consideró en la mayoría de los casos que el alumno no contaría con la placa Arduino, componentes electrónicos ni hardware de red en su hogar. Se inició utilizando el software Proteus para algunas de las materias y se diseñaron varias prácticas.

Proteus es una plataforma comercializada por la empresa LabCenter Electronics. Ofrece la capacidad para simular la interacción entre el código objeto que se ejecuta en un microcontrolador y dispositivos electrónicos análogos o digitales conectados a él. Si el código del programa envía un cambio de estado a uno de los pines, esto se reflejará en la simulación, al igual que en la realidad (Labcenter Electronics, 2021). Por lo que, durante el cuatrimestre mayo-agosto 2021, se determinó que Proteus era útil para comprender el concepto y simular el comportamiento de un circuito perteneciente a un sistema de IoT. Es fundamental por parte de los alumnos entender el diagrama esquemático.

Albiter, *et al.* (2019) mencionan que, la simulación es un punto medio entre el concepto teórico y la realidad. Cuanto mejor sea la simulación que defina la realidad, los resultados serán favorables. La simulación permite la observación detallada del sistema que se está simulando, lo que puede conducir a un mejor entendimiento.

Durante el cuatrimestre septiembre-diciembre 2021, el semáforo COVID en la región de Cd. Juárez, permitió asistir de forma presencial a los estudiantes al laboratorio. Durante la implementación del circuito los alumnos presentaron dificultades para llevarlo a cabo. Se observó un bajo desempeño del estudiante al momento de realizar la práctica física. La cual consiste en el armado de un circuito pull down o pull up, al realizarlo por primera vez tomaba en promedio más de una hora, aun cuando fueron previamente analizados y armados en Proteus en la sesión anterior a la práctica de laboratorio. Asimismo, se les explicó el funcionamiento del protoboard y cómo identificar los componentes necesarios. Lo anterior

generó un interés por parte de los docentes de complementar el uso de Proteus con otra herramienta más amigable que ayude al estudiante en el aprendizaje en el armado de circuitos.

Se optó por implementar Tinkercad, ya que, es una plataforma en línea gratuita para crear formas 3D básicas y desarrollo de prototipos digitales de componentes electrónicos. También es un simulador de acceso libre y con una interfaz muy fácil de usar, además estos prototipos incluyen circuitos básicos con luces LED, zumbadores, interruptores e incluso sensores de luz, pueden incluir un microcontrolador Arduino, como parte del diseño; en el cual se puede programar para manipular componentes electrónicos y recopilar información de los sensores e interpretar esa información.

Anteriormente se había analizado la herramienta Tinkercad, aunque no se utilizó debido a que no es posible realizar la conexión a un módulo de memoria y comunicar el Arduino con una base de datos; funciones requeridas en el tema de almacenamiento de datos. Sin embargo, Tinkercad, como menciona Reyes (2020) es una excelente plataforma, donde el estudiante utiliza sensores, botones, motores y construye fácilmente circuitos en tiempo real. Asimismo, fortalece la educación de forma positiva desde un enfoque de aprendizaje teórico-práctico.

Esta investigación tiene como objetivo demostrar que, la implementación de los simuladores Proteus y Tinkercad facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje de las materias relacionadas con IoT en las carreras de Procesos Industriales y Tecnologías de la Información en la UTCJ.

De lo anterior, se generaron las siguientes interrogantes ¿El uso de simuladores en las prácticas que involucren circuitos de IoT facilitan el aprendizaje? ¿El empleo de simuladores facilita la labor docente? ¿Se mejora el desempeño en el armado de los circuitos físicos mediante Tinkercad? ¿La simulación de los circuitos en conjunto con la práctica física logra un aprendizaje significativo?

METODOLOGÍA

La investigación de Esite (2019) identifica la importancia de emplear simuladores vía web, para el ambiente educativo o para entrenamientos en específico, ya que, provee de un ambiente interactivo con los servicios y componentes necesarios para generar circuitos electrónicos. De modo que, al utilizar estos simuladores, se facilita el acceso a los estudiantes y el desarrollo puede compartirse con el instructor.

Asimismo, en el estudio de meta-análisis de Zaturrahmi, *et al.* (2020) se concluye que las herramientas de simulación apoyan la práctica docente para que el alumno supere los problemas de comprensión conceptual y la baja confianza al realizar los aprendizajes en laboratorios reales.

