



Uniandes Episteme. Revista digital de Ciencia,
Tecnología e Innovación
ISSN:
ISSN: 1390-9150
revista.editor@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes
Ecuador

Recurso tecnológico para la enseñanza del álgebra Booleana en compuertas lógicas. Una propuesta didáctica

 **Riofrio Sarmiento, Edwin Santiago**

 **Rodríguez Cabrera, Nathaly Lizbeth**

Recurso tecnológico para la enseñanza del álgebra Booleana en compuertas lógicas. Una propuesta didáctica

Uniandes Episteme. Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación, vol. 10, núm. 2, pp. 249-260, 2023

Universidad Regional Autónoma de los Andes

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=564676368009>

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Recurso tecnológico para la enseñanza del álgebra Booleana en compuertas lógicas. Una propuesta didáctica

Technological resource for teaching from Boolean algebra to logic gates. A didactic proposal

Edwin Santiago Riofrio Sarmiento

Universidad de Cuenca, Ecuador

edwin.riofrios@ucuenca.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-4311-4222>

Nathaly Lizbeth Rodríguez Cabrera

Instituto Universitario Tecnológico del Azuay, Ecuador

nathaly.rodriguez@tecazuay.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-1826-4763>

Uniandes Episteme. Revista digital de
Ciencia, Tecnología e Innovación, vol.
10, núm. 2, pp. 249-260, 2023

Universidad Regional Autónoma de los
Andes

Recepción: 05 Diciembre 2022

Aprobación: 24 Febrero 2023

Resumen: Este trabajo surge con la idea de aplicar una nueva metodología constructivista dentro del aula relacionando los contenidos educativos con la tecnología, para transformar la clase tradicional en una clase dinámica. El objetivo de este estudio fue desarrollar clases de matemática discreta con el uso de un software y valorar los resultados de la incorporación de este recurso. Para esto fueron diseñadas clases en el tema de álgebra booleana que utilizaron el software *Logic Friday* como apoyo a la clase. Luego se realizó una encuesta a 30 estudiantes de una carrera Técnica en Desarrollo de Software, sobre el uso del software para las clases de diagramas de circuitos y simplificación de estos. Los estudiantes indicaron que no usaban recursos tecnológicos para desarrollar sus clases. Mientras, en las clases donde se usó el software simulador, la explicación del profesor fue mucho mejor en relación con la comprensión de los temas y el aprendizaje de álgebra booleana. Además, indicaron que el software es dinámico, fácil de usar y que mejoraba su comprensión. Como parte de las conclusiones se determina que el uso de recursos tecnológicos en la clase ayuda a mejorar la comprensión de los estudiantes y lograr aprendizajes de calidad.

Palabras clave: software didáctico, software de código abierto, lógica matemática, enseñanza, educación.

Abstract: This work arises with the idea of applying a new constructivist methodology within the classroom, relating educational content with technology, to transform the traditional class into a dynamic education. The goal of this study was to develop discrete mathematics classes with the use of software and to assess the results of incorporating this resource. For this, classes were designed on the subject of Boolean algebra that used the Logic Friday software as support for the class. Then, a survey was carried out on 30 students of a Technical Software Development career, about the use of software for circuit diagram classes and their simplification. The students indicated that they did not use technological resources to develop their classes. Meanwhile, in the classes where the simulator software was used, the teacher's explanation was much better in relation to the understanding of the topics and the learning of Boolean algebra. In addition, they indicated that the software is dynamic and easy to use and that it improved their understanding. In conclusion, it is determined that the use of technological resources in the class helps to improve student understanding and to achieve quality learning.

Keywords: educational software, open source software, mathematical logic, teaching, education.

INTRODUCCIÓN

La investigación que se presenta, es una propuesta al docente de matemática discreta sobre el uso de un software simulador como principal recurso para el desarrollo de sus clases del álgebra Booleana, según Trejo et al. (2019) en la educación superior el uso de las TIC es beneficiosa y estimula el aprendizaje y comprensión de los contenidos, utilizando los recursos y aplicaciones Web 2.0 que permiten la construcción de nuevos conocimientos; es importante que la tecnología deba ir a la par con la educación ya que nos encontramos en un era tecnológica. Por esta razón las instituciones educativas están modificando el proceso de enseñanza con la finalidad de satisfacer las necesidades y demandas de los estudiantes en el Siglo XXI (Kale, 2018).

