

5. Aula invertida y estrategias didácticas en lógica matemática: un análisis comparativo en educación superior



MIREYA CACHO RUÍZ*

LILIANA SERRANO ZÚÑIGA**

HORACIO GÓMEZ RODRÍGUEZ***

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.366.05>

Resumen

El presente artículo analiza los resultados obtenidos tras la implementación de estrategias didácticas basadas en el modelo de aula invertida, dentro de la Unidad de Aprendizaje de Lógica Matemática. Estas estrategias fueron diseñadas para estudiantes de primer semestre del nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Informática del Centro Universitario de la Ciénega, ubicado en Ocotlán, Jalisco, México. Para el desarrollo del estudio, se seleccionaron tres unidades de competencia: conceptos básicos de lógica matemática, aprendizaje basado en problemas y expresiones aritméticas. En cada unidad se aplicó una estrategia didáctica específica, estructurada en forma de asignaciones y desarrollada mediante una plataforma educativa digital. Como parte del análisis, se compararon los resultados académicos obtenidos por los estudiantes durante el semestre en que se implementaron las estrategias (2024A), con aquellos del semestre anterior, en el que se utilizó una metodología tradicional (2023B). Los hallazgos muestran una mejora significativa en el desempeño académico de los estudiantes, lo cual evidencia la efectividad del uso de estrategias didácticas apoyadas en el aula invertida y en el uso de tecnologías educativas.

* Maestra en Computación Aplicada. Profesora de tiempo completo de la Universidad de Guadalajara, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8456-5812>

** Doctora en Ciencias de la Educación. Profesora de tiempo completo de la Universidad de Guadalajara, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4370-3826>

*** Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor de tiempo completo de la Universidad de Guadalajara, México ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0300-1749>

Palabras clave: *aula invertida, estrategias didácticas, lógica matemática, tecnología educativa.*

Introducción

La enseñanza de la lógica matemática ha representado un reto constante debido a su complejidad y abstracción. Los estudiantes a menudo encuentran dificultades para abordar conceptos básicos de la lógica matemática, aprendizaje basado en problemas, expresiones aritméticas, tablas de verdad y lógica de predicados, entre otros. En este contexto, las estrategias didácticas innovadoras pueden ofrecer alternativas para facilitar la comprensión de estos temas. Aunado a lo anterior y de manera particular, el modelo pedagógico de aula invertida emerge como una estrategia eficaz para mejorar el aprendizaje de la lógica matemática, permitiendo una mayor participación activa de los estudiantes y promoviendo un aprendizaje autónomo y colaborativo.

En la actualidad, la educación y las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), van de la mano. Los estudiantes cuentan con acceso a las TIC a través de dispositivos móviles o desde una computadora con acceso a internet, facilitando el acceso a contenido educativo y materiales, en cualquier momento y ubicación.

Marco teórico

En el ámbito informático, la lógica matemática no solo es un contenido académico, sino una herramienta intelectual que permite estructurar algoritmos, formalizar lenguajes de programación, diseñar sistemas expertos, y modelar bases de datos y redes. Por ello, su dominio es esencial para la práctica profesional. Como afirman García y Moreno (2017), el conocimiento lógico potencia la capacidad de abstracción, análisis y modelado, habilidades clave para cualquier informático.

De acuerdo con Ausubel (2002), el aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos conocimientos pueden anclarse en conceptos relevantes y

previos del estudiante. Por tanto, una estrategia didáctica bien diseñada debe partir del contexto de los estudiantes, integrando su experiencia con la tecnología y su orientación profesional hacia el desarrollo de software y sistemas computacionales.

En este sentido, Pozo y Monereo (2005) destacan que las estrategias deben favorecer un aprendizaje activo, autorregulado y reflexivo. Aplicado a lógica matemática, esto implica utilizar métodos didácticos que permitan al estudiante manipular conceptos, resolver problemas auténticos y verificar resultados mediante lenguajes formales o herramientas digitales.

