



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

CIRCUITOS LÓGICOS: ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO LÓGICO EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

**LOGICAL CIRCUITS: A STRATEGY FOR THE
DEVELOPMENT OF LOGICAL THINKING IN UPPER
SECONDARY EDUCATION**

Eduardo Antonio Vázquez Aldaco

Centro Universitario Trilingüe Laguna

Francisco Rodolfo Trejo Nieto

Centro Universitario Trilingüe Laguna

Verónica Martínez Villafuerte

Centro Universitario Trilingüe Laguna

Marcos Chacón Castro

Centro Universitario Trilingüe Laguna

Lizania Godina Young

Centro Universitario Trilingüe Laguna

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.21546

Circuitos lógicos: estrategia para el desarrollo del pensamiento lógico en educación media superior

Eduardo Antonio Vázquez Aldaco¹vazquezaldaco@gmail.com<https://orcid.org/0009-0007-1753-3662>Centro Universitario Trilingüe Laguna
México**Verónica Martínez Villafuerte**vmvillafuerte@outlook.com<https://orcid.org/0009-0007-9094-0109>Centro Universitario Trilingüe Laguna
México**Lizania Godina Young**lizaniagy@gmail.com<https://orcid.org/0009-0009-0521-4466>Centro Universitario Trilingüe Laguna
México

RESUMEN

Este artículo presenta una experiencia didáctica desarrollada en la materia “Diseña circuitos electrónicos digitales” del bachillerato tecnológico de educación media superior (EMS). Con el propósito de fortalecer el pensamiento lógico y la resolución de problemas, a través del aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el trabajo colaborativo, apoyados en simulaciones de Tinkercad. Se aplicó un diseño cualitativo-descriptivo con muestreos no probabilísticos a los Alumnos de segundo semestre de la carrera de Mecatrónica. La intervención se realizó de manera progresiva iniciando con el diseño de circuitos de compuertas simples pasando a codificadores/decodificadores y finalizando en contadores binarios. En la evaluación se utilizaron diferentes instrumentos, rúbricas y listas de cotejo, cuyo objetivo fue el de identificar el dominio conceptual, resolución de problemas, creatividad y colaboración. Los resultados muestran mejoras significativas en los diferentes criterios, aumentando la motivación, logrando un aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias transversales en EMS.

Palabras clave: enseñanza secundaria (2º nivel); enseñanza técnica y profesional; circuito electrónico; programa informático educativo

¹ Autor principal

Correspondencia: vazquezaldaco@gmail.com

Logical Circuits: A Strategy for the Development of Logical Thinking in Upper Secondary Education

ABSTRACT

This article presents a didactic experience developed in the subject *Design of Digital Electronic Circuits* within the technological baccalaureate of upper secondary education (EMS). The aim was to strengthen logical thinking and problem-solving skills through Project-Based Learning (PBL) and collaborative work, supported by digital simulations using Tinkercad. A qualitative-descriptive design with non-probabilistic sampling was applied to second-semester students of the Mechatronics program. The intervention was implemented progressively, beginning with simple logic gate circuits, continuing with encoders and decoders, and culminating with binary counters. Different assessment instruments, such as rubrics and checklists, were used to evaluate conceptual understanding, problem-solving ability, creativity, and collaboration. The results showed significant improvements in these criteria, increased motivation, and the achievement of meaningful learning and the development of transversal competencies in upper secondary education.

Keywords: secondary education; technical and vocational education; electronic circuit; educational software.

Artículo recibido 20 octubre 2025
Aceptado para publicación: 15 noviembre 2025



INTRODUCCIÓN

Los circuitos electrónicos digitales son parte fundamental para el desarrollo de los estudiantes de Educación Media Superior (EMS), particularmente en programas tecnológicos. De acuerdo con Schwab (2016), el pensamiento lógico es una competencia fundamental en el contexto de la Industria 4.0. Sin embargo, al basarnos en la memorización, los alumnos perciben dificultad, desinterés y falta de aplicabilidad; por lo que se limitan en estudiar y aprovechar la asignatura “Diseña circuitos electrónicos digitales”. Esta situación empeora porque, de acuerdo con los resultados de la evaluación PISA 2022, México se encuentra por debajo de la media en matemáticas de la OCDE lo cual manifiesta rezagos importantes en el desarrollo de competencias lógico-matemáticas (OCDE, 2023). Esta situación permite conectar metodologías activas que promuevan el aprendizaje significativo y la motivación.

