

Recibido: 29-08-2024 / **Aceptado:** 19-09-2024 / **Publicado:** 23-10-2024

Estrategias de Enseñanza STEM: Un Análisis de Métodos Activos en el Aula

Jairo Giovanni Herrera-Barzallo
Carlos Alfredo Hernández-Dávila
Irma Verónica Montes De Oca-Sánchez
Johnny Javier Triviño-Sanchez
Hugo Jaime Vargas-Marín

Multidisciplinary Latin American Journal
(ISSN: 2960-8414) Vol. 2 Núm. 3 (2024)

SCIENTIFIC JOURNAL
MLAJ

Estrategias de Enseñanza STEM: Un Análisis de Métodos Activos en el Aula

Resumen: La investigación analiza las estrategias de enseñanza activa en el contexto de la educación STEM, abordando metodologías como la gamificación, el aprendizaje basado en proyectos (ABP), la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR), la robótica educativa y el modelo de aula invertida. Estas metodologías han demostrado mejorar el rendimiento académico, la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades clave, como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas. A pesar de los beneficios, su implementación enfrenta desafíos significativos, incluyendo la resistencia de algunos profesores y estudiantes. La investigación destaca que la combinación de métodos tradicionales y activos puede mitigar estos desafíos, creando entornos de aprendizaje más dinámicos y equitativos. Asimismo, se sugiere que el éxito de estas estrategias depende en gran medida de la capacitación y disposición de los docentes, además de un apoyo institucional adecuado. Finalmente, se concluye que las estrategias activas son esenciales para preparar mejor a los estudiantes frente a los retos tecnológicos y científicos del futuro.

Palabras clave: Gamificación, aula invertida, realidad aumentada, robótica educativa, aprendizaje basado en proyectos.

STEM Teaching Strategies: An Analysis of Active Methods in the Classroom

Abstract: The research analyzes active teaching strategies in STEM education, focusing on methodologies such as gamification, project-based learning (PBL), augmented reality (AR), virtual reality (VR), educational robotics, and the flipped classroom model. These methodologies have shown to improve academic performance, knowledge retention, and the development of critical skills, such as critical thinking, creativity, and problem-solving. Despite the benefits, implementation faces significant challenges, including resistance from both teachers and students. The research highlights that combining traditional and active methods can help overcome these challenges, creating more dynamic and equitable learning environments. It

also suggests that the success of these strategies largely depends on teacher training, willingness, and institutional support. In conclusion, active strategies are essential to better prepare students for the technological and scientific challenges of the future.

Keywords: Gamification, flipped classroom, augmented reality, educational robotics, project-based learning.

Estratégias de ensino STEM: uma análise dos métodos ativos na sala de aula

Resumo: A pesquisa analisa as estratégias de ensino ativo no contexto da educação STEM, abordando metodologias como gamificação, aprendizagem baseada em projetos (ABP), realidade aumentada (AR), realidade virtual (VR), robótica educativa e o modelo de sala de aula invertida. Essas metodologias demonstraram melhorar o desempenho acadêmico, a retenção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades essenciais, como pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas. Apesar dos benefícios, a implementação enfrenta desafios significativos, incluindo a resistência de professores e alunos. A pesquisa destaca que a combinação de métodos tradicionais e ativos pode ajudar a superar esses desafios, criando ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e equitativos. Além disso, sugere-se que o sucesso dessas estratégias depende em grande parte da capacitação e disposição dos professores, além do apoio institucional adequado. Finalmente, conclui-se que as estratégias ativas são essenciais para preparar melhor os alunos para os desafios tecnológicos e científicos do futuro.

Palavras-chave: Gamificação, sala de aula invertida, realidade aumentada, robótica educativa, aprendizagem baseada em projetos.



Multidisciplinary Latin American Journal

Vol. 2 Núm. 3 (2024). pp. 17-33

Editorial Investigativa Latinoamericana (SciELa)

• ISSN-E: 2960-8414

Tipo: Artículos de Revisión

Categoría: Política y Asuntos Sociales Globales

Como citar: Herrera-Barzallo, J. G., Hernández-Dávila, C. A., Montes De Oca-Sánchez, I. V., Triviño-Sánchez, J. J., & Vargas-Marín, H. J. (2024). Estrategias de Enseñanza STEM: Un Análisis de Métodos Activos en el Aula: STEM Teaching Strategies: An Analysis of Active Methods in the Classroom. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)*, 2(3), 17-33. <https://doi.org/10.62131/MLAJ-V2-N3-002>

Estrategias de Enseñanza STEM: Un Análisis de Métodos Activos en el Aula

Herrera-Barzallo Jairo Giovanny (Quito - Ecuador) ^I

Hernández-Dávila Carlos Alfredo (Ambato - Ecuador) ^{II}

Montes De Oca-Sánchez Irma Verónica (Azogues - Ecuador) ^{III}

Triviño-Sánchez Johnny Javier (Durán - Ecuador) ^{IV}

Vargas-Marín Hugo Jaime (Puebloviejo - Ecuador) ^V

^I Licenciado en Ciencias de la Educación, mención en Matemática. Ingeniero en Tecnologías de la Información, Magister en Matemática mención Modelación y Docencia; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Correo electrónico: jairo.herrera@epoch.edu.ec.