El modelo de Aula Invertida se adapta perfectamente a la enseñanza de la lógica matemática, pues permite a los estudiantes abordar los contenidos teóricos a su propio ritmo y dedicar el tiempo en clase a la aplicación práctica y la resolución de problemas. O’Flaherty y Phillips (2015) destacan que, en este enfoque, los estudiantes pueden acceder a los contenidos de manera flexible y dedicar más tiempo a la discusión de problemas complejos en el aula.

En el contexto de la lógica matemática, el Aula Invertida se puede aplicar de la siguiente manera:

Exploración teórica previa: Los estudiantes estudian los conceptos de lógica matemática, como las proposiciones, tablas de verdad y reglas de inferencia, utilizando recursos como videos explicativos, lecturas interactivas y ejercicios previos. Según Strayer (2012), este enfoque permite que los estudiantes tengan una comprensión preliminar de los contenidos antes de la clase.

Actividades en clase: Durante el tiempo presencial, los estudiantes participan en actividades de aplicación, como la resolución de ejercicios de tablas de verdad, construcción de argumentos lógicos y pruebas matemáticas. La interacción con los compañeros y el docente les permite consolidar y profundizar su conocimiento.

Retroalimentación continua: El docente actúa como facilitador, proporcionando retroalimentación inmediata y guiando a los estudiantes en la resolución de problemas y la corrección de errores. Según Garrison et al. (2001), esta interacción facilita un aprendizaje colaborativo y significativo.

Los beneficios del Aula Invertida en la enseñanza de la lógica matemática incluyen:

Mayor autonomía y personalización: Los estudiantes controlan su propio ritmo de aprendizaje fuera del aula, lo que les permite revisar los contenidos de manera flexible y adaptada a sus necesidades.

Mayor interactividad y participación: Al dedicarse el tiempo en clase a actividades prácticas, los estudiantes tienen más oportunidades para discutir y aplicar los conceptos en situaciones reales.

Mejor comprensión y retención: La combinación de aprendizaje autónomo y actividades prácticas facilita la comprensión y retención a largo plazo de los contenidos lógicos (Bergmann y Sams, 2012).

Fomento de habilidades de pensamiento crítico: Al trabajar en la resolución de problemas lógicos en un entorno colaborativo, los estudiantes desarrollan habilidades críticas esenciales para su formación matemática (Paul, 2013).

A pesar de los beneficios, la implementación del Aula Invertida puede presentar algunos desafíos. O'Flaherty y Phillips (2015) mencionan que algunos de los obstáculos más comunes son:

- **Acceso a tecnología:** no todos los estudiantes tienen acceso a recursos digitales, lo que puede dificultar la implementación del Aula Invertida.
- **Resistencia al cambio:** tanto docentes como estudiantes pueden mostrar resistencia a adaptarse a un nuevo modelo de enseñanza, especialmente si están acostumbrados al enfoque tradicional.
- **Preparación de materiales adecuados:** el diseño de materiales y recursos educativos efectivos requiere tiempo y esfuerzo por parte del docente.

Descripción del método

En la investigación presentada por Cacho et al. (2023), se propone el diseño de tres estrategias didácticas para promover el interés y mejorar el desempeño de los alumnos inscritos en la Unidad de Aprendizaje de Lógica Matemática, específicamente en las siguientes unidades de competencia: conceptos básicos de lógica matemática, aprendizaje basado en problemas y

expresiones aritméticas. Empleando un enfoque orientado hacia la resolución de problemas computacionales, con el objetivo de que el alumno adquiriera las destrezas y habilidades lógico matemáticas necesarias para la realización de aplicaciones computacionales.

Dentro de las propuestas presentadas por Cacho et al. (2023, pp. 176-179), en la tabla 5.1, se propone una estrategia para la unidad de competencia de Aprendizaje basado en problemas, con el objetivo de lograr que el alumno adquiriera conocimientos, habilidades y actitudes en grupos pequeños, para determinados objetivos de aprendizaje o resolución de problemas.