El Aprendizaje basado en Proyectos (ABP) fomenta la autonomía, la creatividad y la capacidad de resolución de problemas (Prince y Felder, 2006; Martínez y Torres, 2021) y el trabajo colaborativo fortalece la corresponsabilidad (Johnson y Johnson, 2009). También, el simulador Tinkercad y otros simuladores digitales hacen más accesible a quienes deseen participar (Salmerón, Rodríguez & Gutiérrez, 2021; Pérez & Cordero, 2022). En esta referencia, Chacón-Castro et al. (2023) demostraron que el uso de metodologías estructuradas de resolución de problemas como la de Pólya estimula el pensamiento estratégico y metacognitivo de un estudiante de matemáticas. Este dato avala que la combinación de simulación digital y el ABP es útil para la enseñanza de circuitos lógicos en la EMS.

Por consiguiente, este artículo se sustenta en el constructivismo, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la integración de tecnologías digitales, que se traducen en comprender los principios de la electrónica al diseñar, simular y comprobar circuitos. El ABP (Thomas, 2000; Prince & Felder, 2006) impulsa a los alumnos a resolver problemas reales mediante proyectos auténticos y el uso de simuladores como Tinkercad promueve el aprendizaje activo, autónomo y contextualizado.

METODOLOGÍA

Esta investigación se realizó como un enfoque descriptivo, cualitativo y exploratorio, con el propósito de comprender como los estudiantes de nivel Media Superior aprenden y construyen el pensamiento lógico a través de la ejecución de proyectos de circuitos digitales, con la finalidad de describir y analizar



los cambios en el aprendizaje a partir de una intervención pedagógica y no a generalizar sus resultados estadísticamente.

El Marco curricular común de Educación Media Superior (MCCEMS) 2025, tiene como eje fundamental la formación integral basada en competencias para la vida, priorizando la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad tecnológica, por tal motivo la asignatura “Diseña circuitos electrónicos digitales” impulsa la construcción del conocimiento tecnológico aplicando la lógica digital y las TIC’s como medios de aprendizaje significativo.

Población y muestra.

La población estuvo representada por estudiantes de segundo semestre de la Carrera de Técnicos en Mecatrónica en el CBTIS N.º 97, en Saltillo, Coahuila México. La muestra fue intencional por conveniencia, no probabilística, integrada por un grupo de 42 alumnos seleccionados por conveniencia, considerando la disponibilidad del curso en el semestre correspondiente.

Procedimiento de intervención.

El diseño de la intervención se desarrolla en tres fases, en primer lugar, una fase diagnóstica y posteriormente de implementación-acción y resultados. Estas fases están articuladas bajo el enfoque de Investigación-acción que proponen Kemmis y McTaggart (1988). Este modelo propone que el proceso de investigar es una espiral, que se repite en la práctica. De tal manera, que se puede planificar, actuar, observar y reflexionar. En la fase de diagnóstico, que representa la fase inicial, se utilizó un cuestionario con cinco preguntas de opción múltiple de compuertas lógicas, que reflejará el nivel de conocimientos previos del grupo de estudiantes.

En la segunda etapa de implementación, relacionada con la acción, los alumnos realizaron proyectos prácticos: comenzaron con compuertas básicas, aumentando su desarrollo en codificadores y decodificadores, por último, contadores binarios. Todo el proceso se simuló en Tinkercad y validando su funcionamiento en protoboard, se formaron equipos colaborativos de 3 a 5 integrantes. Dentro de la fase de resultados, como observación y reflexión, se implementaron rúbricas de evaluación y listas de cotejo, además de entrevistas breves a los estudiantes. Se analizaron capturas de pantalla de Tinkercad, fotografías de protoboard, reportes de equipo, entre otros. Con la finalidad de identificar el impacto de la estrategia en el dominio de conceptos, resolución de problemas, creatividad y colaboración.



Instrumentos de recolección de datos.

Dentro de este proceso se utilizaron diversos instrumentos para obtener información, en primer lugar, un cuestionario diagnóstico de cinco preguntas de opción múltiple que permitiera identificar los conocimientos previos sobre compuertas lógicas, también se utilizaron rúbricas y listas de cotejo con el objetivo de conocer el nivel de conocimiento conceptual, resolución de problemas, motivación y colaboración. Al final, se llevaron a cabo entrevistas de forma aleatoria a los alumnos haciendo una observación directa cuando se trabajó en el simulador de Tinkercad y en protoboard. La utilización de estos instrumentos cualitativos aportó validez y confiabilidad en el análisis de los resultados.

Análisis de datos.