Mientras que Eryilmaz y Deniz (2021) se enfocan en el análisis del uso de tecnología en el aprendizaje mediante laboratorios virtuales, el cual provee oportunidades al alumno para realizar prácticas con un equipo de cómputo adecuado. Se detectan algunas ventajas del laboratorio virtual que son reducción del costo, menor mantenimiento del equipo y mejora la calidad en el aprendizaje. La percepción de los alumnos respecto al software Tinkercad

lo consideran fácil de usar y de aprender. La variable de estudio, percepción de la motivación, demostró resultados positivos debido a la frecuencia de alumnos que dedicaron tiempo fuera del aula para usar Tinkercad.

El estudio llevado a cabo por Juanda y Khairullah (2020) da a conocer las experiencias de los alumnos en el proceso de la enseñanza relacionada con la materia de electrónica y microprocesadores empleando el software Tinkercad. Debido a la pandemia COVID 19, los docentes aprovecharon los métodos de enseñanza de e-learning para impartir sus clases; un simulador web fue la práctica adoptada para optimizar el aprendizaje. Con el método de aprendizaje basado en problemas se evalúan las competencias de los alumnos donde se desarrollan circuitos con Arduino y se programa en lenguaje C/C++, mediante Tinkercad. Los resultados que se obtuvieron fue que la mayoría de los alumnos desarrollaron correctamente la práctica, solo en pocos casos el alumno requirió el apoyo del docente.

Finalmente, en el trabajo desarrollado por Tupac, *et al.* (2021) implementaron el simulador Tinkercad durante la pandemia de COVID-19, para lograr el desarrollo de competencias en la materia de programación, en conjunto con otras herramientas. Tinkercad permite el desarrollo de soluciones con Arduino mediante la programación en lenguaje estructurado en bloques, como Scratch. En los resultados obtenidos, se demostró un rendimiento académico superior en el año 2020, por lo tanto, facilita el desarrollo de competencias requeridas en la materia de programación. De acuerdo con los resultados favorables, arrojados en la encuesta de satisfacción por parte de los alumnos exhorta a continuar con esta metodología de enseñanza–aprendizaje.

Se ofrece un estudio de tipo cuantitativo, descriptivo, exploratorio y transversal, donde se toman como referencia las calificaciones de las prácticas de 5 grupos, dando un total de 54 estudiantes de nivel TSU, de los programas educativos Tecnologías de la Información y Procesos Industriales pertenecientes a la UTCJ. Para conocer los resultados de aprendizaje en las materias Principios de IoT y Tecnologías para la Digitalización, con la plataforma Tinkercad. Con la implementación de simuladores como Tinkercad se demostró que favorece el desempeño académico del estudiante. Asimismo, se facilitó la labor del docente, ya que el alumno trabajó de forma autónoma en el armado del circuito; la simulación reduce significativamente el tiempo de elaboración del circuito físico.

La presente investigación tiene como objetivo demostrar que la implementación de los simuladores Proteus y Tinkercad facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje de las materias relacionadas con IoT en las carreras de Procesos Industriales y Tecnologías de la Información en la UTCJ.

De lo anterior, se generaron las siguientes interrogantes ¿El uso de simuladores en las prácticas que involucren circuitos de IoT facilitan el aprendizaje? ¿El empleo de simuladores favorece la labor docente? ¿Se mejora el desempeño en el armado de los circuitos físicos mediante Tinkercad? ¿La simulación de los circuitos en conjunto con la práctica física logra un aprendizaje significativo?

RESULTADOS

En reuniones virtuales con los docentes que imparten las materias de IoT se llegó al

consenso de evaluar 10 criterios. Estos criterios de evaluación son generales para las materias de Procesos Industriales y Tecnologías de la Información. Se analizó una de las prácticas básicas de laboratorio. Esta actividad consiste en diseñar y simular una aplicación de IoT para hacer parpadear un LED mediante el microcontrolador Arduino y un conjunto de instrucciones programadas en Tinkercad; posteriormente, con el IDE del Arduino cargar al microcontrolador el programa codificado. La práctica tiene como objetivo la instalación, configuración del IDE Arduino, la conexión con la placa, el armado de circuito básico, la verificación, compilación y carga del código en el Arduino.

Resultados del trabajo del estudiante

La Figura 1 muestra la simulación del circuito previo al laboratorio desarrollado por el alumno.

