

**Conceptual prototype of an AI-based Intelligent Tutoring System for
Interactive Learning of Relational Databases**
**Prototipo conceptual de un Sistema Tutor Inteligente basado en IA para
el Aprendizaje Interactivo de Bases de Datos Relacionales**

Autores:

Nieves-Méndez, Christian Leonardo
UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
Docente Universitario- investigador
Guayaquil – Ecuador



cnieves@uagraria.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0004-0930-6548>

Cruz-Tobar, José Antonio
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO TESA
Docente del área de Sistemas - Investigador
Guayaquil – Ecuador



jcruz@tesa.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0006-3493-2940>

Tigrero-Contreras, Richard Miguel
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO GUAYAQUIL
Docente Universitario - Investigador
Guayaquil – Ecuador



rtigrero@istg.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-2340-9365>

Fechas de recepción: 03-Sep-2025 aceptación: 03-Oct-2025 publicación: 31-Dic-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

Este artículo científico presenta una propuesta conceptual de un Sistema Tutor Inteligente (STI) basado en inteligencia artificial (IA), orientado al aprendizaje interactivo de bases de datos relacionales en el contexto de la educación superior en Guayaquil, Ecuador. Se realiza una revisión bibliográfica sistemática de literatura científica reciente, centrada en el uso de tutores inteligentes y tecnologías de IA aplicadas a la enseñanza de bases de datos. A partir del análisis de los hallazgos, se define una arquitectura funcional teórica del sistema, incluyendo sus componentes principales: modelo de dominio, modelo del estudiante y módulo pedagógico. Asimismo, se diseñan diagramas de arquitectura, casos de uso, flujos de interacción y maquetas de interfaz que ilustran la viabilidad del prototipo propuesto. Finalmente, se discuten las oportunidades de aplicación, beneficios esperados y limitaciones del enfoque, destacando su potencial para mejorar la calidad del aprendizaje y reducir la carga docente en entornos académicos.

Palabras clave: sistema tutor inteligente; inteligencia artificial; bases de datos relacionales; aprendizaje interactivo; educación superior

Abstract

This scientific article presents a conceptual proposal for an Intelligent Tutoring System (ITS) based on Artificial Intelligence (AI), designed to support interactive learning of relational databases in higher education contexts in Guayaquil, Ecuador. A systematic literature review was conducted to explore recent scientific developments in the use of intelligent tutoring systems and AI technologies in database education. Based on this analysis, a theoretical functional architecture is proposed, including a domain model, a student model, and a pedagogical module. The design is illustrated through architecture diagrams, use case scenarios, interaction flows, and graphical interface mockups. The discussion highlights the potential benefits, applicability, and limitations of the proposed approach, emphasizing its capacity to enhance student learning and reduce teacher workload in academic environments.

Keywords: intelligent tutoring system; artificial intelligence; relational databases; interactive learning; higher education



Introducción

En las últimas décadas, la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la educación ha impulsado el desarrollo de Sistemas Tutores Inteligentes (ITS), diseñados para simular la tutoría humana y ofrecer instrucción personalizada a los estudiantes, mejorando la calidad del aprendizaje (Ekaterina et al., 2021). Estos sistemas combinan tecnologías de IA con teorías del aprendizaje para adaptarse a las necesidades individuales, proporcionando retroalimentación inmediata y apoyo interactivo sin requerir la intervención constante de un docente. Estudios recientes han demostrado que los Sistemas Tutores Inteligentes son eficaces para mejorar el rendimiento académico, al ofrecer apoyo adaptativo y personalizado sin la necesidad constante de intervención docente (Yuh & Jain, 2024). Sin embargo, su efectividad depende de la precisión con que modelan el conocimiento del estudiante y de la calidad de las estrategias pedagógicas implementadas.