En este sentido, la tecnología debe ser utilizada para fortalecer la enseñanza de las matemáticas, además, que ésta puede ser empleada en el proceso cognitivo, para ir cambiando los métodos tradicionales memorísticos y mecánicos (Bueno Giraldo et al., 2016). Otro aporte importante que menciona Bravo y Quezada (2021), las tecnologías deben ser incorporadas a la educación como una herramienta que apoya el desarrollo de la clase y refuerza la comprensión de los temas. De esta forma se impulsa el desarrollo del pensamiento crítico y se enfatiza en los procesos de razonamiento en los estudiantes.

Este trabajo propone a los docentes de la Carrera en Tecnología Superior en Desarrollo de Software el uso del software simulador como recurso para la enseñanza del capítulo de Álgebra Booleana en la asignatura de Matemática Discreta, que está dentro del Proyecto de Plan de Carrera. Ante la Pandemia de Covid-19 para Inga Lindo y Aguirre Chávez (2021) la educación superior englobó enfoques holísticos, resaltando que es necesario utilizar las herramientas digitales de manera inteligente y que impulse el aprendizaje activo, tomando como base la educación virtual: asincrónica y sincrónica.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar las clases de la unidad de Álgebra Booleana con la aplicación de un software simulador. El mismo pretende contribuir al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos en el currículo de los estudiantes en la asignatura de Matemática Discreta. Se abordó en los temas de representación gráfica de compuertas lógicas, circuitos y simplificación de circuitos, en los cuales, se implementó el simulador *Logic Friday*.

Díaz Bayona (2021) en su cátedra explica que el Álgebra de Boole es un formalismo que conlleva a la creación de funciones lógicas donde las mismas relacionan una variable binaria de salida con una o más de entrada. Dichas funciones se basan en una serie de postulados y teoremas que imponen las reglas de juego entre dichas variables. Este proceso es muy abstracto y dificulta el entendimiento, sin embargo, Vázquez et al. (2018) comenta que con el uso de los entornos virtuales se pretende reducir lo abstracto en el manejo del conocimiento del Álgebra Booleana y la forma en que se comportará

el circuito electrónico al llevarlo a la práctica por medio de una simulación.

En la Ley Orgánica de la Educación Superior (LOES) del Ecuador, se establece el uso obligatorio de las tecnologías digitales en las instituciones de educación superior a través de programas informáticos con software libre (Asamblea Nacional, 2010). El software educativo utilizado es un recurso de acceso libre y código abierto el cual se puede copiar y redistribuir a un bajo costo, logrando que los establecimientos educativos puedan dotar de infraestructura tecnológica a todos sus docentes y laboratorios, como apoyo a las clases regulares, reduciendo la brecha digital (George, 2020).

El simulador *Logic Friday 1.1* se puede descargar en la web y es una herramienta gratuita para estudiantes, aficionados e ingenieros que trabajan con circuitos lógicos digitales heredados basados en paquetes IC estándar, en el programa se puede realizar: diagramas de puertas, tablas de verdad, ecuaciones lógicas, simplificar funciones, comparar funciones, entre otras cosas más; es un poderoso recurso tecnológico, que está adecuadamente planificado para ser usado en las clases, logrando aprendizajes significativos (Mena, 2019).

Boggess (2020) detalla, que los docentes deben estar en constante capacitación y se requiere un profesorado formado en el uso de las tecnologías, pero, sobre todo en el empleo pedagógico de las mismas, para lograr la comprensión de los contenidos. La motivación del profesorado hacia la implementación de los recursos tecnológicos según Pastor y López (2018) ha permitido diseñar variadas tareas y actividades, comprobando que se ha promovido un aprendizaje activo, cooperativo, reflexivo y significativo.

Los docentes pueden motivar a sus estudiantes a descubrir y construir sus propios conocimientos, mediante el análisis y la exploración, con el acompañamiento de una adecuada guía didáctica van a lograr resolver problemas, adquirir confianza y formar en ellos competencias en el área

MÉTODOS

Para concretar con éxito esta propuesta, la metodología aplicada es la investigación-acción práctica, centrándonos en el desarrollo y aprendizaje de los participantes. La propuesta se realiza durante el periodo académico 2021, aplicando esta clase a 30 estudiantes de la asignatura de Matemática Discreta, los cuales cursan el primer ciclo de la carrera de Tecnología Superior en Desarrollo de Software en el Instituto Superior Universitario Tecnológico del Azuay.