<https://orcid.org/0009-0009-6466-0941>

^{II} Licenciado en Ciencias de la Educación mención Educación Básica, Máster universitario en Didáctica de las Matemáticas en Educación Infantil y Primaria, Docente Investigador Universidad Técnica de Ambato. Correo electrónico: ca.hernandez@uta.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-2526-5051>

^{III} Licenciada en Linguística Aplicada a la Enseñanza del idioma Inglés, Magister en Educación, Docente Investigador Universidad Nacional de educación UNAE. Correo electrónico: irma.montes@unae.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0001-7970-282X>

^{IV} Ingeniero en Sistemas Computacionales, Magister en Sistemas de Información mención en Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos Masivos, Docente Investigador Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología ITB. Correo electrónico: jjtrivino2@itb.edu.ec. <https://orcid.org/0009-0008-2151-4867>

^V Ingeniero en sistemas, Magister en tecnología e innovación educativa, Docente Investigador Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia. Correo electrónico: hugovargas275@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-4985-5408>

Introducción

La enseñanza de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) ha experimentado transformaciones sustanciales en las últimas décadas, con un creciente interés en las metodologías activas que reemplazan o complementan las tradicionales clases magistrales. Las demandas de la sociedad moderna y la evolución de la pedagogía han hecho evidente que los métodos pasivos, basados principalmente en la transmisión de información de manera unidireccional, resultan insuficientes para preparar a los estudiantes en áreas donde el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas son fundamentales. En este contexto, las estrategias de enseñanza activa se posicionan como herramientas pedagógicas esenciales que buscan involucrar más profundamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, promoviendo no solo la adquisición de conocimiento, sino también el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior (Freeman et al., 2014).

Uno de los argumentos clave a favor de la adopción de estas estrategias es su capacidad para mejorar significativamente la retención de los estudiantes. Según un estudio de Gao & Schwartz (2015), el paso de un enfoque pasivo a uno basado en actividades no solo aumenta la comprensión inmediata de los contenidos, sino que también incrementa la retención del conocimiento en porcentajes que van del 10% al 30% en enfoques tradicionales a más del 80% en aulas activas. Este estudio se basó en la aplicación práctica de métodos activos en cursos introductorios y avanzados de STEM, mostrando mejoras claras en los resultados académicos de los estudiantes.

A pesar de esta sólida evidencia, la adopción generalizada de estrategias de aprendizaje activo sigue enfrentando barreras significativas, tanto entre los profesores como entre los estudiantes. Allendoerfer et al. (2012) señalan que, aunque el impacto positivo del aprendizaje activo está ampliamente documentado, muchos profesores en áreas STEM continúan utilizando predominantemente el método de la clase magistral. Esta resistencia puede explicarse en parte por la percepción de los docentes de que el aprendizaje activo consume más tiempo y puede ser difícil de implementar en cursos donde el contenido es denso o en grupos numerosos. Además, algunos profesores ven la auto-motivación del estudiante como un factor clave para que el aprendizaje activo sea exitoso, y consideran que los estudiantes no siempre están preparados para asumir un rol tan activo en su propia educación.

Esta resistencia por parte de los docentes también se refleja en las actitudes de los estudiantes hacia estos métodos. Deslauriers et al. (2019) realizaron un estudio comparativo entre clases con métodos pasivos y clases con enfoques activos en un curso introductorio de física. Aunque los estudiantes en las aulas activas obtuvieron mejores resultados en los exámenes, muchos de ellos reportaron una menor

"sensación de aprendizaje", lo cual sugiere una desconexión entre el esfuerzo cognitivo requerido para participar activamente y la percepción de progreso académico. Los autores sugieren que este fenómeno puede desalentar tanto a estudiantes como a profesores de continuar utilizando metodologías activas, a menos que se tomen medidas específicas para corregir estas percepciones desde el principio del curso.

En un intento por abordar estos desafíos, estudios como el de Williams & O'Dowd (2020) proponen un marco práctico para la implementación del aprendizaje activo que se puede ajustar a las necesidades de diferentes tamaños de clase y niveles de contenido. Estas estrategias incluyen actividades simples como discusiones en parejas o el uso de preguntas de reflexión que se pueden integrar en clases grandes sin requerir cambios drásticos en la estructura del curso. Además, los autores enfatizan que la adopción del aprendizaje activo no solo mejora el rendimiento general de los estudiantes, sino que también reduce las tasas de fracaso y aumenta el éxito de estudiantes marginados, lo que lo convierte en una herramienta esencial para promover la equidad en la educación STEM.