Tabla 5.1 *Estrategia para el contenido de Aprendizaje basado en problemas*

Unidad de competencia	Introducción al razonamiento lógico matemático.
Objetivo	Que el alumno adquiriera conocimientos, habilidades y actitudes en grupos pequeños, para determinados objetivos de aprendizaje o resolución de problemas.
Contenido de aprendizaje	Aprendizaje basado en problemas. En el <i>classroom</i> de la materia, el profesor activará una tarea donde se pondrán a disposición de los estudiantes las siguientes ligas a videos en internet, para que los estudiantes los analicen y se familiaricen con los conceptos básicos del Aprendizaje basado en problemas.
Actividad de inicio	"Soy Docente: Aprendizaje basado en problemas" https://youtu.be/cleUSP8HG1Y "Aprendizaje basado en problemas" https://youtu.be/snXKFCJ7SEA
Actividades de desarrollo	Dentro del aula, el profesor dialogará con los estudiantes e indagará sobre los videos visto previamente. El docente activará un foro de debate en el <i>classroom</i> , en el cual cada alumno deber externar su opinión sobre las siguientes interrogantes, además cada alumno deberá argumentar sobre la opinión de al menos tres de sus compañeros:
Actividades de evaluación y cierre	1. ¿Qué entiendes por aprendizaje basado en problemas? 2. ¿Qué ventajas encuentras en utilizar la metodología de Aprendizaje basado en problemas?
Recursos de apoyo	Los alumnos pueden consultar libremente videos adicionales.
Producto	Cada alumno deberá argumentar y dejar plasmada su opinión en el <i>classroom</i> , sobre la aportación en el foro de al menos tres de sus compañeros.

Fuente: Cacho et al. (2023, pp. 176-177).

En la tabla 5.2 se observa una estrategia para la unidad de competencia de Conceptos básicos de lógica matemática, con el objetivo de lograr que el

alumno conozca y utilice vocabulario necesario, argumentar ideas y favorecer el pensamiento crítico.

Tabla 5.2. Estrategia para el contenido de aprendizaje Conceptos básicos de lógica

Unidad de competencia	Conceptos básicos de lógica.
Objetivo	Que el estudiante conozca y adquiera vocabulario, para que sea capaz de argumentar ideas y fomentar el pensamiento crítico en relación a la Lógica Matemática.
Contenido de aprendizaje	Conceptos básicos de lógica. El profesor activará el <i>classroom</i> de la materia, una tarea donde los estudiantes investigarán los conceptos de:
Actividad de inicio	• Lógica • Lógica matemática • Conjunto • Expresión matemática Dentro del aula:
Actividades de desarrollo	• El profesor inicia con una sesión de preguntas sobre los conceptos investigados. • El profesor realizará una retroalimentación mediante la utilización del <i>Jamboard</i> creado para la materia, en el cual mediante ejemplos se pretende complementar la información o disipar alguna duda que se tenga sobre los conceptos que se analizaron.
Actividades de evaluación y cierre	Con los conceptos investigados previamente a la clase, la retroalimentación en el aula, en grupos máximo de cinco personas, se elaborará un mapa conceptual en el que se recuperen e ilustren los conceptos investigados y analizados.
Recursos de apoyo	Los alumnos pueden consultar libremente en internet, además de la siguiente bibliografía sugerida: José Alfredo Jiménez Murillo (2014). <i>Matemáticas para la computación</i> . AlfaOmega.
Producto	De manera individual, el alumno subirá al <i>classroom</i> de la materia un mapa conceptual, esto con la finalidad de que el estudiante logre incorporar a su aprendizaje nuevos conceptos y relaciones semánticas entre éstos.

Fuente: Cacho et al. (2023, pp. 177-178).

En la tabla 5.3 se propone una estrategia para la unidad de competencia de Expresiones aritméticas.