En el ámbito de la enseñanza de Bases de Datos Relacionales, existe una necesidad creciente de herramientas que apoyen el aprendizaje práctico de lenguajes como SQL y conceptos de diseño de bases de datos. SQL es el lenguaje estándar para gestionar y consultar bases de datos relacionales y forma parte central de muchos planes de estudio universitarios en carreras de computación y sistemas. A pesar de ser un lenguaje declarativo con un conjunto relativamente pequeño de comandos, en el área de bases de datos, aprender SQL representa un desafío para muchos estudiantes, debido a la necesidad de comprender la lógica detrás de consultas y el impacto de errores sutiles en los resultados (Aguirre Reid, y otros, 2023).

Frente a este escenario, un Sistema Tutor Inteligente enfocado en bases de datos podría ser una solución efectiva para mejorar el aprendizaje. Un ITS diseñado para bases de datos puede asistir a los estudiantes en la resolución de consultas SQL, brindar pistas ante errores y reforzar la comprensión con retroalimentación adaptativa (Yang, Wei, Herman, & Abdussalam, 2021).

Adicionalmente, puede ayudar en la enseñanza de otros conceptos fundamentales como el modelamiento entidad-relación y la normalización de esquemas relacionales, proporcionando un entorno de práctica seguro donde el alumno aprende de sus errores sin consecuencias reales sobre datos de producción.



En el contexto educativo de Guayaquil, la implementación de herramientas tecnológicas innovadoras cobra relevancia para atender la creciente matrícula en carreras tecnológicas y mejorar los índices de retención estudiantil. Según reportes tras la pandemia de COVID-19, muchos estudiantes ecuatorianos ingresaron a la educación superior con brechas formativas importantes, especialmente en áreas STEM. Iniciativas recientes en Ecuador han demostrado el potencial de la IA para remediar estas deficiencias: por ejemplo, una plataforma de nivelación académica con tutores inteligentes de matemáticas atendió a más de 14 mil estudiantes, logrando en 16 semanas incrementar del 25% al 68,7% el dominio de contenidos matemáticos, lo que equivale a un avance de un año escolar. Esta experiencia pionera, apoyada por el Banco Mundial, evidenció mejoras en el desempeño, reducción de tasas de deserción y mayor personalización del aprendizaje gracias al ajuste del contenido al nivel adecuado de cada estudiante (Mora Carrión, 2022).

El tutor proporcionará a los estudiantes un entorno virtual donde puedan resolver consultas SQL y ejercicios de diseño de bases de datos, recibiendo una retroalimentación inmediata y adaptativa que refuerce su comprensión. La orientación geográfica de la propuesta se centra en Guayaquil, Ecuador, buscando contribuir a la innovación educativa local y alinearse con los esfuerzos nacionales de transformación digital en la educación superior.

Una vez realizado el análisis de la situación y la problemática presente, se plantea el siguiente objetivo general: Revisar la literatura científica sobre sistemas tutores inteligentes basados en inteligencia artificial, con el fin de proponer un prototipo conceptual orientado al aprendizaje interactivo de bases de datos relacionales. De esto, se desprenden los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar la literatura científica reciente sobre el uso de sistemas tutores inteligentes y la inteligencia artificial en procesos educativos vinculados a la enseñanza de bases de datos.
2. Definir los componentes conceptuales de un prototipo de sistema tutor inteligente, orientado al aprendizaje interactivo de bases de datos relacionales.
3. Diseñar diagramas y maquetas de interfaz que representen la arquitectura y el funcionamiento del prototipo conceptual en entornos académicos

4. Discutir los aportes, limitaciones y perspectivas futuras de la propuesta conceptual en el ámbito de la educación superior.