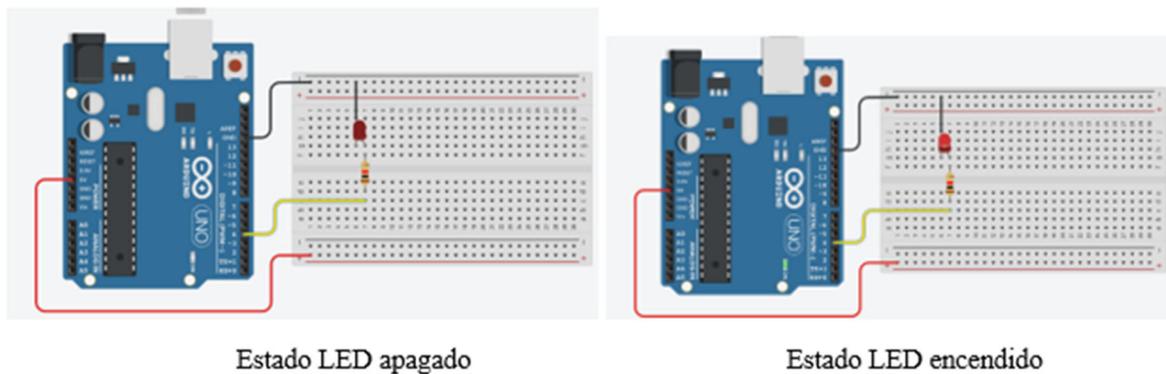


Figura 1. Simulación del circuito mediante Tinkercad

En la Figura 2 se muestra el circuito armado por el alumno en el laboratorio de IoT.

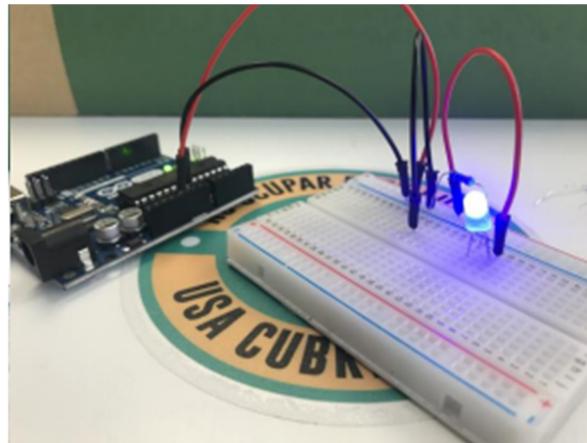


Figura 2. Circuito electrónico elaborado por el alumno

La estandarización de los criterios mostrados en la Tabla 1, se unificaron para evaluar las prácticas de laboratorio en las materias de Principios para IoT y Tecnologías para la Digitalización. De los cuales, se interpretaron los resultados dependiendo del nivel de

cumplimiento alcanzado y se asignaron las ponderaciones y competencias correspondientes, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1. *Criterios para la evaluación de las prácticas*

Criterios para evaluar prácticas		
	<i>Cumple</i>	<i>No cumple</i>
1. Identifica y selecciona los componentes IoT en físico y/o en la plataforma		
2. Mide correctamente las variables de los componentes físicos con el multímetro		
3. Interpreta el diagrama del circuito		
4. Implementa el circuito en Tinkercad y en el protoboard		
5. Simulación del circuito en la plataforma virtual		
6. Identifica la sintaxis y la lógica de programación en Arduino		
7. Compila el Programa el Arduino sin errores		
8. Carga el programa en el Arduino		
9. Presenta el circuito funcional		
10. Entrega reporte en tiempo y forma		

Tabla 2. *Ponderación y nomenclatura de los niveles de cumplimiento*

NIVEL DE CUMPLIMIENTO (%)	COMPETENCIA	CALIFICACIÓN
96 - 100	AUTÓNOMO (AU)	100
86 - 95	DESTACADO (DE)	90
76 - 85	SATISFACTORIO (SA)	80
0 - 75	NO SATISFACTORIO (NA)	70

La implementación del simulador virtual Tinkercad para el desarrollo de las prácticas tuvieron un impacto positivo. En la Figura 3 se muestra que, un 78% de la totalidad de alumnos resolvieron la práctica con los criterios asignados, mientras que, solo un 22% de ellos no entregaron la práctica.

Se observa en la Figura 4 el desempeño de logros, un 37% de la totalidad de alumnos cumplen con todos los criterios, un 32% omiten 1 criterio y un 9% prescinden de 2 criterios.