Tabla 5.3. Estrategia para el contenido de aprendizaje de expresiones aritméticas

Unidad de competencia	Expresiones aritméticas.
Objetivo	Que el alumno conozca las reglas básicas y utilice correctamente los operadores, para construir expresiones aritméticas relacionadas con los cálculos a efectuar en un proceso dado, en función de las características del problema a resolver.
Contenido de aprendizaje	Evaluación de expresiones aritméticas.
Actividad de inicio	En el classroom de la materia, el profesor activará una tarea con las siguientes ligas a videos en internet, para que los estudiantes los analicen sobre las expresiones aritméticas en diversos lenguajes de programación. “Expresiones Aritméticas y Lógicas en Programación” https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=rGLatJ45_Tw “Expresiones en C” https://youtu.be/x9dx00lp2xc
Actividades de desarrollo	• Los estudiantes deberán acceder a las ligas antes citadas, correspondientes a videos en internet; revisar y analizar la información proporcionada con el objetivo de que conozcan y logren desarrollar expresiones correctas en programas o aplicaciones del mundo real. • El estudiante resolverá los ejercicios prácticos que vienen señalados en el classroom de la materia. Dentro del aula: • El profesor inicia con una sesión de preguntas sobre los videos • El profesor realizará una retroalimentación mediante la utilización del <i>Jamboard</i> de la materia, el cual contendrá información a cerca del tema y resolverá algunos de los ejercicios para que los alumnos comparen los resultados y realicen correcciones si son necesarias.
Actividades de evaluación y cierre	1. El alumno escribirá un programa en Java donde se utilicen las expresiones aritméticas de los ejercicios propuestos en el <i>classroom</i> de la materia, para comparar si los resultados obtenidos manualmente son los mismos que arroja como resultado el programa.
Recursos de apoyo	Los alumnos pueden consultar libremente en internet, además de la siguiente bibliografía sugerida: José Alfredo Jiménez Murillo (2014). <i>Matemáticas para la computación</i>. AlfaOmega.
Producto	1. Subir a la plataforma los ejercicios prácticos ya resueltos y el archivo que contenga el código fuente propuesto como actividad de cierre.

Fuente: Cacho et al. (2023, pp. 178-179).

Para el presente caso de estudio, las estrategias anteriores se utilizaron durante el calendario 2024A y se aplicaron a 15 alumnos de primer semestre inscritos en la Unidad de Aprendizaje de Lógica Matemática, pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Informática.

Se eligió la plataforma educativa Google Classroom como medio para la implementación de las estrategias didácticas, dado que tanto el alumnado

como el profesorado del Centro Universitario de la Ciénega tienen cuentas institucionales de Google (Gmail). Esta elección se fundamenta, además, en la versatilidad de la plataforma, que permite el acceso desde dispositivos con sistemas operativos Android, iOS y de escritorio, facilitando así la participación y el seguimiento de las actividades académicas desde diversos entornos tecnológicos.

Resultados

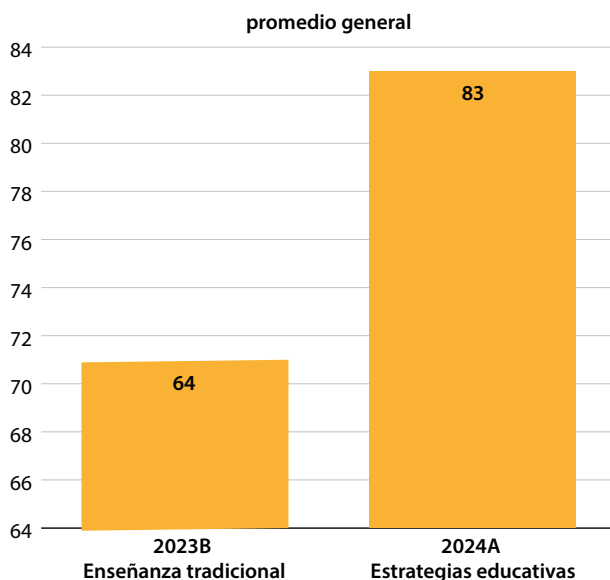
En el ámbito universitario, especialmente en carreras tecnológicas como Ingeniería en Informática, el aula invertida ha mostrado mejorar significativamente el rendimiento académico y el compromiso del estudiante. Lo y Hew (2017) realizaron una revisión sistemática de estudios en educación superior, concluyendo que el modelo *flipped classroom* mejora la comprensión conceptual, promueve el pensamiento crítico y genera una actitud más positiva hacia el aprendizaje.

