

Tipo de artículo: Artículo original

Utilización de Sistemas de Tutoría Inteligente para la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato

Use of Intelligent Tutoring Systems for the personalization of learning in high school students

Jean Carlos Erazo Hernández ^{1*} , <https://orcid.org/0009-0004-8793-1314>

Francisco Javier Inagán Carvajal ² , <https://orcid.org/0009-0000-9621-0704>

Harold Anderson Jácome Lucero ³ , <https://orcid.org/0009-0000-9214-1334>

Danny Israel Suárez Puente ⁴ , <https://orcid.org/0009-0007-3095-8489>

¹ Unidad Educativa "Bolívar". Ecuador. Correo electrónico: jeancarloserazo@gmail.com

² Unidad Educativa "Santa Ana de Cotacachi". Ecuador. Correo electrónico: javiercarvajal002@gmail.com

³ Unidad Educativa "Ecuador". Ecuador. Correo electrónico: lejacomelanderson@gmail.com

⁴ Unidad Educativa "Jacinto Collahuazo". Ecuador. Correo electrónico: disuarezp1999@gmail.com

* Autor para correspondencia: jeancarloserazo@gmail.com

Resumen

Los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) representan una tecnología emergente que promete adaptar el proceso educativo a las necesidades individuales de los estudiantes, mejorando así su rendimiento académico y experiencia de aprendizaje. La presente investigación tiene como objetivo implementar un (STI) para la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato. El estudio se centra en tres variables principales: progreso académico individualizado, adaptabilidad y relevancia del contenido, e interacción y retroalimentación personalizada. Para evaluar el impacto de los STI, se llevó a cabo un estudio cuantitativo y cualitativo en la Unidad Educativa "Santa Ana de Cotacachi". Se recopiló y analizó una amplia gama de datos, incluyendo calificaciones de los estudiantes, encuestas de satisfacción, registros de interacción con los sistemas y entrevistas con docentes y estudiantes. Los resultados indican que los STI contribuyen significativamente a la personalización del aprendizaje. Los estudiantes mostraron mejoras notables en su rendimiento académico, especialmente en áreas donde previamente tenían dificultades. Además, se observó un alto grado de satisfacción con la relevancia del contenido proporcionado y una rápida adaptación de los planes de estudio a las necesidades individuales. La interacción frecuente y la calidad de la retroalimentación personalizada promovieron un mayor compromiso y motivación entre los estudiantes.

Palabras clave: Sistemas de Tutoría Inteligente; personalización del aprendizaje; estudiantes del Bachillerato

Abstract

Intelligent Tutoring Systems (ITS) represent an emerging technology that promises to adapt the educational process to the individual needs of students, thus improving their academic performance and learning experience. The objective of this research is to implement an (STI) for the personalization of learning in high school students. The study focuses on three main variables: individualized academic progress, adaptability and relevance of content, and personalized interaction and feedback. To evaluate the impact of STI, a quantitative and qualitative study was carried out in the "Santa Ana de Cotacachi" educational unit. A wide range of data was collected and analyzed, including student grades, satisfaction surveys, records of interaction with the systems, and interviews with teachers and students. The results indicate that STIs contribute significantly to the personalization of learning.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Students showed notable improvements in their academic performance, especially in areas where they previously struggled. In addition, a high degree of satisfaction was observed with the relevance of the content provided and a rapid adaptation of the study plans to individual needs. Frequent interaction and quality personalized feedback promoted greater engagement and motivation among students.

Keywords: *Intelligent Tutoring Systems; personalization of learning; high school students*

Recibido: 21/02/2024

Aceptado: 23/05/2024

En línea: 28/05/2024

Introducción

Las instituciones de Bachillerato de Ecuador, todavía se enfrentan al modo tradicional de educación. Los educadores desempeñan un papel activo en este modelo educativo, impartiendo sus habilidades a los estudiantes, quienes obtienen información de forma pasiva. Con los rápidos avances tecnológicos actuales, el aprendizaje virtual se combina activamente con técnicas de inteligencia artificial para crear sistemas educativos más personalizados (Hemachandran et al., 2022).

El impacto cada vez mayor de la tecnología está transformando la forma en que las personas aprenden y las instituciones enseñan (Alam, 2022). Luego del aislamiento social por Covid 19, se volvió común solicitar instrucción en línea desde cualquier lugar y en cualquier momento (Alam, 2023). Esto ha resultado en el desarrollo de una gran cantidad de plataformas de aprendizaje en línea que brindan soluciones educativas completas y efectivas completamente virtuales. En estas plataformas se encuentran disponibles tecnologías de tutoría inteligente que ayudan y guían a los estudiantes a través del proceso de aprendizaje, simulando el comportamiento de un tutor humano (Azevedo et al., 2022).