El análisis de resultados se estableció mediante un enfoque cualitativo-descriptivo, empleando cuestionarios, rúbricas, listas de cotejo, observaciones y entrevistas. Para fortalecer la confiabilidad se aplicó la triangulación de los instrumentos, a partir de la cual se establecieron cuatro ejes de interpretación: dominio conceptual, resolución de problemas, motivación y colaboración. Esto permitió valorar el desempeño tecnológico de los estudiantes, así como el impacto pedagógico de la estrategia en la motivación y el aprendizaje significativo.

Consideraciones éticas.

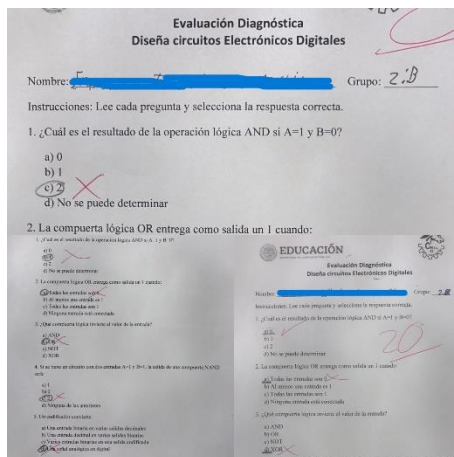
Se mantuvo en confidencialidad la identidad de los estudiantes que participaron. Se obtuvo el consentimiento verbal del grupo y del docente responsable, para el uso académico y como objeto de esta investigación. Por tal motivo, no se registró ningún dato personal sensible. Además, las evidencias gráficas se usaron de forma anónima.

Resultados y discusión.

Los hallazgos muestran un avance en el desarrollo de competencias lógicas y transversales. En la etapa diagnóstica, los resultados del cuestionario inicial (figura 1) muestran un bajo nivel de conocimientos previos en compuertas lógicas y en lo general se desconoce el uso de simuladores digitales. Este panorama inicial es parte de lo señalado en estudios previos, que muestra la deficiencia del aprendizaje que se sostiene en la memorización mecánica – Martínez y Torres (2021).

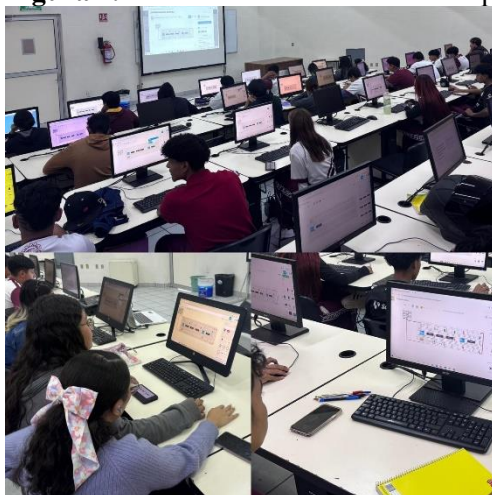
Figura 1. Evaluación Diagnóstica





La segunda fase consistió en diseñar proyectos prácticos, donde los estudiantes comenzaron con circuitos sencillos de compuertas, después realizaron codificadores y decodificadores y finalmente, diseñaron contadores binarios. Todas las actividades se realizaron con ayuda del simulador Tinkercad, lo que favoreció una experimentación segura y la repetición de pruebas hasta fijar los conceptos. Después, se replicaron los proyectos en protoboard para validar el funcionamiento físico. En la Figura 2, se muestra como los alumnos trabajaron con el simulador, permitiendo la interacción con la herramienta digital en la etapa de implementación.

Figura 2. Uso del simulador Tinkercad para el diseño de circuitos digitales.



En la tercera fase se analizan los aprendizajes y habilidades técnicas, con rúbricas y listas de cotejo. A partir de los resultados se puede señalar que hubo mejoras en los cuatro criterios: dominio conceptual, resolución de problemas, creatividad y colaboración. Los alumnos pasaron de memorizar tablas de verdad a explicar un circuito combinacional, que da solución a un problema práctico, cabe mencionar que algunos equipos sorprendieron con su creatividad, haciendo propuestas o variaciones en contadores

binarios. En la Figura 3, se observa una parte de las rúbricas y listas de cotejo que permiten identificar tanto los aprendizajes obtenidos, como los comentarios de los estudiantes acerca del proceso de intervención.

Figura 3. Ejemplo de rúbricas y listas de cotejo aplicadas a los estudiantes, con evidencias y testimonios.