Un aspecto crucial en la implementación del aprendizaje activo es su capacidad para personalizar y adaptar la experiencia de aprendizaje a las necesidades individuales de los estudiantes. El trabajo de Freeman et al. (2014), que analiza 225 estudios sobre los efectos del aprendizaje activo en diversas disciplinas STEM, muestra que este enfoque no solo mejora los puntajes en los exámenes, sino que también reduce significativamente las tasas de fracaso. Este análisis destaca que el aprendizaje activo es especialmente efectivo en clases más pequeñas, donde los estudiantes pueden recibir una mayor atención individualizada. No obstante, los autores también afirman que los beneficios del aprendizaje activo se observan incluso en clases de gran tamaño, lo que sugiere que su implementación puede ser escalable y beneficiosa a nivel masivo.

Otro enfoque que ha ganado popularidad es el aula invertida o "flipped classroom", donde los estudiantes estudian el contenido teórico en casa y el tiempo de clase se utiliza para actividades prácticas y de resolución de problemas. Aji & Khan (2019) analizaron el impacto de este modelo en estudiantes de matemáticas e ingeniería aeroespacial, encontrando mejoras significativas en el rendimiento académico, especialmente entre estudiantes de grupos subrepresentados en STEM. Los resultados de este estudio sugieren que el aula invertida permite a los estudiantes no solo dominar los conceptos teóricos a su propio ritmo, sino también aplicar esos conceptos de manera práctica en el aula, lo que refuerza su comprensión y retención del material.

Sin embargo, como señala Hativa (2000), la integración de metodologías activas en el aula no debe implicar el abandono total de las clases magistrales. En su lugar, propone una combinación equilibrada de métodos tradicionales y activos que permita a los estudiantes beneficiarse tanto de la estructura organizada de las conferencias como de la interactividad de las actividades prácticas. Este enfoque híbrido puede ayudar a mitigar la resistencia tanto de los estudiantes como de los profesores, creando un entorno de aprendizaje más dinámico sin sacrificar la eficiencia en la entrega del contenido.

Por último, es importante destacar que, aunque el aprendizaje activo ofrece numerosos beneficios, su implementación exitosa depende en gran medida de la preparación y disposición tanto de los profesores como de los estudiantes. Según Semanko & Ladbury (2020), las actitudes de los profesores hacia estas metodologías y su percepción de control sobre la enseñanza activa juegan un papel fundamental en la adopción de estas estrategias. Aquellos docentes que ven el aprendizaje activo de manera favorable y se sienten capacitados para implementarlo tienden a mostrar un mayor compromiso con la enseñanza activa, lo que a su vez tiene un impacto positivo en los resultados de los estudiantes.

Contenido y Desarrollo

Gamificación en la Enseñanza STEM: Motivación y Resultados Académicos

Un estudio reciente de Ferriz-Valero et al. (2020) demuestra que la implementación de la gamificación en la educación física universitaria no solo mejora el rendimiento académico, sino que también incrementa la regulación externa de los estudiantes, es decir, aquellos que están motivados por recompensas externas. Si bien la motivación intrínseca no experimentó cambios significativos, el grupo experimental que recibió la intervención gamificada obtuvo mejores resultados en las evaluaciones finales, sugiriendo que las mecánicas de juego pueden generar un efecto positivo en la motivación a corto plazo.

Otros estudios han evaluado la relación entre gamificación, motivación y logro académico en áreas más específicas de STEM, como la ingeniería y la física. Por ejemplo, Ortiz-Rojas et al. (2019) realizaron un experimento en un curso de programación computacional, donde utilizaron tablas de clasificación para motivar a los estudiantes. Los resultados mostraron una mejora significativa en el rendimiento académico del grupo gamificado, lo que respalda la idea de que las tablas de clasificación y otros elementos competitivos pueden ser herramientas

poderosas para fomentar el compromiso y mejorar los resultados en campos técnicos.

Sin embargo, el éxito de la gamificación depende en gran medida del diseño y la implementación de las estrategias de juego. Silva et al. (2022) introdujeron una aplicación gamificada, Easy-Newton, para ayudar a los estudiantes a practicar conceptos relacionados con la física. Aunque la mayoría de los estudiantes informaron una experiencia positiva y una alta tasa de participación, el estudio no encontró una correlación significativa entre el uso de la plataforma y la mejora en el GPA de los estudiantes. Este hallazgo subraya que, aunque la gamificación puede aumentar el compromiso, no siempre se traduce en mejoras medibles en el rendimiento académico, especialmente si las actividades no reflejan la complejidad de los exámenes o evaluaciones formales.