Los Sistemas Inteligentes de Tutoría (STI) son sistemas educativos que reflejan conocimientos utilizando implementos de inteligencia artificial (Paladines & Ramirez, 2020). Estos sistemas se centran en la experiencia de los estudiantes derivada de una interpretación de su contacto con la materia. A partir de este estudio, un agente con inteligencia artificial determina los perfiles cognitivos de los estudiantes y los adapta a las necesidades de aprendizaje que se ajustan a dichos perfiles. Un STI suele incluir un mínimo de cuatro módulos (Mousavinasab et al., 2021):

- Módulo Experto (EM): contiene hechos y reglas en un dominio específico que se transmitirán al estudiante.
- Módulo de Tutoría (TM): se ocupa de diseñar y regular las interacciones instructivas a través de los estudiantes.
- Módulo de Estudiante (SM): es una representación dinámica del estado actual de conocimientos del estudiante.
- Interfaz de Usuario (UI): es el módulo que controla la interacción entre el estudiante y la computadora.

El desarrollo de un Sistema de Tutoría Inteligente (STI) que utilice algoritmos avanzados, podría revolucionar la forma en que los estudiantes aprenden en cursos en línea, especialmente en disciplinas desafiantes para el bachillerato como



las matemáticas. Este enfoque innovador no solo ofrece una experiencia de aprendizaje inmersiva, sino que también permite una evaluación formativa continua para mejorar el rendimiento estudiantil (Erümit & Çetin, 2020).

La idea es que los estudiantes del bachillerato que ingresan a un curso en línea interactúen con un sistema que no solo los guía a través del contenido, sino que también les proporciona retroalimentación inmediata y de alta calidad sobre sus respuestas (Alam, 2023). Este tipo de interacción personalizada es invaluable para los estudiantes, ya que les permite comprender no solo si su solución es correcta, sino también cómo se compara con soluciones previas y cuál es la coherencia y precisión relativa de su trabajo. Esto no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también fomenta un pensamiento crítico y analítico más profundo (Akyuz, 2020). Además, al basarse en el desempeño exitoso de otros STI, existe una sólida base para la hipótesis de que los estudiantes pueden aprender de manera más efectiva y eficiente utilizando esta tecnología en el bachillerato.

Este enfoque también tiene el potencial de nivelar el campo educativo al proporcionar a los estudiantes de zonas vulnerables y países en desarrollo, acceso a recursos y experiencias que anteriormente podrían haber estado limitados a aquellos en entornos educativos más privilegiados (Rodríguez et al., 2024). Al romper las barreras geográficas y económicas, el STI democratizaría el acceso al aprendizaje de alta calidad, impulsando la inclusión y la equidad en la educación (Rodríguez Chávez, 2021).

En la presente investigación se muestran los resultados de la utilización de un STI para la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato de primer año en la asignatura matemática, basado en el sistema de gestión de aprendizaje Moodle.

Materiales y métodos

La investigación constituye un estudio de desarrollo, de tipo mixto, preexperimental de grupo único. Se utilizó un grupo focal integrado por 18 estudiantes del Bachillerato en la Unidad Educativa “Santa Ana de Cotacachi”. Participaron en el estudio 4 docentes del área de matemática de un total de 8, de la propia institución.

Se establecieron varios indicadores para medir la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato. La tabla 1 muestra las variables e indicadores identificados. Cada indicador se evaluó utilizando una escala de calificación (Alto, Medio y Bajo), lo que permitió una medición detallada y uniforme de estas habilidades durante el estudio.

Tabla 1. Variables e indicadores utilizados para medir la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato.

Variable	Indicadores
Progreso académico individualizado	Rendimiento académico
	Mejora en áreas específicas
	Tasa de completitud de tareas personalizadas



Adaptabilidad y relevancia del contenido	Frecuencia de ajustes en el plan de estudios
	Nivel de satisfacción del estudiante con el contenido
	Tiempo de respuesta a las necesidades individuales
Interacción y retroalimentación personalizado	Frecuencia y calidad de la retroalimentación
	Participación y compromiso del estudiante
	Seguimiento y soporte individualizado

Estos indicadores permiten evaluar la eficacia de los Sistemas de Tutoría Inteligente en personalizar el aprendizaje de manera cuantitativa y cualitativa, proporcionando una base sólida para la investigación sobre su impacto en la educación de estudiantes del Bachillerato.

La validación por criterio de expertos se llevó a cabo a través de un comité conformado por profesionales y académicos con experiencia en la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato. Los expertos evaluaron propuesta a partir de 9 criterios distribuidos en tres dimensiones tal como muestra la tabla 2. La evaluación se realiza mediante una escala Likert de 5 categorías (1-nada pertinente: 5-muy pertinente).

Tabla 2. Dimensiones y criterios para evaluar la implementación de un Sistemas de Tutoría Inteligente para la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato.

Dimensión	Criterios de evaluación
Eficacia académica	Rendimiento académico
	Progreso en habilidades específicas
	Tasa de finalización de módulos
Satisfacción del usuario	Satisfacción del estudiante
	Satisfacción del docente
	Niveles de participación y compromiso del estudiante
Eficiencia del sistema	Tiempo de respuesta
	Escalabilidad
	Integración tecnológica

Estas dimensiones y criterios proporcionan un marco comprensivo para evaluar la implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente en el contexto del Bachillerato, permitiendo a los investigadores y educadores medir el impacto y la efectividad de estos sistemas en la personalización del aprendizaje.