El procedimiento de este estudio se realiza en tres fases (diseño, desarrollo, evaluación). Una primera fase fue diseñar las clases desarrollando el tema de Álgebra Booleana, haciendo uso del recurso tecnológico como apoyo didáctico. Luego que las clases fueron desarrolladas, los estudiantes aplicaron sus conocimientos en la resolución de ejercicios por medio del simulador *Logic Friday*: construyendo circuitos y simplificándolos. Finalmente al término de la Unidad Didáctica, se encuestó a los participantes mediante la

aplicación de un cuestionario que incluye las siguientes variables: asimilación del conocimiento, desarrollo de habilidades, percepción de los estudiantes sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje y uso del simulador *Logic Friday*, con el fin de recopilar sus criterios con respecto al uso del software simulador dentro de las clases, innovando la metodología en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Booleana.

RESULTADOS

Como resultados de esta investigación se tienen dos partes. La primera constituye dos clases que fueron diseñadas y desarrolladas con los estudiantes de la Carrera de Desarrollo de Software, donde se aplicó el programa *Logic Friday* para impartir los contenidos del Álgebra de Boole en circuitos y simplificación de ellos. La segunda parte incluye la presentación de resultados de una encuesta aplicada a los estudiantes acerca de su experiencia. Una de las preguntas realizadas en este cuestionario se les realizó a los estudiantes que no recibieron sus clases con ningún Software de simulación como herramienta de apoyo durante el proceso de aprendizaje sobre el Álgebra Booleana y finalmente las siguientes preguntas son aplicadas a los estudiantes que recibieron el tema con el apoyo de este recurso tecnológico.

Durante las clases de compuertas lógicas se usó el software libre *Logic Friday*, esta aplicación permite hacer tablas de verdad de una función lógica, ingresando el número de entradas y salidas que deseamos, véase la Figura 1.

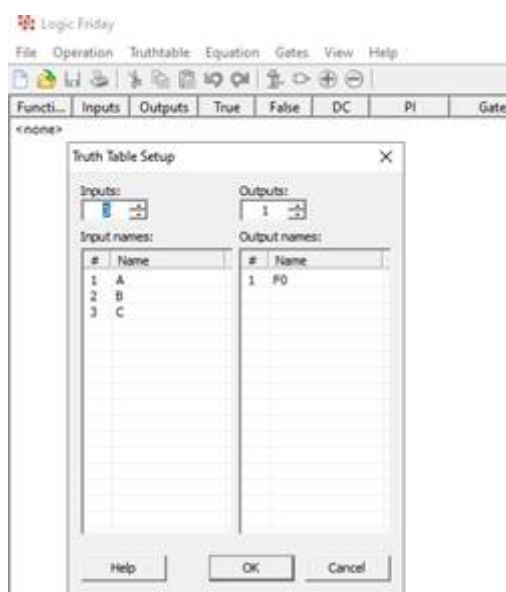
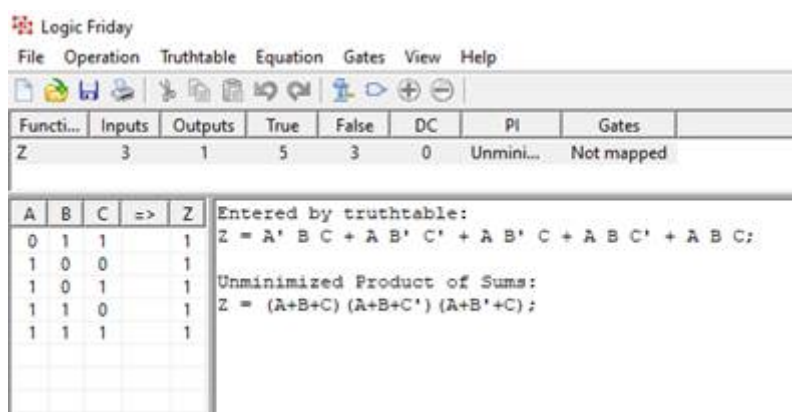


Figura 1

Ingreso de datos para la tabla de verdad en el programa Logic Friday

Cabe señalar que los valores binarios de entrada A, B y C vienen ya dados, y los valores binarios de salida dependen del problema que se va a dar solución y automáticamente el programa obtiene la forma

canónica de la solución en suma de productos o también ver de otra manera la solución en un producto de sumas, véase la Figura 2.