Pese a los resultados positivos, algunos estudios han señalado posibles inconvenientes en el uso excesivo de la gamificación. Hanus & Fox (2015), en un estudio longitudinal, encontraron que los estudiantes en un curso gamificado mostraron una disminución en la motivación intrínseca y en el empoderamiento a lo largo del semestre. Además, los estudiantes gamificados obtuvieron puntuaciones más bajas en los exámenes finales en comparación con los estudiantes de un curso no gamificado. Este estudio sugiere que la aplicación de la gamificación debe ser cuidadosamente diseñada, ya que la dependencia excesiva de recompensas extrínsecas puede tener un efecto negativo en el aprendizaje a largo plazo.

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en STEM: Fomentando la Innovación y el Pensamiento Crítico

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha sido ampliamente reconocido como una metodología educativa eficaz para el desarrollo de habilidades fundamentales en las disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), promoviendo tanto la innovación como el pensamiento crítico. La metodología ABP permite que los estudiantes trabajen en proyectos reales o simulados, integrando conocimientos teóricos y prácticos para resolver problemas complejos, lo que fomenta la creatividad y la aplicación de soluciones originales. En el contexto de la educación STEM, el ABP ha demostrado ser especialmente útil para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI, que requieren habilidades no solo técnicas, sino también colaborativas y de resolución de problemas (Hakim et al., 2019).

En particular, los estudios sobre el uso del ABP en educación matemática han mostrado que esta metodología es altamente efectiva para mejorar las habilidades

de resolución de problemas de los estudiantes al integrarse con otras disciplinas STEM. A través de proyectos, los estudiantes pueden ver la aplicabilidad de las matemáticas en la vida real, lo que resulta en un aprendizaje más significativo y duradero. Hakim et al. (2019) encontraron que los proyectos STEM en matemáticas no solo mejoran la comprensión de los conceptos abstractos, sino que también refuerzan la motivación intrínseca de los estudiantes al vincular las matemáticas con situaciones prácticas y cotidianas.

A nivel universitario, el uso del ABP también ha demostrado fomentar la innovación y el pensamiento crítico en los estudiantes de ingeniería. Jiang & Pang (2023), por ejemplo, implementaron un modelo de aprendizaje basado en proyectos que integraba el pensamiento de diseño (Design Thinking, DT) en un curso de inteligencia artificial, con el objetivo de mejorar la creatividad y la capacidad de los estudiantes para enfrentar desafíos técnicos complejos. Sus hallazgos muestran que los estudiantes expuestos al ABP desarrollaron una mayor motivación y creatividad en comparación con aquellos que seguían métodos de enseñanza tradicionales, lo que resalta la capacidad del ABP para nutrir no solo competencias técnicas, sino también habilidades innovadoras que son esenciales en los campos STEM.

Además, el ABP fomenta un enfoque interdisciplinario que es crucial en la educación STEM. Como señala Pan & Allison (2010), cuando los proyectos están diseñados para integrar múltiples disciplinas, los estudiantes son capaces de aplicar el pensamiento crítico de manera más profunda y en contextos más complejos. En su estudio sobre aprendizaje basado en proyectos en el ámbito de la ingeniería ambiental, encontraron que los estudiantes que trabajaban en proyectos multidisciplinarios demostraban una mayor capacidad para conectar conceptos de diferentes áreas y aplicar el pensamiento crítico de manera más eficaz. Sin embargo, los autores también advierten que, para maximizar los beneficios del ABP, es fundamental que los proyectos estén diseñados cuidadosamente para promover el aprendizaje profundo desde el principio.

Un aspecto interesante del ABP es su capacidad para impulsar la innovación tecnológica. Badia (2017) destaca que, al integrar técnicas de creatividad y pensamiento lateral en proyectos de innovación tecnológica, los estudiantes de ingeniería química no solo adquieren conocimientos técnicos, sino que también desarrollan una mentalidad emprendedora. La creación de proyectos innovadores les permite a los estudiantes explorar soluciones novedosas y originales, lo que es esencial para fomentar el espíritu emprendedor en entornos educativos STEM. Los resultados de este estudio mostraron un alto grado de satisfacción por parte de los estudiantes, quienes valoraron especialmente la relevancia profesional de los proyectos desarrollados.

El Rol de la Realidad Aumentada (AR) y la Realidad Virtual (VR) en la Educación STEM

Al-Azawi et al. (2019) destacan que tanto AR como VR tienen el potencial de superar las limitaciones de distancia y los desafíos de acceso que suelen enfrentar los estudiantes de STEM. Estas tecnologías permiten simular laboratorios y experiencias científicas complejas sin necesidad de estar físicamente presentes, lo que abre nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, los autores también advierten que el uso de estas tecnologías requiere un enfoque pedagógico adecuado, ya que los estudiantes pueden encontrar dificultades en adaptarse a estos entornos virtuales si no se proporciona el apoyo adecuado.