Resultados y discusión

La educación en el bachillerato, es una etapa crucial en el desarrollo académico y personal de los estudiantes. Sin embargo, los métodos tradicionales de enseñanza pueden no ser lo suficientemente efectivos para atender las necesidades individuales de los estudiantes. La integración de Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) puede ofrecer una solución prometedora al permitir la personalización del aprendizaje según las fortalezas, debilidades, intereses y estilos de aprendizaje individuales de los estudiantes. En esta investigación, se propone la integración de un STI para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de primer año de bachillerato en Ecuador.

Integración del STI a un entorno virtual de aprendizaje de la asignatura matemática

El objetivo de este estudio fue integrar un Sistema de Tutoría Inteligente (STI) en Moodle para personalizar el aprendizaje de estudiantes de bachillerato en Ecuador. Este proceso requirió la realización de varias actividades tal como se muestra en la figura 1:

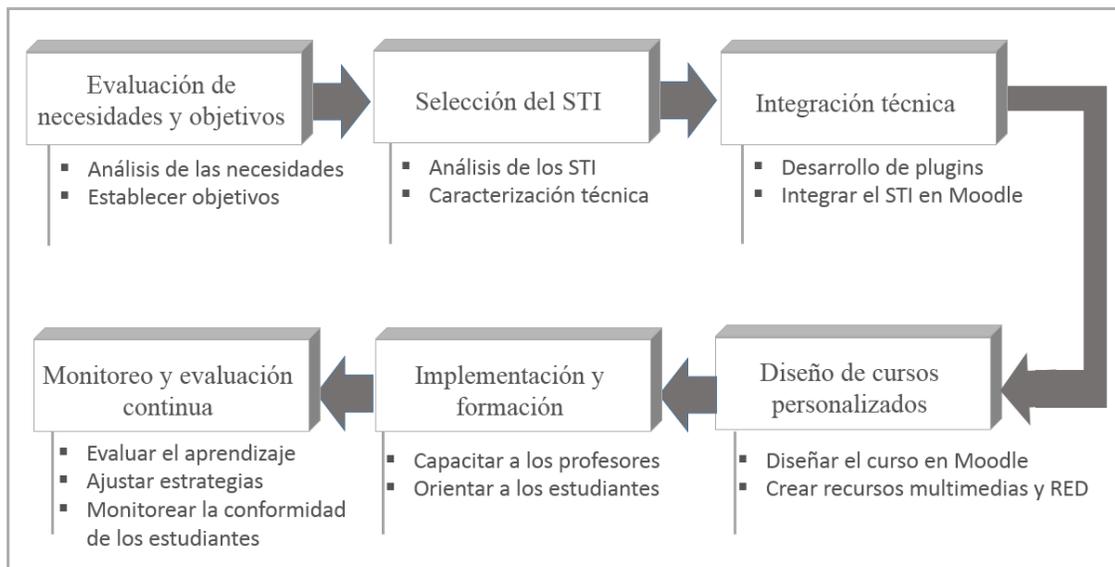


Figura 1. Actividades para llevar a cabo la integración.

Tabla 3. Descripción de las actividades para llevar a cabo la integración.

Actividades	Descripción de las actividades de integración
Evaluación de necesidades y objetivos	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un análisis exhaustivo de las necesidades de los estudiantes de primer año de bachillerato en Ecuador en la asignatura matemática, considerando sus habilidades, niveles de competencia, estilos de aprendizaje y desafíos específicos.



	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer objetivos claros para la integración del STI en Moodle, definiendo qué se espera lograr en términos de mejora del aprendizaje y la personalización educativa en la asignatura objeto de estudio.
Selección del ITS	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y seleccionar un STI que se adapte a las necesidades y objetivos identificados, considerando factores como la capacidad de personalización, la retroalimentación adaptativa, la integración con Moodle y la disponibilidad en español.
Integración técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajar con el equipo de tecnología para integrar el STI seleccionado en Moodle, asegurando que la implementación sea compatible con la infraestructura tecnológica existente y cumpla con los estándares de seguridad y privacidad de datos.
Diseño de cursos personalizados	<ul style="list-style-type: none"> • Colaborar con educadores y expertos en la asignatura matemática para diseñar un curso en Moodle que aprovechen las capacidades del STI para personalizar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. • Desarrollar contenido curricular adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes, utilizando una variedad de recursos multimedia, Recursos Educativos Digitales (RED) y actividades interactivas.
Implementación y formación:	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los profesores y al personal administrativo en el uso efectivo del STI integrado en Moodle, proporcionando orientación sobre cómo aprovechar al máximo las características de personalización y retroalimentación adaptativa. • Facilitar sesiones de formación para estudiantes sobre cómo interactuar con el STI dentro de Moodle, enseñándoles a utilizar las herramientas disponibles y a comprender cómo el sistema puede adaptarse a sus necesidades de aprendizaje a la vez que ofrece tutoría.
Monitoreo y evaluación continua	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer métricas de rendimiento y criterios de evaluación para medir el impacto de la integración del STI en Moodle en el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de matemática. • Realizar evaluaciones periódicas para recopilar datos sobre la eficacia del STI, identificar áreas de mejora y ajustar estrategias según sea necesario para optimizar los resultados del aprendizaje. • Fomentar la retroalimentación continua de educadores, estudiantes y padres sobre su experiencia con el STI integrado en Moodle, utilizando esta información para realizar ajustes y mejoras en el sistema. • Mantenerse actualizado con las últimas investigaciones y desarrollos en el campo de la educación personalizada y la inteligencia artificial, buscando oportunidades para expandir y mejorar la integración del ITS en Moodle en el futuro.