Realizado el establecimiento de objetivos, se procede a realizar el análisis de la literatura correspondiente tanto a nivel nacional como internacional:

Estado del arte internacional

A nivel global, los Sistemas Tutores Inteligentes han evolucionado significativamente con el avance de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la educación. Los primeros ITS, desarrollados desde la década de 1970, se basaban en enfoques simbólicos y reglas definidas por expertos para emular el comportamiento de un tutor humano. Un ejemplo clásico es SQL-Tutor, uno de los primeros tutores inteligentes para SQL, presentado en los años 90, que ofrecía problemas de consulta SQL a los estudiantes y evaluaba sus soluciones comparándolas con un conjunto de respuestas correctas predefinidas. Estos sistemas tradicionales implementaban componentes esenciales como un modelo de dominio (base de conocimiento experta con reglas y respuestas correctas), un modelo de estudiante (representación del conocimiento y errores del aprendiz) y un modelo tutor o pedagógico (estrategias de enseñanza y generación de retroalimentación). Por ejemplo, el SQL-Tutor original constaba de una interfaz interactiva con el estudiante, un repositorio de conocimiento experto sobre SQL, y un modelo del estudiante que monitoreaba su progreso y decidía las acciones pedagógicas a tomar (Aguirre Reid et al., 2023). En evaluaciones tempranas, se demostró que los estudiantes que utilizaron SQL-Tutor mejoraron su desempeño en la realización de consultas y valoraron positivamente la ayuda provista por el sistema.

A pesar de los aportes de los Sistemas Tutores Inteligentes (ITS) tempranos, estos enfrentaron importantes limitaciones, particularmente en cuanto a su capacidad de escalar y adaptarse. Su diseño requería una intensa ingeniería del conocimiento, ya que los expertos debían definir de manera manual cada posible solución correcta, así como las pistas y retroalimentaciones asociadas (Troussas, et al., 2023). Esta aproximación resultaba costosa, rígida y de difícil mantenimiento al ser aplicada a nuevos dominios. Además, la retroalimentación generada por estos sistemas era generalmente limitada, ofreciendo respuestas binarias como “correcto” o “incorrecto”, sin una explicación profunda sobre el

error del estudiante. Estas limitaciones han sido documentadas ampliamente en la literatura reciente (Kochmar et al., 2023).

El panorama ha mejorado notablemente gracias a la integración de técnicas de procesamiento de lenguaje natural (PLN) y enfoques basados en datos, que permiten a los ITS ofrecer una retroalimentación más personalizada y contextualizada. Por ejemplo, el uso de modelos de aprendizaje automático permite generar automáticamente intervenciones pedagógicas adaptadas a las necesidades individuales del estudiante, sin depender exclusivamente de reglas predefinidas (Kochmar et al., 2021). Además, sistemas recientes como el propuesto por Troussas et al. (2023) utilizan análisis semántico de las respuestas estudiantiles para generar retroalimentación más rica y orientada al aprendizaje significativo (Kochmar et al., 2021).

En años recientes (2019 en adelante), el campo de los Sistemas Tutores Inteligentes (ITS) ha experimentado un resurgimiento gracias a la integración de técnicas avanzadas de IA, aprendizaje automático y análisis de datos educativos (Learning Analytics). Los ITS modernos combinan enfoques data-driven, lo que les permite adaptarse dinámicamente a las necesidades de los estudiantes. Por ejemplo, se han desarrollado tutores capaces de aprender de las interacciones acumuladas de múltiples usuarios para mejorar sus modelos de evaluación y estrategias de retroalimentación (Aguirre Reid et al., 2023).

Uno de los enfoques más relevantes es la distinción entre métodos estáticos, dinámicos e híbridos para la evaluación de respuestas. Los métodos estáticos comparan la solución del estudiante con una lista de respuestas correctas predefinidas, como ocurría en sistemas clásicos de tutoría como SQL-Tutor. Aunque detallados, estos enfoques pueden fallar ante respuestas inesperadas. En cambio, los métodos dinámicos ejecutan directamente la consulta SQL del estudiante y comparan su resultado con el esperado, aunque solo suelen reportar si es correcto o no, sin diagnosticar el error (Yang et al., 2021).

Los sistemas híbridos combinan ambas estrategias y utilizan métricas de similitud como la distancia de Levenshtein para analizar cuán cercana es la consulta del estudiante respecto a una respuesta óptima. Esto permite generar retroalimentación parcial, puntuar respuestas con errores menores y orientar sobre errores específicos (Aguirre Reid et al., 2023). Además, la

incorporación de múltiples soluciones de referencia en lugar de una única solución ideal mejora la personalización del feedback.