Logic Friday

File Operation Truthtable Equation Gates View Help

Funci...	Inputs	Outputs	True	False	DC	PI	Gates
Z	3	1	5	3	0	Unmini...	Not mapped

A	B	C	=>	Z
0	1	1		1
1	0	0		1
1	0	1		1
1	1	0		1
1	1	1		1

Entered by truthtable:
 $Z = A' B C + A B' C' + A B' C + A B C' + A B C$

Unminimized Product of Sums:
 $Z = (A+B+C) (A+B+C') (A+B'+C)$

Figura 2

Solución de la tabla de verdad en suma de productos

El álgebra de Boole permite la comprensión y facilita el manejo de diferentes dispositivos que manipulan señales eléctricas, tales como las compuertas y los circuitos lógicos. Un bloque lógico es una representación simbólica gráfica de una o más variables de entrada a un operador lógico para obtener una señal de salida. En la figura 3 se observa del diseño de un circuito de la función $Z = A'BC + AB'C' + AB'C + ABC' + ABC$.

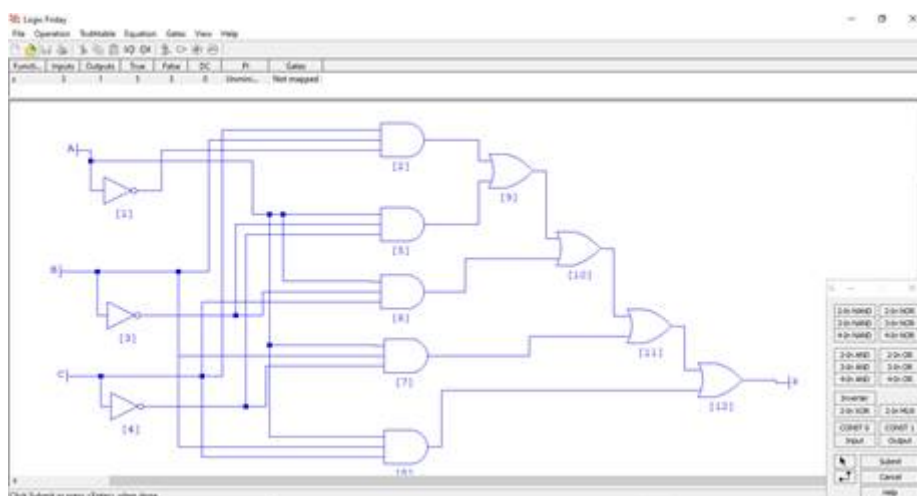


Figura 3

Diseño de un circuito de la función Z

Mediante el uso de este software se logra que el estudiante mejore sus habilidades de identificación al facilitar la representación de una función canónica en un circuito lógico, y entender cómo a partir del gráfico se comprueba las combinaciones para obtener la función de salida. Una vez que el circuito realizado esté funcionando correctamente, el programa automáticamente obtiene la tabla de verdad y la función, como en la Figura 4.