Se implementó la asignatura de Matemáticas del primer año de bachillerato en un entorno virtual utilizando Moodle integrado con Open edX, con el objetivo de permitir a los estudiantes del grupo experimental realizar actividades y recibir retroalimentación inmediata a través del sistema de tutoría. Se montaron un total de 10 lecciones, cada una con 5 actividades evaluativas. Estas actividades estaban diseñadas para abarcar los diversos temas del currículo de matemáticas del primer año de bachillerato. En cuanto a la participación de los estudiantes, un total de 18 estudiantes



completaron las actividades asignadas, logrando un promedio de 80% de las actividades completadas correctamente durante las 10 semanas que estuvo habilitado el curso.

Los resultados revelaron un aumento significativo en el compromiso y la comprensión de los estudiantes con respecto al material de matemáticas. Se observaron mejoras perceptibles en la retención del conocimiento y la capacidad de aplicación de conceptos matemáticos. Las variables que tuvieron el mayor efecto en los resultados fueron la calidad de las actividades evaluativas y la inmediatez de la retroalimentación proporcionada por el sistema de tutoría.

Validación del Sistema de Tutoría Inteligente para la personalización del aprendizaje por expertos

Durante el proceso de validación, los expertos resaltaron diversos aspectos cualitativos sobre la propuesta de implementación del Sistema de Tutoría Inteligente para la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato. La figura 2 muestra los resultados de la evaluación cuantitativa promedio del Sistemas de Tutoría Inteligente para la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato por parte de los expertos. Los criterios obtuvieron una evaluación promedio de Muy pertinentes.

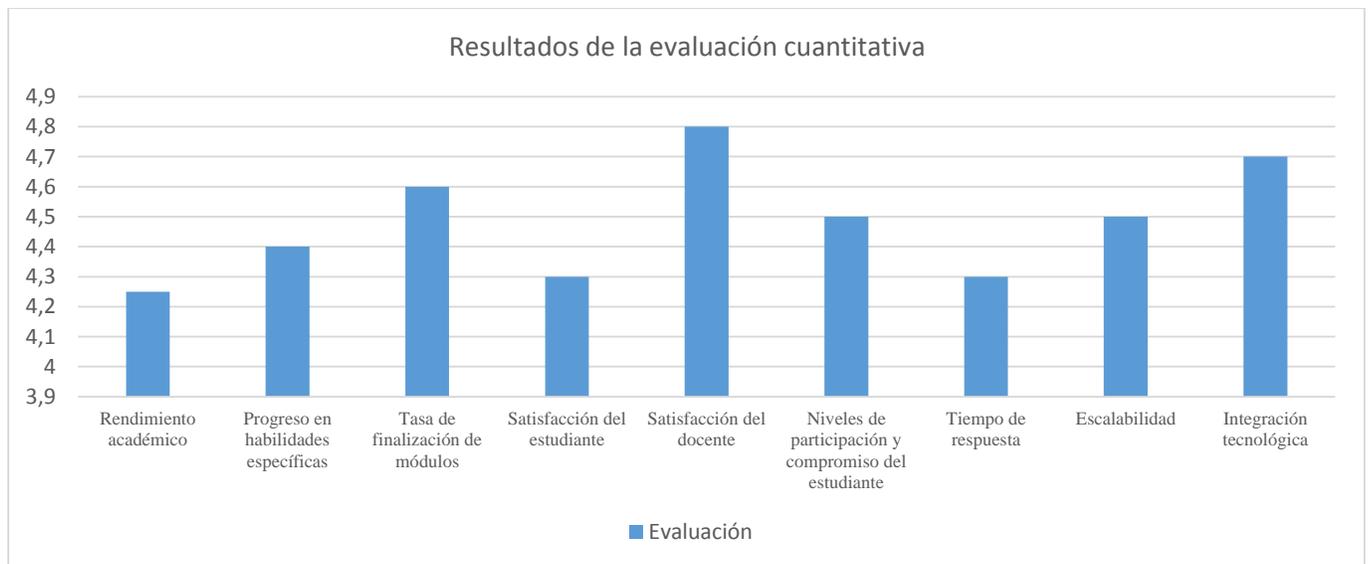


Figura 2. Resultados de la evaluación cuantitativa de la implementación del Sistemas de Tutoría Inteligente para la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato.

La evaluación cuantitativa de la implementación del STI para la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato arrojó resultados positivos en diversos aspectos. El rendimiento académico de los estudiantes mostró una mejora significativa, obteniendo una calificación de 4,25, mientras que el progreso en habilidades específicas alcanzó un 4,4, indicando que el STI fue eficaz en abordar y mejorar las áreas donde los estudiantes tenían dificultades. La tasa



de finalización de módulos fue alta, con una puntuación de 4,6, sugiriendo un buen nivel de compromiso y éxito en las tareas asignadas.