También se ha observado una tendencia creciente hacia la integración de procesamiento de lenguaje natural (PLN) y análisis de datos masivos. Herramientas como Echelon utilizan algoritmos de agrupamiento (clustering) para clasificar las respuestas SQL de los estudiantes y detectar patrones de error comunes, permitiendo una retroalimentación grupal más eficiente (Yang et al., 2021). Asimismo, se han empleado modelos de redes neuronales profundas para predecir automáticamente la corrección de consultas SQL y adaptar el feedback en tiempo real (Aguirre Reid et al., 2023).

En paralelo, los ITS contemporáneos exploran dimensiones afectivas del aprendizaje. Se reconoce que el estado emocional del estudiante influye en su desempeño, por lo que algunos tutores incorporan módulos de reconocimiento de emociones basados en expresiones faciales, tiempo de resolución y otros indicadores biométricos. Aunque los primeros desarrollos datan de antes de 2019, estudios recientes consolidan esta línea. Por ejemplo, se destacan que los ITS actuales, potenciados por IA, pueden reducir la carga de trabajo docente en tareas rutinarias y facilitar una enseñanza más personalizada (Yuh et al., 2024).

Finalmente, se reafirma que los ITS no buscan reemplazar al docente, sino complementar su labor, permitiendo una instrucción diferenciada adaptada al ritmo y estilo de aprendizaje del estudiante (Rodríguez Chávez, 2021).

Estado del arte nacional

En Ecuador y Latinoamérica, la investigación y aplicación de sistemas de inteligencia artificial en el ámbito educativo ha ganado terreno en los últimos años, aunque sigue siendo un campo en desarrollo. Tradicionalmente, la incorporación de tecnologías educativas avanzadas en la región ha estado limitada por factores como la infraestructura tecnológica y la disponibilidad de recursos. No obstante, las recientes políticas de digitalización educativa y las colaboraciones internacionales han incentivado el uso de herramientas como los tutores inteligentes. Un estudio reciente evidencia que la inteligencia artificial ha sido empleada en instituciones de educación superior en Ecuador para analizar el rendimiento académico de los estudiantes, mostrando su potencial como herramienta de apoyo al proceso educativo. Esta experiencia también destacó la necesidad de una adecuada formación docente y de

estrategias para fomentar la aceptación tecnológica entre los estudiantes (Jimbo Santana, et al., 2023).

En cuanto a literatura académica, se hallan algunos estudios y desarrollos de interés en Ecuador y países cercanos. Por ejemplo, Mora Carrión (2022) realizó una tesis de grado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil que consistió en el diseño de un prototipo de tutor inteligente para el aprendizaje de lenguajes de programación. Si bien enfocado en programación básica en lugar de bases de datos, este trabajo sentó precedentes en la aplicación de técnicas de IA (como algoritmos de recomendación de ejercicios según el estilo de aprendizaje del estudiante) en entornos educativos ecuatorianos (Mora Carrión, 2022).

En la literatura latinoamericana reciente (2019–2023), se ha incrementado el interés por sistematizar el conocimiento sobre tutores inteligentes y su aplicación en la educación. En Ecuador, por ejemplo, un estudio docente de la Unidad Educativa Cocán abordó la implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) basados en IA para personalizar el aprendizaje de matemáticas en contextos de educación básica, destacando el uso de algoritmos adaptativos y retroalimentación en tiempo real como elementos clave para mejorar el desempeño estudiantil (Ekaterina et al., 2021). Este tipo de iniciativa demuestra que, aunque limitada, existe una trayectoria de proyectos enfocados en atender las brechas formativas mediante herramientas adaptativas en el país (Guamán Cajilema et al., 2025).