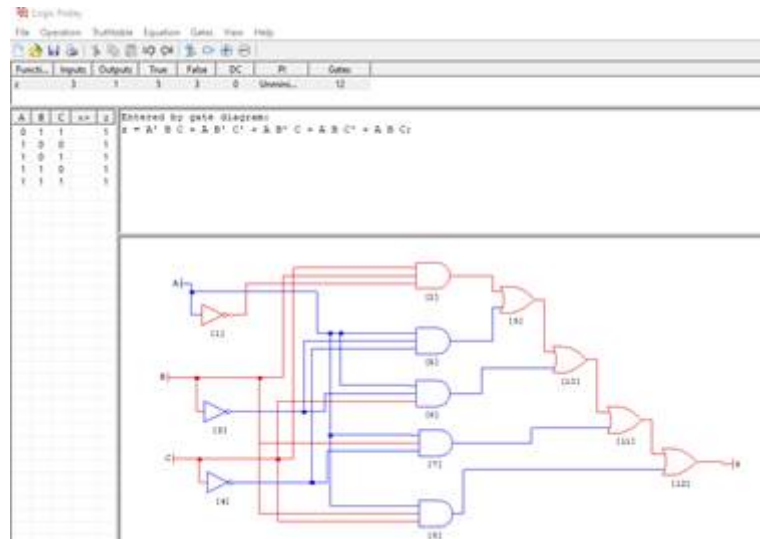


Figura 4

Comprobación del circuito realizado de la función Z

El software *Logic Friday* es muy potente puede también realizar operaciones de simplificación ya sea dibujando el diagrama, introduciendo la función o introduciendo la tabla de verdad, para reducir la complejidad del circuito, es decir; obtener la misma expresión, pero simplificada, véase la Figura 5.

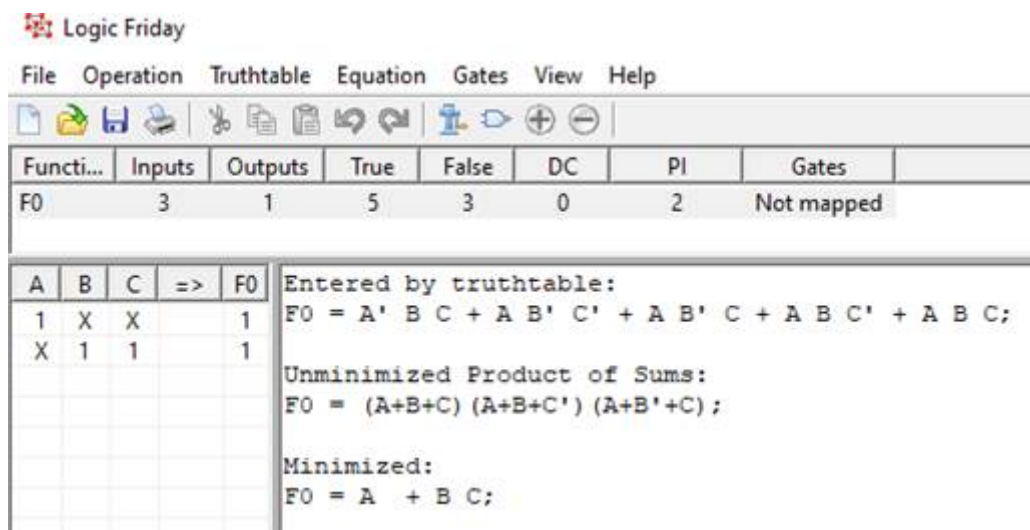


Figura 5

Simplificación de la función Z

A su vez el software *Logic Friday* puede realizar el gráfico del circuito de la función simplificada, véase la Figura 6.

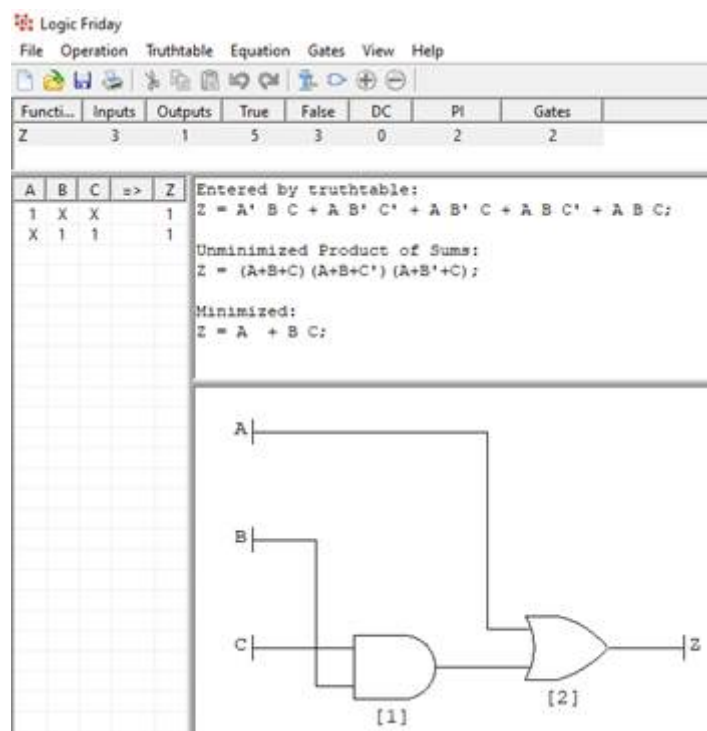


Figura 6

Circuito equivalente de la función Z

Una vez desarrolladas las clases y con el objetivo de evaluar los resultados de la incorporación de este recurso, se aplicó a los estudiantes la encuesta. Se contó con la participación de 30 estudiantes y se obtuvieron los siguientes resultados:

Una primera pregunta aplicada previamente al desarrollo de esta propuesta indaga los recursos tecnológicos que han sido usados por los docentes, para enseñar temas relacionados con la Matemática. Según el análisis de los datos el 66,67% de los participantes indicaron que nunca utilizaron herramientas tecnológicas dentro de sus clases de matemáticas. Mientras que, el 10% de los encuestados contestó que siempre han usado recursos tecnológicos para fortalecer el aprendizaje (ver Tabla 1.). De los datos recabados, los recursos tradicionales se usaron más en las clases de matemáticas.

Tabla 1

Uso de Tecnología en clases de matemáticas

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Siempre	3	10%
Casi siempre	1	3,33%
Algunas Veces	6	20%
Nunca	20	66,67%
No Responde	0	0%

Las siguientes preguntas están encaminadas a analizar el impacto de *Logic Friday* por medio de las siguientes variables: la asimilación del conocimiento, percepción de los estudiantes sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje y uso del Simulador *Logic Friday*. A

continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre la incorporación de este recurso tecnológico en la Unidad didáctica del Álgebra Booleana durante el periodo académico 2021.

De acuerdo con la pregunta de que si los estudiantes lograron asimilar y comprender el tema desarrollado se obtuvieron los siguientes resultados: el 80% de los encuestados respondieron que *Logic Friday* ayuda a la comprensión de la simplificación de circuitos. Asimismo, los participantes piensan que este simulador propicia la asimilación del conocimiento por medio de la construcción de circuitos (66,67 %) y aplicación de circuitos digitales (70 %). La Tabla 2 muestra los resultados en detalle.

Tabla 2

Logro de Aprendizaje

Opciones	Mucho	Bastante	Regular	Poco	Nada
Diseño de circuitos	20 (66,67%)	7 (23,33%)	3 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
Construcción de circuitos digitales	20 (66,67%)	7 (23,33%)	3 (10%)	0 (0%)	0 (0%)
Simulación de Circuitos digitales	18 (60%)	11 (36,67%)	1 (3,33%)	0 (0%)	0 (0%)
Simplificación de circuitos digitales	24 (80%)	5 (16,67%)	1 (3,33%)	0 (0%)	0 (0%)
Aplicación de circuitos digitales	21 (70%)	8 (26,67%)	1 (3,33%)	0 (0%)	0 (0%)

La segunda variable del estudio sobre la percepción de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se cuestionó si el software *Logic Friday* facilita la resolución de un problema de circuitos. El 70% de los encuestados indicaron que fue mucho más fácil resolver problemas de circuitos con la aplicación de este recurso tecnológico, como se indica en la Figura 7.

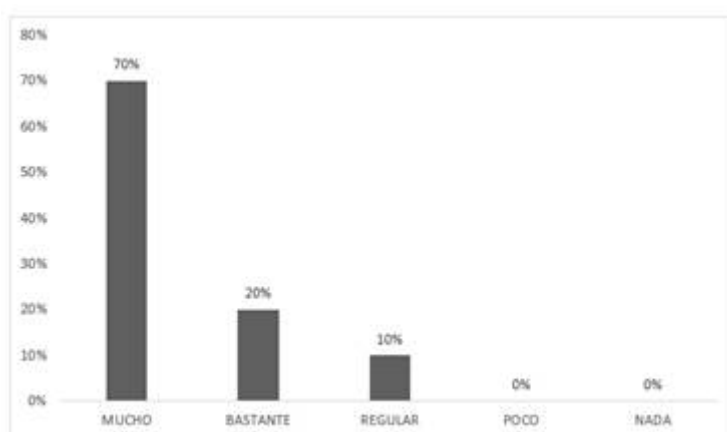


Figura 7

Facilidad de utilizar Logic Friday en un problema

La siguiente variable a analizar se trata sobre el uso del Simulador *Logic Friday*, el 76,67% de encuestados indicaron que fue fácil el uso de esta herramienta en el proceso de enseñanza aprendizaje.