La satisfacción del estudiante con el sistema fue también positiva, con una valoración de 4,3, reflejando una percepción favorable sobre la utilidad y relevancia del contenido personalizado. Los docentes, por su parte, expresaron una satisfacción aún mayor, con una calificación de 4,8, destacando la facilidad de integración del STI en sus metodologías de enseñanza. Los niveles de participación y compromiso de los estudiantes fueron altos, con una puntuación de 4,5, lo que indica un fuerte niveles de participación y compromiso del estudiante con las herramientas y actividades del sistema. En términos de eficiencia del sistema, el tiempo de respuesta obtuvo una calificación de 4,3, mostrando que el STI se adapta rápidamente a las necesidades individuales de los estudiantes. Además, la escalabilidad del sistema fue valorada con un 4,5, demostrando su capacidad para manejar un número creciente de usuarios sin perder funcionalidad. Finalmente, la integración tecnológica del STI recibió una alta calificación de 4,7, evidenciando su compatibilidad y facilidad de uso con otras plataformas educativas.

Sin embargo, los expertos ofrecieron sugerencias para fortalecer y mejorar aún más la implementación del sistema para la personalización del aprendizaje en estudiantes del Bachillerato:

- Ajustes continuos basados en datos: Implementar un sistema de retroalimentación continua que utilice datos en tiempo real para ajustar y personalizar el contenido educativo y las metodologías de enseñanza. Esto incluye analizar patrones de aprendizaje, identificar áreas de dificultad, y adaptar las estrategias pedagógicas en función de las necesidades individuales de los estudiantes.
- Capacitación y apoyo a docentes: Proporcionar formación continua y recursos de apoyo a los docentes para garantizar una integración efectiva del STI en el aula. Esto incluye talleres, manuales de usuario, y acceso a un equipo de soporte técnico que pueda ayudar a resolver problemas y optimizar el uso del sistema.
- Evaluación y mejora constante del sistema: Establecer un ciclo de evaluación y mejora continua para el STI, incluyendo la recolección de retroalimentación de estudiantes y docentes, así como la revisión regular de las métricas de desempeño del sistema. Basado en estos datos, realizar actualizaciones y mejoras para asegurar que el sistema sigue siendo relevante y efectivo.

Resultados obtenidos por los estudiantes

La figura 3 muestra una representación de la evaluación promedio general de los estudiantes antes y después de implementar un Sistemas de Tutoría Inteligente para la personalización del aprendizaje. La evaluación cuantitativa del promedio general de los estudiantes antes y después de la implementación del Sistema de Tutoría Inteligente (STI) para la personalización del aprendizaje en el Bachillerato muestra una mejora significativa en los resultados académicos.



Antes de la implementación del STI, el promedio general de las calificaciones de los 18 estudiantes evaluados en la asignatura matemática era de 7,03. Después de la intervención con el STI, este promedio aumentó a 8,37. Este incremento de 1,34 puntos en el promedio general refleja una mejora considerable en el rendimiento académico de los estudiantes.

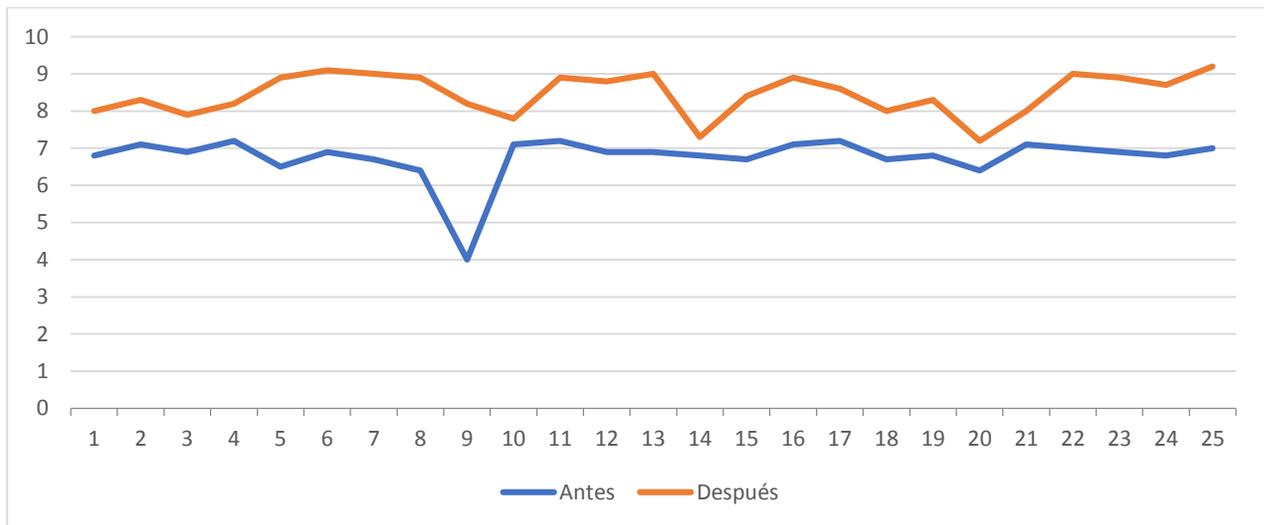


Figura 3. Evaluación promedio general de los estudiantes.