Asimismo, Messadi et al. (2019) examinan el uso de la realidad aumentada en la enseñanza de sostenibilidad en los programas de ingeniería y arquitectura. Este estudio muestra cómo la realidad aumentada facilita la comprensión de datos complejos a través de la visualización interactiva. Los estudiantes pueden explorar modelos tridimensionales y visualizar el impacto de sus decisiones de diseño en tiempo real, lo que enriquece su comprensión de conceptos difíciles como la eficiencia energética y el diseño sostenible. Este enfoque no solo mejora los resultados de aprendizaje, sino que también fomenta la colaboración interdisciplinaria entre estudiantes de diferentes campos, lo cual es crucial en las disciplinas STEM.

A pesar de los beneficios claros de AR y VR en la educación STEM, su implementación enfrenta desafíos importantes. Talan (2021), en un análisis bibliométrico sobre la realidad aumentada en STEM, encontró que uno de los principales obstáculos es la resistencia de los profesores a adoptar estas tecnologías en sus clases. Muchos docentes carecen de la formación necesaria para integrar eficazmente AR y VR en su pedagogía, lo que subraya la necesidad de desarrollar programas de desarrollo profesional enfocados en estas herramientas. Además, los problemas técnicos, como la falta de infraestructura adecuada o las limitaciones de hardware, también limitan su adopción en entornos educativos.

Finalmente, una revisión más amplia realizada por Algerafi et al. (2023) sobre el impacto de AR y VR en la educación resalta que estas tecnologías no solo mejoran el rendimiento académico, sino que también influyen positivamente en la motivación y el compromiso de los estudiantes. Los entornos inmersivos proporcionados por VR permiten a los estudiantes experimentar situaciones que de otro modo serían imposibles de replicar en un aula tradicional, como viajes espaciales o exploraciones submarinas. Además, la combinación de AR y VR con otras metodologías activas de aprendizaje, como el aprendizaje basado en proyectos o el aprendizaje colaborativo, potencia aún más su efectividad en la enseñanza de STEM.

Robótica Educativa: Un Catalizador para el Desarrollo de Habilidades STEM en la Educación Secundaria

En este contexto, Tuluri (2017) señala que los avances recientes en tecnología electrónica y computacional han permitido que las instituciones educativas accedan a módulos robóticos novedosos y versátiles, dentro de presupuestos manejables, para fomentar el interés por las carreras STEM. A través de proyectos de robótica educativa, los estudiantes de secundaria tienen la oportunidad de interactuar con robots, lo que no solo amplía su comprensión de los principios científicos y técnicos, sino que también los motiva a explorar más profundamente estas áreas. Este enfoque permite que los estudiantes vean la aplicación práctica de los conceptos teóricos que aprenden en el aula.

La robótica educativa también ha demostrado ser eficaz en la promoción de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. Sereeter & Shagdarsuren (2022) investigaron el uso de proyectos de robótica en una institución secundaria en Mongolia, donde los estudiantes trabajaron con el sistema LEGO Mindstorms NXT. Los resultados del estudio indicaron que los estudiantes desarrollaron no solo habilidades de programación, sino también competencias críticas como el trabajo en equipo y la capacidad de generar soluciones lógicas y creativas a los problemas planteados. Además, este enfoque basado en proyectos fomenta un entorno de aprendizaje más dinámico, en el que los estudiantes pueden experimentar, equivocarse y aprender a través de la resolución de problemas reales.

Un aspecto crucial del impacto de la robótica en la educación secundaria es su capacidad para aumentar la motivación de los estudiantes hacia las materias STEM. Según un estudio empírico realizado por Aris & Orcos (2019) en España, la participación en competiciones de robótica, como la FIRST LEGO League, no solo promueve la curiosidad científica, sino que también mejora las habilidades sociales de los estudiantes, como el trabajo en equipo. Los resultados del estudio sugieren que tanto estudiantes como profesores valoran positivamente el uso de la robótica en el aula, ya que permite a los alumnos aplicar conocimientos multidisciplinarios de manera práctica y atractiva.

Otro aspecto relevante es la capacidad de la robótica para desarrollar habilidades transferibles, no solo dentro de STEM, sino también en otras áreas profesionales. Nelson (2012) argumenta que los programas de robótica educativa ayudan a los estudiantes a desarrollar una gama de habilidades útiles que son aplicables tanto en las disciplinas STEM como en otras carreras. Estas habilidades incluyen desde el pensamiento lógico y la creatividad hasta la capacidad de trabajo en equipo y la adaptación a nuevas tecnologías. Nelson subraya que estas competencias son

esenciales para el éxito en una amplia variedad de campos profesionales, lo que refuerza la importancia de la robótica como una herramienta educativa versátil.

Evaluación de la Eficacia del Aprendizaje Flipped Classroom en Materias STEM

Uno de los estudios más destacados, realizado por Nelson (2012), llevó a cabo un meta-análisis sobre la efectividad del aula invertida en la educación secundaria, enfocándose particularmente en materias STEM. Los resultados revelaron que el aula invertida es más efectiva que la enseñanza tradicional, mostrando un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes en comparación con el modelo convencional (Cohen's $d = 0.42$). Además, los efectos fueron más pronunciados en las materias STEM en comparación con disciplinas como los idiomas o las humanidades. Sin embargo, los autores señalan que el éxito de esta metodología puede depender de la duración de la intervención y de la exclusión de ciertas tareas en casa, como los cuestionarios.