La Tabla 3 nos muestra que la mayoría de los participantes están localizados en la categoría Mucho: útil (83,33 %), rápido (76,67 %), sencillo (80 %), agradable (80 %) y fácil (76,67 %); dándonos a entender que esta herramienta tecnológica es apta para el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Booleana.

Tabla 3
Simulador Logic Friday

Opciones	Mucho	Bastante	Regular	Poco	Nada
Fácil	23 (76,67%)	6 (20%)	1 (3,33%)	0 (0%)	0 (0%)
Agradable	24 (80%)	5 (16,67%)	1 (3,33%)	0 (0%)	0 (0%)
Sencilla	24 (80%)	6 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Rápida	23 (76,67%)	7 (23,33%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Útil	25 (83,33%)	3 (10%)	2 (6,67)	0 (0%)	0 (0%)

Dado que los estudiantes se preparan para ejercer el Desarrollo de Software a nivel de Tecnología, se les consultó si es beneficioso la relación del contenido teórico de la materia con la tecnología. Obteniendo que el 80% (24 estudiantes) de los encuestados indicaron que SI es beneficio utilizarlos dentro de sus clases de matemática y el 20% (6 estudiantes) no están de acuerdo. Esta pregunta se la hizo para saber si consideran importante los recursos tecnológicos en su campo de formación teórica.

Cabe mencionar que los estudiantes se mostraron motivados durante el proceso educativo de la unidad de Álgebra Booleana; incluso, expresan que el simulador permite comprobar los resultados y mejorar el aprendizaje:

- “Si, me ayudó a comprobar los resultados” (Estudiante 1, femenino, 19 años).
- “Sí, muy motivado y me agradó” (Estudiante 11, masculino, 19 años).
- “Sí, ayuda a entender mejor” (Estudiante 7, masculino, 19 años).
- “Sí, facilita los procesos” (Estudiante 9, femenino, 19 años).

DISCUSIÓN

El uso de recursos tecnológicos permite establecer una nueva metodología en el desarrollo de las actividades en el aula de clases (Grisales Aguirre, 2018). En particular, esta investigación se apoya en el modelo constructivista, donde se promueve la innovación del contexto de enseñanza-aprendizaje relacionado con el tema del Álgebra Booleana a través del simulador *Logic Friday*.

Un estudio realizado a los estudiantes de ciencias computacionales de la universidad de La Salle México por Salas (2018), describe que el modificar las condiciones de enseñanza-aprendizaje en la unidad didáctica de Álgebra Booleana por medio de la incorporación del simulador Crocodile, que es un simulador similar al trabajado, pero de pago, permite a los universitarios verificar los resultados de los ejercicios sobre los circuitos digitales.

Los métodos tradicionales de simplificación del Álgebra de Boole requieren un total de diez pasos, para completarlos y en algunos casos, es necesario utilizar más de un postulado, identidad o propiedad, mientras que el método del mapa de Karnaugh requiere de tres pasos. En comparación con el uso del recurso tecnológico el simulador *Logic Friday* se puede optimizar tiempo ya que automáticamente obtenemos la simplificación solicitada, como menciona Pérez et al. (2022) el uso de la tecnología en el aula ayuda que las clases sean menos teóricas y más divertidas, lo que genera que los estudiantes asimilen más y mejor los conocimientos.

Esta investigación comparte las ideas de diversos autores como: Jiménez Hernández et al, (2020) relacionadas al enfoque constructivista y al uso de la tecnología, aplicando el software en las clases de Álgebra Booleana, para lograr fortalecer el aprendizaje en un entorno de aprendizaje mixto (teoría y práctica). Esta propuesta educativa brinda a los estudiantes la oportunidad de reforzar el aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por último, la implementación de este recurso tecnológico representa una alternativa para innovar y actualizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas. En particular, el simulador *Logic Friday* permitió a los alumnos de Desarrollo de Software vincular los conocimientos teóricos sobre el Álgebra Booleana con el campo profesional.

CONCLUSIONES

Los alumnos de la asignatura de Matemática Discreta utilizaron los conceptos teóricos relacionados con el Álgebra Booleana en el campo del Desarrollo de Software por medio de la construcción, el diseño y la simulación de diversos circuitos digitales, con el uso de *Logic Friday*.