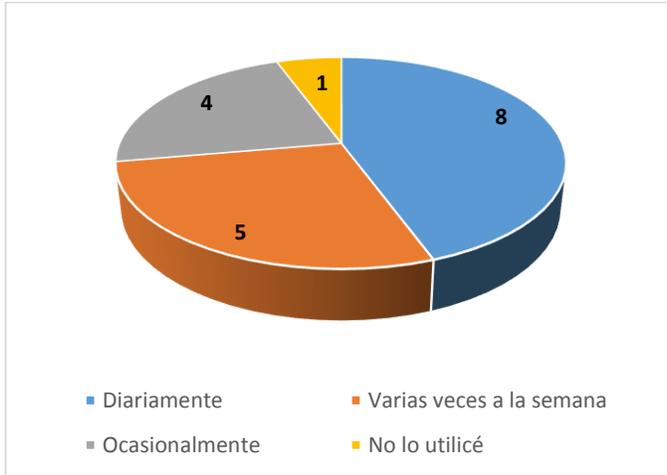
Cada estudiante mostró un aumento en sus calificaciones, con mejoras que van desde 0,8 hasta 1,9 puntos. Por ejemplo, el Estudiante 1 mejoró su calificación de 6,8 a 8,2, mientras que el Estudiante 14 tuvo el mayor incremento, pasando de 7,2 a 9,1. Estos resultados indican que el STI ha sido eficaz en personalizar el aprendizaje y en abordar las necesidades individuales de los estudiantes, permitiéndoles alcanzar mejores resultados académicos.

La tendencia positiva se observa en todos los estudiantes. Estudiantes como el número 11 y el número 13, que pasaron de 6,9 a 8,6 y de 7,1 a 8,8 respectivamente, reflejan que el sistema no solo ayuda a los estudiantes con calificaciones más bajas a mejorar significativamente, sino que también impulsa a los estudiantes con calificaciones moderadas a alcanzar niveles de rendimiento aún más altos. La consistencia de las mejoras en todos los estudiantes subraya la eficacia del STI en diversos contextos y niveles de habilidad.

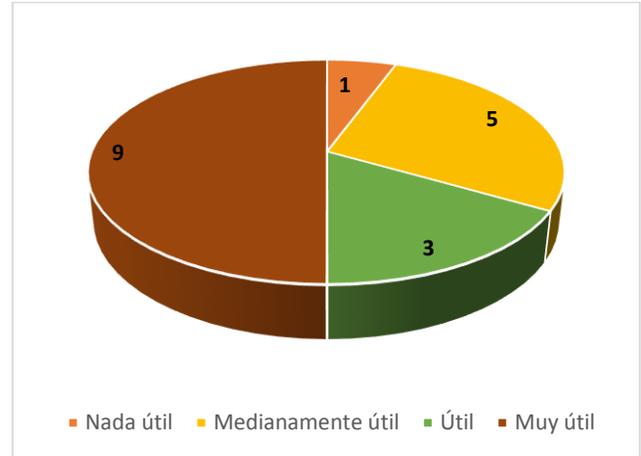
Adicionalmente, se aplicó una encuesta para evaluar las percepciones de los estudiantes matriculados en el curso de matemáticas. Los principales resultados se resumen a continuación:



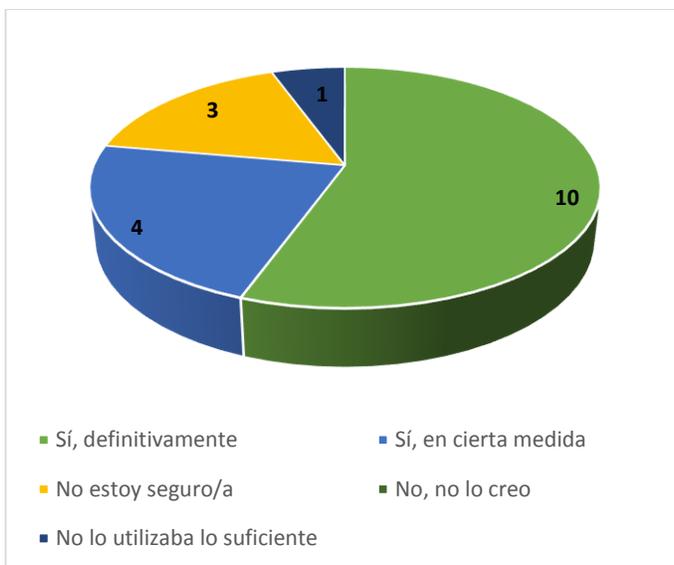
Pregunta 1: ¿Con qué frecuencia utilizaste el Sistema de Tutoría Inteligente durante el período de estudio?