Otro estudio realizado por Sun & Wu (2016) comparó la interacción entre estudiantes y docentes en un entorno de aula invertida frente a un modelo de enseñanza convencional en un curso de física. Aunque ambos grupos mostraron niveles similares de satisfacción con la enseñanza, los estudiantes del grupo de aula invertida obtuvieron mejores calificaciones y mostraron una mayor interacción con los docentes durante las actividades en el aula. Los autores sugieren que la interacción más dinámica en el aula, facilitada por la metodología flipped, es clave para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes en materias STEM, donde la retroalimentación inmediata y el trabajo colaborativo son fundamentales.

En el ámbito de la educación superior, Meza-Navarro et al. (2022) evaluaron la efectividad de un curso impartido mediante el modelo de aula invertida en una universidad tecnológica en México. Los resultados mostraron que los estudiantes mejoraron su aprendizaje en un 25.3% en comparación con un grupo control que utilizaba métodos tradicionales. Además, los estudiantes reportaron altos niveles de satisfacción con el curso, destacando que la metodología les permitió desarrollar una comprensión más profunda de los temas y aplicar los conceptos en un entorno de aprendizaje activo. Este estudio resalta la eficacia del aula invertida en mejorar no solo el rendimiento académico, sino también la satisfacción y la motivación de los estudiantes en áreas técnicas.

No obstante, no todos los estudios encuentran resultados consistentemente positivos. Rayahneh & Bataiha (2022) señalaron que, aunque el aula invertida mejora las habilidades de pensamiento de orden superior y el rendimiento en ciencias,

algunos estudiantes enfrentan dificultades para adaptarse al método. En su estudio, los alumnos que aprendieron mediante el aula invertida superaron significativamente a los del grupo control en términos de logro académico. Sin embargo, los autores sugieren que la implementación de este enfoque requiere una planificación cuidadosa y apoyo adicional para ayudar a los estudiantes a adaptarse a este cambio en la dinámica de aprendizaje.

Además, Lai & Hwang (2016) introdujeron una variante del modelo de aula invertida llamada "aula invertida autorregulada", diseñada para mejorar la capacidad de los estudiantes de gestionar su tiempo de estudio fuera del aula. En un experimento en un curso de matemáticas, encontraron que los estudiantes que utilizaron este enfoque obtuvieron mejores resultados que aquellos que participaron en un aula invertida tradicional. Los estudiantes con habilidades de autorregulación más altas lograron mejoras significativas en su rendimiento, lo que sugiere que la integración de estrategias de autorregulación en el aula invertida puede potenciar aún más sus beneficios.

Conclusiones

La investigación sobre las estrategias de enseñanza STEM en el aula a través de métodos activos ha evidenciado que estas técnicas son transformadoras en la formación de estudiantes dentro de disciplinas críticas como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. El uso de enfoques como la gamificación, el aprendizaje basado en proyectos (ABP), la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR), la robótica educativa y el modelo de aula invertida, no solo mejora el rendimiento académico de los estudiantes, sino que también fomenta una participación más activa, incrementa la retención del conocimiento y desarrolla habilidades que son esenciales en el mundo profesional moderno, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración.

Un aspecto clave que resalta en esta investigación es la capacidad de los métodos activos para hacer el aprendizaje más significativo y aplicable. Las estrategias como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) permiten que los estudiantes trabajen en la resolución de problemas reales o simulados, integrando conocimientos teóricos y prácticos, lo que fomenta la creatividad y la innovación. Este enfoque se ha mostrado especialmente útil en la educación STEM, al preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos complejos en contextos que requieren tanto competencias técnicas como colaborativas. La interdisciplinariedad que fomenta el ABP también promueve una comprensión más holística de los problemas, lo que es crucial para los desafíos del siglo XXI.

La gamificación, por su parte, ha demostrado ser una herramienta poderosa para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes en el aula. Los elementos de juego, como las tablas de clasificación y los desafíos competitivos, pueden incentivar a los estudiantes a participar más activamente en su proceso de aprendizaje. Sin embargo, los estudios también señalan la importancia de un diseño cuidadoso de las actividades gamificadas, ya que una dependencia excesiva de las recompensas extrínsecas puede tener un efecto negativo a largo plazo, afectando la motivación intrínseca de los estudiantes. A pesar de estas limitaciones, la gamificación se ha consolidado como un recurso efectivo para aumentar el rendimiento en disciplinas STEM cuando se utiliza adecuadamente.