El trabajo guarda coherencia con un enfoque constructivista de la educación, donde, los estudiantes mediante la experimentación generan sus propios aprendizajes y el docente es quien los guía.

Además, los estudiantes mencionaron que se les facilita la comprensión del tema, se emplea un menor tiempo para construir los circuitos, se puede realizar la comprobación de los circuitos y mejorar la presentación.

Asimismo, los estudiantes de la Carrera Tecnología Superior en Desarrollo de Software se encuentran satisfechos y motivados al utilizar el simulador *Logic Friday* durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, se considera que implementar el uso de tecnología en las clases de Matemática Discreta ayuda a optimizar tiempo y recursos, pero sobre todo contribuye a una mejor comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes. El uso del software *Logic Friday* es un recurso tecnológico que complementa las clases planificadas por los docentes, para lograr una interacción didáctica con sus estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje.

REFERENCIAS

- Asamblea Nacional. (2010). *Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)*. (Registro Oficial Suplemento 298 de 12-oct.-2010). <https://n9.cl/i20xu>
- Díaz Bayona, L. A. (2021). Una aplicación práctica de la lógica proposicional y el álgebra de Boole a circuitos Serie-Paralelo. *Eleutheria*, 17(64). <https://n9.cl/p72h8>
- Bogges, L. B. (2020). Innovación en la capacitación docente online. *Revista española de pedagogía*, 78(275), 73-87. <https://doi.org/10.22550/REP78-1-2020-01>
- Bravo, F., & Quezada, T. (2021). Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en el Bachillerato. *RECUS Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad*, 6(1), 19-27. <https://doi.org/10.33936/recus.v6i1.2404>
- Bueno Giraldo, I., Monroy Toro, S., & Sierra Llorente, J. (2016). Análisis del uso de las tecnologías TIC por parte de los docentes de las Instituciones educativas de la ciudad de Riohacha. *Omnia*, 22(2), 50-64. <https://n9.cl/8cbjw>
- George, C. E. (2020). Alfabetización y alfabetización digital. *Transdigital*, 1(1). <https://doi.org/10.56162/transdigital15>
- Grisales Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198-214. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.24751>
- Inga Lindo, D., & Aguirre Chávez, F. (2021). El enfoque de la educación virtual desde una perspectiva holístico frente a la pandemia del COVID – 19. *Cátedra*, 4(1), 81-97. <https://doi.org/10.29166/catedra.v4i1.2727>
- Jiménez Hernández, E. M., Oktaba, H., Díaz Barriga, F., & Piattini, M. (2020). Using web-based gamified software to learn Boolean algebra simplification in a blended learning setting. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1591-1611. <https://doi.org/10.1002/cae.22335>
- Kale, U. (2018). Technology valued? Observation and review activities to enhance future teachers' utility value toward technology integration. *Computers & Education*, 117(1), 160-174. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.10.007>
- Mena, S. (2019). Diseño de actividades lúdicas utilizando recursos tecnológicos digitales. *En Décimo Coloquio de Profesores de Preparatorias Ibero, México*. <https://n9.cl/4xybv>
- Pastor, R. S., & López, O. C. (2018). Recursos tecnológicos y educativos destinados al enfoque pedagógico Flipped Learning. *Revista de Docencia Universitaria*, 16(1), 155-174. <https://doi.org/10.4995/redu.2018.8921>

- Pérez, J., Flores, J. L., Blum, C., Cerquides, J., & Abuin, A. (2021). Optimization Techniques and Formal Verification for the Software Design of Boolean Algebra Based Safety-Critical Systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 18(1), 620-630. <https://doi.org/10.1109/TII.2021.3074394>
- Salas, R. (2018). Impacto del Modelo de Reingeniería Lowenthal en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas. *Gestión de las Personas y Tecnología*, 11(32), 86-105. <https://n9.cl/9pui4>
- Trejo, C. A., Párraga, V. V., Cisneros, J. C., & Triviño, C. (2019). El uso de la TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los docentes en las Universidades del Ecuador. *Espacios*, 40(2). <https://n9.cl/zwfq6q>
- Vázquez, A., Contreras, L., & Navarro, A. (2018). *Enseñanza de Matemáticas Discretas (Álgebra Booleana) empleando entornos virtuales de aprendizaje*. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora. <https://n9.cl/ulvva>