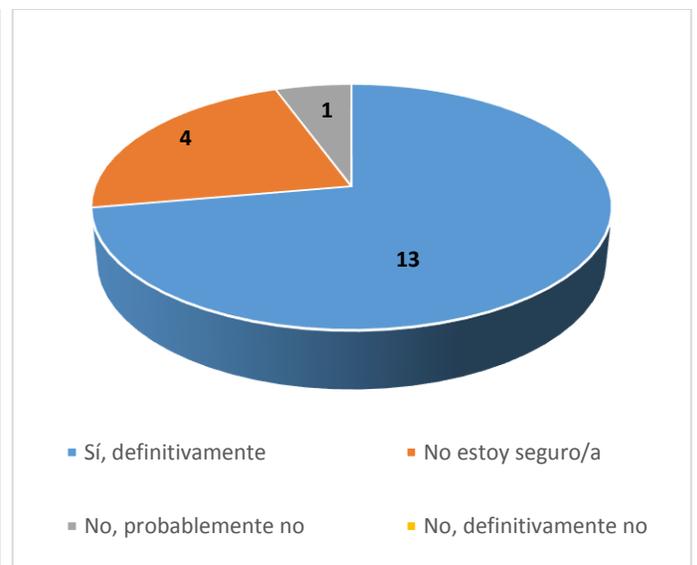
Pregunta 2: ¿Qué tan útil encontraste el Sistema de Tutoría Inteligente para tu aprendizaje?



Pregunta 3: En comparación con los métodos de enseñanza tradicionales, ¿crees que este curso te ayudó a aprender de manera más efectiva?



Pregunta 4: ¿Recomendarías el uso del Sistema de Tutoría Inteligente a otros estudiantes?



Pregunta 5: ¿Qué aspectos de la Tutoría Inteligente encontraste más beneficiosos para tu aprendizaje? (Selecciona todas las que apliquen)





Figura 4. Resultados de la encuesta a estudiantes.

Los resultados de la encuesta aplicada revelaron una participación activa, con la mayoría de los encuestados utilizando el sistema varias veces a la semana durante las 10 semanas de estudio. En cuanto a la utilidad percibida, la mayoría calificó el sistema con un nivel alto de utilidad, con respuestas principalmente en las categorías útil y muy útil. Respecto a los aspectos beneficiosos del sistema, los estudiantes destacaron principalmente la retroalimentación personalizada en las actividades de aprendizaje y las recomendaciones de recursos adaptados a sus necesidades. Además, la interacción con actividades interactivas y desafiantes fue mencionada como un aspecto positivo. En términos de efectividad comparativa con métodos de enseñanza tradicionales, una proporción significativa de los encuestados expresó que el Sistema de Tutoría Inteligente les ayudó a aprender de manera más efectiva, con respuestas mayoritarias en las categorías "Sí, definitivamente" y "Sí, en cierta medida". Finalmente, la mayoría de los estudiantes estarían dispuestos a recomendar el uso del sistema a otros compañeros, con respuestas mayoritarias en las categorías "Sí, definitivamente" y "Sí, probablemente". Estos resultados sugieren una percepción general positiva y una aceptación favorable del Sistema de Tutoría Inteligente entre los estudiantes encuestados.

Discusiones

Se ha demostrado consistentemente que los Sistemas DE Tutoría Inteligentes mejoran los resultados educativos de los estudiantes cuando se usan solos o en combinación con la instrucción tradicional. Sin embargo, construir un STI es un proceso que requiere mucho tiempo y conocimiento especializado de las herramientas existentes.



En esta investigación se seleccionó Open edX, el cual es una plataforma de aprendizaje en línea de código abierto que ofrece una variedad de características que pueden integrarse con Moodle para proporcionar una experiencia educativa personalizada y adaptativa (Avalos-Bravo et al., 2022). Esta plataforma permitió a los educadores adaptar el curso a las necesidades específicas de los estudiantes de bachillerato en Ecuador. Esto incluyó la capacidad de crear cursos personalizados, ajustar la interfaz de usuario y agregar nuevas funcionalidades de tutoría inteligente según sea necesario. Además, los 4 educadores que participaron en el estudio, pudieron configurar actividades de evaluación que se adaptaron automáticamente al progreso y desempeño individual de cada estudiante, proporcionando retroalimentación personalizada en tiempo real.

Aunque Open edX es una plataforma independiente, se analizaron y soluciones disponibles como *Learning Tools Interoperability* (LTI), API RESTful y plugins (Shahin, 2017), que permitieron la integración con Moodle (Kouvara et al., 2021; Sapeha et al., 2022). Esto permitió aprovechar las fortalezas de ambas plataformas y crear una experiencia de aprendizaje unificada y coherente para los estudiantes, siendo el principal objetivo la utilización de tutoría inteligente.

Conclusiones

El desarrollo del Sistema de Tutoría Inteligente basado en algoritmos avanzados representa un paso significativo en la mejora de la educación en línea, ofreciendo a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más personalizada, efectiva y accesible. Con el potencial de transformar la forma en que se enseña y se aprende, este enfoque promete abrir nuevas puertas hacia un futuro de educación más inclusivo, dinámico y eficiente.

La implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente en el Bachillerato demuestra ser una estrategia efectiva para personalizar el aprendizaje, proporcionando beneficios tanto académicos como motivacionales. Esta investigación destaca la importancia de seguir explorando y desarrollando estas tecnologías para maximizar su impacto educativo.

Los resultados de la evaluación cuantitativa destacan la efectividad del Sistema de Tutoría Inteligente en la personalización del aprendizaje, mejorando significativamente el rendimiento académico y la satisfacción tanto de estudiantes como de docentes.