Además, estudios como el de Thai et al. (2017), desarrollados en cursos de matemáticas e informática, evidencian que los estudiantes en entornos invertidos obtienen mejores calificaciones y desarrollan habilidades de autorregulación del aprendizaje en comparación con aquellos en entornos tradicionales.

En este contexto, se llevó a cabo una investigación orientada a analizar el impacto del uso de estrategias didácticas y el modelo de Aula Invertida, en el aprendizaje de la Unidad de Aprendizaje de Lógica Matemática. La intervención se desarrolló durante el calendario escolar 2024A, en la que participaron 15 estudiantes como muestra experimental. Durante el curso, se abordaron tres unidades de competencia: conceptos básicos de lógica matemática, aprendizaje basado en problemas y expresiones aritméticas. En lugar de emplear el enfoque tradicional, se aplicaron estrategias didácticas previamente diseñadas bajo el modelo de aula invertida, utilizando videos explicativos, guías de estudio y actividades interactivas que los estudiantes debían revisar previamente desde casa. El tiempo en clase se destinó a resolver problemas prácticos, fomentar el trabajo colaborativo y aplicar conocimientos en contextos reales.

Al finalizar el curso, se aplicó un examen con el objetivo de evaluar el nivel de aprendizaje alcanzado. Los resultados mostraron un promedio general de 83 puntos entre los estudiantes de la muestra experimental. Para contrastar estos resultados, se consideró un grupo control conformado por alumnos que cursaron la misma Unidad de Aprendizaje durante el calendario 2023B, pero que recibieron instrucción mediante un método tradicional centrado en la exposición del docente. En este grupo, el promedio general fue de 71 puntos. La diferencia de 12 puntos representa un incremento relativo de 16.9%, lo cual constituye una mejora significativa en términos de rendimiento académico. Estos datos se visualizan claramente en la gráfico 5.1, donde se aprecia la evolución positiva entre ambos calendarios.

Gráfico 5.1. *Beneficio reportado mediante la aplicación de estrategias educativas y uso de aula invertida*



Fuente: elaboración propia.

Los hallazgos de esta investigación coinciden con los reportados en estudios previos sobre el uso de estrategias y uso de aula invertida, donde se destaca una mayor participación estudiantil, mejora en la comprensión de

conceptos y desarrollo de habilidades para el trabajo autónomo y colaborativo Cacho et al. (2017). Asimismo, los resultados obtenidos permiten inferir que la implementación de estrategias pedagógicas activas, como el aula invertida, puede contribuir a mejorar significativamente los niveles de aprendizaje, especialmente en áreas tradicionalmente percibidas como complejas, como la Lógica Matemática.

La implementación del modelo de aula invertida en la Unidad de Aprendizaje de Lógica Matemática representa una propuesta didáctica innovadora, pero no exenta de desafíos. En primer lugar, uno de los principales obstáculos radica en la disposición y autonomía del estudiantado para asumir un rol activo en el proceso de aprendizaje. Muchos estudiantes no están acostumbrados a preparar previamente los contenidos teóricos desde casa, lo que puede limitar el aprovechamiento de las actividades prácticas en el aula. En segundo lugar, se identifican dificultades en la adaptación del contenido abstracto y altamente estructurado de la lógica matemática a formatos digitales dinámicos, como videos o simulaciones, sin comprometer la rigurosidad conceptual. Además, desde la perspectiva docente, se requiere una planificación exhaustiva para diseñar materiales adecuados, así como competencias tecnológicas y pedagógicas específicas. Otro reto es la equidad en el acceso a los recursos tecnológicos, ya que no todos los estudiantes cuentan con dispositivos o conectividad estable, lo que puede generar brechas en el aprendizaje. Por último, es necesario superar resistencias institucionales y culturales frente a metodologías no tradicionales. Estos desafíos implican una reconfiguración tanto del rol docente como del entorno de enseñanza-aprendizaje, y requieren estrategias de acompañamiento, formación docente y evaluación continua para garantizar su efectividad.