Figura 3. Gráfica de los resultados obtenidos en el desempeño de la práctica con los criterios establecidos



Figura 4. Gráfica comparativa de la competencia lograda por los alumnos

CONCLUSIONES

En la investigación realizada se concluye que el uso de Tinkercad para la simulación de prácticas de laboratorio es una excelente plataforma, debido a que el estudiante puede utilizar Arduino, sensores, botones, motores y construir fácilmente simulaciones de circuitos en tiempo real. De igual forma, se incluye la programación del Arduino. Dicha plataforma fortalece la educación de forma positiva desde un enfoque de aprendizaje teórico-práctico. La herramienta motiva a los alumnos y facilita al docente el proceso de enseñanza. Como parte de la investigación se observó un porcentaje alto de alumnos que

lograron cumplir con los criterios de evaluación.

Se recomienda utilizar Tinkercad previo al desarrollo de la práctica física ya que permite a los alumnos simular los sistemas, comprender el funcionamiento y familiarizarse con el entorno del circuito de IoT; la integración de los componentes y sus conexiones. En consecuencia, el tiempo de armado del circuito disminuye y los errores se reducen significativamente.

A pesar de las ventajas y bondades de la simulación para el desarrollo de circuitos relacionados con IoT, es necesario que se utilice en conjunto con prácticas físicas para que el estudiante pueda lograr una mejor comprensión de los resultados de aprendizaje basados en competencias. Sin embargo, es conveniente complementar Tinkercad con otro software por ejemplo el simulador Proteus para cubrir las funcionalidades de conectividad y gestión de almacenamiento en la base de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Albiter, J., Mendoza, R. y Dorantes, E. (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, volumen 8(4)*, pp. 85-113. <https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/pensamiento-computacional-electronica-importancia-software-simulacion/>
- Contreras, G., García, R. y Ramírez, M. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Apertura, volumen 2(1)*, pp. 86-100. <https://udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/22/33>
- Eryilmaz, S., & Deniz, G. (2021). Effect of Tinkercad on Students' Computational Thinking Skills and Perceptions: A Case of Ankara Province. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology, volumen 20(1)*, pp. 25-38. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1290797>
- Esite, J. (2019). Web-Based Simulation of Electronic Circuit. *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS), volumen 6(3)*. pp. 39-42. https://www.researchgate.net/publication/339080580_Web-Based_Simulation_of_Electronic_Circuit
- García, M., Reyes, J. y Godínez, G. (2017). Las TIC en la educación superior, innovaciones y retos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas, volumen 6(12)*, pp. 299-316. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6255413>
- Juanda, E., & Khairullah, F. (2020). Tinkercad Application Software to Optimize Teaching and Learning Process in Electronics and Microprocessors Subject. 6th UPI International Conference on TVET 2020. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research, volumen 520*, pp. 124-128. https://www.researchgate.net/publication/349146253_Tinkercad_Application_Softwa

re_to_Optimize_Teaching_and_Learning_Process_in_Electronics_and_Microprocessors_Subject

Labcenter Electronics (2021). *Circuit Simulation Software*. VSM Simulation. <https://www.labcenter.com/simulation/>

Reyes, A. (2020). Electric Circuits Basics with Tinkercad. *Digital Maestro Magazine*. <http://www.energiazero.org/simulazioni/Intro%20thinkercad.pdf>

Tupac, M., Vidal, C., Sánchez, A. y Pereira, F. (2021). Experiencias y beneficios del uso de Arduino en un curso de programación de primer año. *Formación Universitaria*, volumen 14(6), pp. 87-96. <https://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v14n6/0718-5006-formuniv-14-06-87.pdf>

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez (2022). *Técnico Superior Universitario en Tecnologías de la Información y Comunicación, Área Desarrollo de Software Multiplataforma*. <https://www.utcj.edu.mx/Paginas/Carreras/Ing-Desarrollo-Gestion-Software.aspx>

Vidal, C., Lineros, M., Uribe, G. y Olmos, C. (2019). Electrónica para Todos con el Uso de Arduino: Experiencias Positivas en la Implementación de Soluciones Hardware-Software. *Información Tecnológica*, volumen 30(6), pp. 377-386. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n6/0718-0764-infotec-30-06-00377.pdf>

Zaturrahmi, Z., Festiyed, F., & Ellizar, E. (2020). The Utilization of Virtual Laboratory in Learning: A Meta- Analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, volumen 3(2), pp. 228-236. <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/IJSME/article/view/6474>