La implementación del Sistema de Tutoría Inteligente ha demostrado ser altamente beneficiosa para la personalización del aprendizaje en el Bachillerato. Los aumentos significativos en el promedio general de las calificaciones de los estudiantes evidencian el impacto positivo del STI en el rendimiento académico. Estos resultados destacan el potencial del STI para mejorar la educación personalizada y apoyar el progreso individual de los estudiantes, independientemente de su nivel inicial de desempeño.

Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Contribución de los autores

1. Conceptualización: Jean Carlos Erazo Hernández, Francisco Javier Inagán Carvajal
2. Curación de datos: Harold Anderson Jácome Lucero, Danny Israel Suárez Puente
3. Análisis formal: Jean Carlos Erazo Hernández, Francisco Javier Inagán Carvajal
4. Investigación: Jean Carlos Erazo Hernández, Francisco Javier Inagán Carvajal
5. Metodología: Harold Anderson Jácome Lucero, Danny Israel Suárez Puente
6. Administración del proyecto: Jean Carlos Erazo Hernández
7. Software: Jean Carlos Erazo Hernández, Francisco Javier Inagán Carvajal, Harold Anderson Jácome Lucero, Danny Israel Suárez Puente
8. Supervisión: Jean Carlos Erazo Hernández
9. Validación: Harold Anderson Jácome Lucero, Danny Israel Suárez Puente
10. Visualización: Harold Anderson Jácome Lucero, Danny Israel Suárez Puente
11. Redacción – borrador original: Jean Carlos Erazo Hernández, Francisco Javier Inagán Carvajal, Harold Anderson Jácome Lucero, Danny Israel Suárez Puente
12. Redacción – revisión y edición: Jean Carlos Erazo Hernández, Francisco Javier Inagán Carvajal, Harold Anderson Jácome Lucero, Danny Israel Suárez Puente

Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externa.

Referencias

- Akyuz, Y. (2020). Effects of intelligent tutoring systems (ITS) on personalized learning (PL). *Creative Education*, 11(6), 953-978. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=101287>
- Alam, A. (2022). Employing adaptive learning and intelligent tutoring robots for virtual classrooms and smart campuses: reforming education in the age of artificial intelligence. In *Advanced computing and intelligent technologies: Proceedings of ICACIT 2022* (pp. 395-406). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-2980-9_32



- Alam, A. (2023). Harnessing the Power of AI to Create Intelligent Tutoring Systems for Enhanced Classroom Experience and Improved Learning Outcomes. In *Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks* (pp. 571-591). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-99-1767-9_42
- Avalos-Bravo, V., Gómez, S. C., Noguera, I. J., & Contreras, J. I. R. (2022). Open edX as a learning remote platform for Mexico City-IPN. *International Congress of Telematics and Computing*,
- Azevedo, R., Bouchet, F., Duffy, M., Harley, J., Taub, M., Trevors, G., Cloude, E., Dever, D., Wiedbusch, M., & Wortha, F. (2022). Lessons learned and future directions of MetaTutor: Leveraging multichannel data to scaffold self-regulated learning with an intelligent tutoring system. *Frontiers in Psychology*, *13*, 813632. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.813632/full>
- Erümit, A. K., & Çetin, İ. (2020). Design framework of adaptive intelligent tutoring systems. *Education and Information Technologies*, *25*(5), 4477-4500. <https://link.springer.com/article/10.1007/S10639-020-10182-8>
- Hemachandran, K., Verma, P., Pareek, P., Arora, N., Kumar, K. V. R., Ahanger, T. A., Pise, A. A., & Ratna, R. (2022). Artificial intelligence: A universal virtual tool to augment tutoring in higher education. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9110123/>
- Kouvara, T., Karachristos, C., Karakatsoulis, D., Orfanoudakis, T., & Sideris, D. (2021). The Massive Open Online Courses of the hellenic open university: Configuration and analysis of specifications for the selection of the most suitable platform. *ICERI2021 Proceedings*,
- Mousavinasab, E., Zarifsanaiey, N., R. Niakan Kalhori, S., Rakhshan, M., Keikha, L., & Ghazi Saeedi, M. (2021). Intelligent tutoring systems: a systematic review of characteristics, applications, and evaluation methods. *Interactive Learning Environments*, *29*(1), 142-163. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10494820.2018.1558257>
- Paladines, J., & Ramirez, J. (2020). A systematic literature review of intelligent tutoring systems with dialogue in natural language. *IEEE Access*, *8*, 164246-164267. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9186073/>
- Rodríguez Chávez, M. H. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *11*(22). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-74672021000100115&script=sci_arttext
- Rodríguez, P. K. P., Rodríguez, L. V. P., Pinales, M. M. M., & Vera, S. E. M. (2024). Sistema IA para personalizar y predecir el rendimiento del estudiante. *RECIAMUC*, *8*(1), 692-700. <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1313>



- Sapeha, A., Zlatkova, A., Poposka, M., Donchevski, F., Karpov, K. B., Todorov, Z., Efnusheva, D., Kokolanski, Z., Sarjas, A., & Gleich, D. (2022). Learning management systems as a platform for deployment of remote and virtual laboratory environments. <https://repo.bibliothek.uni-halle.de/handle/1981185920/78898>
- Shahin, H. L. (2017). *Design and Implementation of OpenDSA Interoperable Infrastructure* Virginia Tech].