Conclusiones

La enseñanza de la lógica matemática en educación superior representa un desafío importante, especialmente en carreras como Ingeniería en Informática. Los resultados obtenidos muestran que el diseño e implementación de estrategias didácticas activas, junto con el modelo de aula invertida, permiten no sólo mejorar el desempeño académico, sino también fortalecer com-

petencias clave como la resolución de problemas, el pensamiento lógico y la autonomía del estudiante.

El uso sistemático de recursos tecnológicos, combinado con una planificación didáctica contextualizada, facilitó la comprensión de contenidos abstractos y generó una mayor implicación del alumnado en su propio proceso de aprendizaje. Este enfoque favoreció la conexión entre la teoría y la práctica, así como una interacción más rica entre estudiantes y docentes.

De manera particular, el aula invertida se consolidó como una metodología eficaz para fomentar el aprendizaje colaborativo y el pensamiento crítico, dos pilares fundamentales para la formación profesional en entornos tecnológicos.

A futuro, se plantea continuar perfeccionando estas estrategias y expandiendo su aplicación a otras unidades de aprendizaje, con el propósito de generar evidencia más amplia sobre su impacto. La intención es seguir fortaleciendo modelos de enseñanza que respondan a las necesidades reales del estudiantado y que promuevan una educación más activa, significativa y pertinente.

Referencias

- Ausubel, D. P. (2002). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Bergmann, J., y Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.
- Cacho, M., Serrano, L., Nolasco, M., y Trujillo, C. (2017). Aula inversa en el aprendizaje de programación: Un caso de éxito en la formación de Ingenieros en Informática del CuCiénega. En *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2019* (Tomo 3, pp. 420-424). Academia Journals. <https://www.academiajournals.com/s/Tomo-03-Memorias-Congreso-Academia-Journals-Celaya-2019.pdf>
- Cacho, M., Serrano, L., Nolasco, M., y Alfaro, K. (2023). Diseño de estrategias didácticas para la unidad de aprendizaje de lógica matemática impartida en las carreras de Ingeniería en Computación e Informática del CuCiénega. En *Arte, tecnología y equidad en las ciencias de la educación* (Tomo 1, pp. 175-179). Academia Journals. <https://www.academiajournals.com/s/Tomo-01-Arte-Tecnologia-y-Equidad-en-las-Ciencias-de-la-Educacion-Hidalgo-2023.pdf>
- García, J., y Moreno, R. (2017). La lógica matemática en la formación del ingeniero informático. *Revista Educación y Tecnología*, 17(2), 45-58.

- Garrison, D. R., Anderson, T., y Archer, W. (2001). Critical thinking, cognitive presence, and computer conferencing in distance education. *The American Journal of Distance Education*, 15(1), 7-23.
- Lo, C. K., y Hew, K. F. (2017). A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education. *Educational Research Review*, 22, 50-64.
- O'Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85-95.
- Paul, R. (2013). *Critical thinking: Tools for taking charge of your learning and your life*. Pearson Higher.
- Pozo, J. I., y Monereo, C. (2005). *Competencias y formación del profesorado: La enseñanza desde el enfoque del aprendizaje estratégico*. Graó.
- Strayer, J. F. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning and Teaching in Higher Education*, 10(1), 28-39.
- Thai, N. T. T., De Wever, B., y Valcke, M. (2017). The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best "blend" of lectures and guiding questions with feedback. *Computers & Education*, 107, 113-126.
- Cacho, M., Nolasco, M., Serrano, L., y Gómez, N. (2017). Diseño de estrategias didácticas mediante el uso de la metodología de aula inversa, para la unidad de aprendizaje de programación, impartida en las carreras de Ing. en Computación e Ing. en Informática del Centro Universitario de la Ciénega. En *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals en Ciencias y sustentabilidad 2017* (Vol. 9, pp. 236-242). Academia Journals.