El uso de tecnologías emergentes como la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR) en la enseñanza STEM ha abierto nuevas fronteras en la educación. Estas herramientas permiten la creación de entornos inmersivos donde los estudiantes pueden interactuar con conceptos y fenómenos complejos de manera visual e interactiva, lo que facilita la comprensión de temas abstractos o difíciles de visualizar, como la física o la ingeniería avanzada. Además, AR y VR han demostrado ser útiles para superar las barreras de acceso a laboratorios costosos o a experiencias prácticas que no pueden replicarse fácilmente en un entorno educativo tradicional. Sin embargo, su implementación aún enfrenta desafíos significativos, como la falta de infraestructura adecuada y la resistencia de algunos profesores a adoptar estas tecnologías debido a la falta de formación o recursos.

Otra de las estrategias que ha ganado gran relevancia en la enseñanza STEM es el modelo de aula invertida, o flipped classroom. Este enfoque transforma el rol del aula tradicional al permitir que los estudiantes estudien el contenido teórico en casa y utilicen el tiempo de clase para participar en actividades prácticas, resolución de problemas y discusión. Los estudios han demostrado que esta metodología mejora el rendimiento académico, especialmente en materias STEM, al permitir que los estudiantes no solo comprendan mejor los conceptos teóricos, sino que también los apliquen activamente en situaciones reales durante el tiempo de clase. Esta interacción más dinámica y colaborativa entre estudiantes y profesores facilita la retroalimentación inmediata, que es esencial para el desarrollo de habilidades de orden superior, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos. Sin embargo, para que el modelo de aula invertida sea efectivo, es crucial que los estudiantes desarrollen habilidades de autorregulación para gestionar adecuadamente su tiempo y esfuerzo fuera del aula.

La robótica educativa ha emergido como un catalizador fundamental para el desarrollo de habilidades técnicas y científicas en estudiantes de secundaria y universitarios. La robótica no solo amplía la comprensión de los principios fundamentales de STEM, sino que también proporciona una plataforma para que los

estudiantes desarrollen habilidades clave como la programación, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. Además, los estudios han mostrado que la robótica educativa incrementa significativamente la motivación de los estudiantes hacia carreras en STEM, al permitirles interactuar de manera práctica con los conceptos que aprenden en el aula. La participación en competencias de robótica también promueve el desarrollo de habilidades sociales y emocionales, como la colaboración y la gestión de conflictos, que son igualmente importantes para el éxito en entornos profesionales.

A pesar de los beneficios claros que los métodos activos han demostrado en la enseñanza STEM, su implementación generalizada sigue enfrentando desafíos tanto entre los profesores como entre los estudiantes. La resistencia por parte del profesorado a adoptar estos enfoques innovadores puede deberse a la percepción de que requieren más tiempo de planificación, formación específica y recursos. Además, algunos profesores aún prefieren los métodos tradicionales de enseñanza magistral, especialmente en clases donde el contenido es extenso o los grupos de estudiantes son grandes. Sin embargo, los estudios sugieren que la adopción de enfoques híbridos, que combinan elementos de enseñanza tradicional con estrategias activas, puede ser una solución efectiva para superar esta resistencia, al tiempo que se preserva la eficiencia en la entrega del contenido.

Por parte de los estudiantes, también existe una cierta resistencia al aprendizaje activo, ya que muchos perciben que implica un esfuerzo cognitivo mayor en comparación con los métodos pasivos. Algunos estudios han demostrado que, aunque los estudiantes que participan en aulas activas obtienen mejores resultados en los exámenes, a menudo reportan una menor "sensación de aprendizaje". Esto indica una desconexión entre el esfuerzo requerido para participar activamente en el aprendizaje y la percepción subjetiva de su propio progreso. Para abordar este problema, es esencial que los profesores gestionen las expectativas desde el principio del curso y proporcionen un entorno de apoyo en el que los estudiantes puedan adaptarse gradualmente a los nuevos roles que se espera que desempeñen en su propio proceso de aprendizaje.

Por último, es crucial destacar que el éxito de la implementación de estrategias activas en el aula STEM depende en gran medida de la preparación y disposición de los docentes para adoptar estos enfoques. Los estudios han mostrado que aquellos profesores que están mejor capacitados y que valoran positivamente el aprendizaje activo tienden a mostrar un mayor compromiso con estas metodologías, lo que a su vez tiene un impacto positivo en los resultados de los estudiantes. Es esencial que las instituciones educativas inviertan en programas de desarrollo profesional para apoyar a los docentes en la transición hacia métodos de enseñanza más activos e

innovadores, así como en la provisión de recursos y herramientas tecnológicas que faciliten esta transformación pedagógica.