Criterio	4 - Excelente	3 - Bueno
Comprensión conceptual	Explica con claridad el funcionamiento del circuito y las operaciones lógicas, operando a través total del tema.	Explica el circuito de manera general, comprende la mayoría de las operaciones.
Diseño y construcción del circuito	Circuito bien estructurado, ordenado, totalmente funcional en Tinkercad y protoboard.	Circuito funcional, con algunas mejoras de organización o conexiones.
Uso de Tinkercad	Maneja el simulador con fluidez, aprovecha todas sus funciones y utiliza correctamente el proyecto.	Maneja el simulador adecuadamente, con algunos detalles nuevos en el uso.
Creatividad e innovación	Presenta un proyecto original, con propuestas de mejoría y aplicaciones prácticas.	Presenta un proyecto completo, con algunos aportes propios.
Trabajo en equipo	Participa activamente, colabora y asume su rol en el equipo.	Colabora con el equipo, aunque no de manera constante.

Asimismo, una entrevista sencilla y de observación, permitió identificar la percepción del uso del simulador Tinkercad, en donde algunos alumnos respondieron a la pregunta *¿Qué beneficios obtuviste al utilizar el simulador para realizar tus prácticas?* con el fin de profundizar en la experiencia de los participantes, donde las respuestas fueron mayormente positivas:

“Me dio más confianza al pasar de la simulación al montaje físico.”

“Pude practicar varias veces sin miedo a equivocarme.”

Estos testimonios confirman que el simulador no solo apoyó el aprendizaje técnico, sino que también optimizó el proceso formativo en términos de accesibilidad, seguridad y motivación.

CONCLUSIONES.

La incorporación de ABP como metodología activa con la interacción del simulador Tinkercad, incrementan el progreso del pensamiento lógico y además favorecen el aprendizaje de compuertas lógicas y el diseño de circuitos digitales. Las evidencias significaron mejoras en el dominio conceptual, en la resolución de problemas, motivación y en el trabajo colaborativo; así como también el incremento en la motivación y en la percepción positiva de la materia.

La estrategia del uso del simulador digital fue eficaz y accesible. Sin embargo, se pudieron identificar limitaciones, como la falta de equipo, fallas en el servicio de internet o tiempo para el desarrollo de proyectos. Por tal motivo y como recomendación, se sugiere ampliar la muestra y utilizar nuevas

herramientas digitales como, CircuitVerse, CircuitLab, Proteus, etc., en los procesos de enseñanza-aprendizaje de circuitos electrónicos en la EMS.

Agradecimiento especial

Agradecemos de manera especial al Dr. Marcos Chacón Castro por su apoyo académico y motivacional, así como por compartir su experiencia y publicaciones, las cuales constituyeron una fuente de inspiración fundamental y contribuyeron de manera significativa al sustento metodológico de este trabajo.

De igual manera, expresamos nuestro agradecimiento al Centro Universitario Trilingüe Laguna por su disposición y respaldo institucional.

Asimismo, se reconoce el apoyo y las facilidades otorgadas por la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial y de Servicios (DGETI), que permitieron orientar y contextualizar adecuadamente la propuesta didáctica desarrollada.

Finalmente, se agradece la colaboración del CBTis No. 97 de Saltillo, Coahuila, particularmente de su cuerpo directivo y académico, por las condiciones propicias que posibilitaron el desarrollo, pilotaje y análisis de la intervención didáctica reportada en este artículo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chacón-Castro, M., Buele, J., López-Rueda, A. D., & Jadán-Guerrero, J. (2023). Pólya's methodology for strengthening problem-solving skills in differential equations: A case study in Colombia. *Computers*, 12(11), 239. <https://doi.org/10.3390/computers12110239>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). *An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning*. *Educational Researcher*, 38(5), 365–379. <https://doi.org/10.3102/0013189X09339057>
- Martínez, L., & Torres, M. (2021). Metodologías activas para el aprendizaje significativo en la educación tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 85(2), 55–72. <https://doi.org/10.35362/rie8524270>
- OCDE. (2023). *Resultados de PISA 2022: México*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. <https://www.oecd.org/pisa/>
- Pérez, A., & Cordero, J. (2022). Estrategias de innovación educativa con simuladores digitales en la enseñanza técnica. *Revista de Educación y Tecnología*, 14(3), 112–126. <https://doi.org/10.21500/20123456.5678>
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>
- Salmerón, L., Rodríguez, A., & Gutiérrez, R. (2021). Uso de simuladores virtuales para la enseñanza de circuitos eléctricos: Un estudio de caso en educación superior. *Educación XXI*, 24(2), 177–198. <https://doi.org/10.5944/educxx1.28561>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46179-3>