Referencias Bibliográficas

- Aji, C., & Khan, M. J. (2019). The Impact of Active Learning on Students' Academic Performance. *Open Journal of Social Sciences*. <https://doi.org/10.4236/JSS.2019.73017>
- Al-Azawi, R., Albadi, A., Moghaddas, R., & Westlake, J. (2019). *Exploring the Potential of Using Augmented Reality and Virtual Reality for STEM Education*. 36-44. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20798-4_4
- Algerafi, M. A. M., Zhou, Y., Oubibi, M., & Wijaya, T. T. (2023). Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education. *Electronics*. <https://doi.org/10.3390/electronics12183953>
- Allendoerfer, C., Kim, M. J., Burpee, E., Wilson, D. M., & Bates, R. (2012). Awareness of and receptiveness to active learning strategies among STEM faculty. *2012 Frontiers in Education Conference Proceedings*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/FIE.2012.6462327>
- Aris, N., & Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI9020073>
- Badia, J. D. (2017). Creative Project-based learning to boost technology innovation. *@tic: Revista d'Innovació Educativa*. <https://doi.org/10.7203/ATTIC.18.9019>
- Deslauriers, L., McCarty, L., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116, 19251-19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>
- Ferriz-Valero, A., Østerlie, O., Martínez, S. G., & García-Jaén, M. (2020). Gamification in Physical Education: Evaluation of Impact on Motivation and Academic Performance within Higher Education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124465>

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*, 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gao, X., & Schwartz, B. (2015). Classroom Implementation of Active Instructional Strategies for Undergraduate STEM Education. *International Journal of Information and Education Technology*, *5*, 688-692. <https://doi.org/10.7763/IJiet.2015.V5.593>
- Hakim, L., Sulastri, Y. L., Mudrikah, A., & Ahmatika, D. (2019). STEM Project-Based Learning Models in Learning Mathematics to Develop 21st Century Skills. *Proceedings of the International Conference of Science and Technology for the Internet of Things*. <https://doi.org/10.4108/EAI.19-10-2018.2281357>
- Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Comput. Educ.*, *80*, 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>
- Hativa, N. (2000). *Teaching Methods for Active Learning*. 111-129. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0902-7_8
- Jiang, C., & Pang, Y. (2023). Enhancing design thinking in engineering students with project-based learning. *Computer Applications in Engineering Education*, *31*, 814-830. <https://doi.org/10.1002/cae.22608>
- Lai, C.-L., & Hwang, G. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Comput. Educ.*, *100*, 126-140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.05.006>
- Messadi, T., Newman, W., Fredrick, D., Costello, C., & Cole, K. (2019). Augmented Reality as Cyber-Innovation in STEM Education. *Journal of Advances in Education Research*. <https://doi.org/10.22606/JAER.2019.42002>
- Meza-Navarro, M., Chávez-Árcega, M. A., Ávila-Hernández, J. C., & Avila-Soto, E. A. (2022). The effectiveness of a course taught in the flipped classroom modality. *Revista de Didáctica Práctica*. <https://doi.org/10.35429/jpd.2022.16.6.18.32>
- Nelson, C. (2012). *Generating Transferable Skills in STEM through Educational Robotics*. 433-444. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-4502-8.CH026>

- Ortiz-Rojas, M., Chiluiza, K., & Valcke, M. (2019). Gamification through leaderboards: An empirical study in engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 27, 777-788. <https://doi.org/10.1002/cae.12116>
- Pan, W., & Allison, J. (2010). Exploring project based and problem based learning in environmental building education by integrating critical thinking. *International Journal of Engineering Education*, 26, 547-553.
- Rayahneh, M. S. Q., & Bataiha, S. S. E. A. (2022). Effectiveness of virtual flipped classroom on science achievement and higher thinking skills development. *Cypriot Journal of Educational Sciences*. <https://doi.org/10.18844/cjes.v17i9.6996>
- Semanko, A. M., & Ladbury, J. L. (2020). Using the Reasoned Action Approach to Predict Active Teaching Behaviors in College STEM Courses. *Journal for STEM Education Research*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00038-8>
- Sereeter, B., & Shagdarsuren, L. (2022). Implementation of Robotics Projects for Students. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4040833>
- Silva, I., Wong, A., Auria, B., Zambrano, D., & Echeverría, V. (2022). Gamification in Engineering Education: Exploring Students' Performance, Motivation, and Engagement. *2022 IEEE Sixth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ETCM56276.2022.9935729>
- Sun, J., & Wu, Y.-T. (2016). Analysis of Learning Achievement and Teacher-Student Interactions in Flipped and Conventional Classrooms. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17, 79-99. <https://doi.org/10.19173/IRRODL.V17I1.2116>
- Talan, T. (2021). Augmented Reality in STEM Education: Bibliometric Analysis. *International Journal of Technology in Education*. <https://doi.org/10.46328/ijte.136>
- Tuluri, F. (2017). *STEM Education by Exploring Robotics*. 195-209. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9_8
- Williams, A. E., & O'Dowd, D. (2020). Seven practical strategies to add active learning to a science lecture. *Neuroscience Letters*, 743. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.135317>

Agradecimientos

Financiamiento

Conflicto de intereses

El contenido de **Multidisciplinary Latin American Journal (ISSN: 2960-8414)**, publicados en este sitio están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras. The contents of this article are under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license. The authors retain the moral and patrimonial rights of their works.