En paralelo, la investigación comparativa también ha identificado que, si bien existen plataformas de IA educativa orientadas a ámbitos internacionales o generales, no se ha documentado hasta la fecha la implementación de un tutor inteligente a escala dentro de universidades ecuatorianas para la asignatura de Bases de Datos, una materia fundamental en ingeniería. Mientras que la literatura destaca que en la región muchas soluciones aún requieren ajustes para alinearse con los contenidos curriculares locales, en Ecuador todavía no se ha cerrado esa brecha tecnológica específica en las carreras de computación e informática (Magallanes et al., 2023).

En cuanto a políticas educativas, la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) ha manifestado interés en incorporar tecnologías de IA en la enseñanza universitaria, como parte de su Agenda de Innovación Educativa 2030, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Entre los objetivos estratégicos se



incluye la personalización del aprendizaje para mejorar la calidad y equidad de la educación superior (SENESCYT, 2022). En este contexto, prototipos como el propuesto en este artículo podrían recibir respaldo institucional si demuestran eficacia. Varias universidades del país, especialmente en Guayaquil, ya han comenzado a establecer unidades de innovación pedagógica y laboratorios de IA educativa, configurando un ecosistema favorable para implementar soluciones ITS en entornos controlados (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT], 2022).

En resumen, a nivel nacional el campo de los tutores inteligentes en educación está emergiendo con experiencias aisladas pero prometedoras. La propuesta de un tutor inteligente para bases de datos relacionales en Guayaquil se enmarca como una contribución novedosa, con potencial de convertirse en un referente local. Aprovecha lecciones aprendidas de iniciativas previas (como la plataforma de matemáticas) y responde a necesidades diagnosticadas en el contexto ecuatoriano (dificultades en cursos de primer año, sobrecarga docente, altos índices de repetición en materias de programación y bases de datos). En las siguientes secciones se fundamentará teóricamente esta propuesta y se describirá la metodología seguida para materializarla en un prototipo funcional.

Material y métodos

Este artículo responde a una investigación de tipo cualitativa, documental y bibliográfica, centrada en el análisis y síntesis de literatura científica reciente. El objetivo fue identificar, clasificar y comparar los avances conceptuales y tecnológicos relacionados con los sistemas tutores inteligentes (STI) basados en inteligencia artificial aplicados al aprendizaje de bases de datos relacionales, con el fin de elaborar una propuesta conceptual adaptada al contexto universitario latinoamericano (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2021).

Los materiales e instrumentos utilizados en esta investigación se enfocan en herramientas digitales de búsqueda académica y en el análisis conceptual de fuentes secundarias.

a) Fuentes de información

Se utilizaron bases de datos académicas reconocidas para la recopilación de artículos y documentos:

Tabla 1.

Bases de datos utilizadas en la investigación



Base de datos / herramienta	Tipo de contenido	Relevancia para la investigación
Consensus.app	Artículos científicos con enfoque IA y educación	Revisión sistemática de literatura reciente (2019–2024)
Google Scholar	Artículos, tesis, informes	Búsqueda amplia de estudios regionales y globales
IEEE Xplore	Artículos técnicos en IA educativa	ITS, aprendizaje automático, PLN
Scopus	Producción científica revisada por pares	Validación académica, ranking de citas
SciELO	Producción científica en español	Estudios de contexto latinoamericano

Nota. Tomado de diferentes bases de datos para realizar el estudio

b) Tipos de fuentes

Las fuentes analizadas incluyen:

- Artículos científicos revisados por pares
- Tesis de maestría y doctorado
- Libros especializados
- Informes institucionales
- Documentos técnicos y metodológicos

c) Tipo de análisis realizado

Se aplicó una metodología de revisión teórica sistematizada y meta-síntesis conceptual, enfocada en:

- Identificar las tendencias actuales en ITS con IA
- Sintetizar las características comunes de los prototipos exitosos
- Detectar vacíos teóricos o tecnológicos en el contexto ecuatoriano
- Fundamentar el modelo conceptual propuesto a partir de evidencia comparada

Esta aproximación permite construir una base científica sólida para la propuesta, sin requerir datos empíricos de campo, alineándose con lo descrito por quien destaca que las revisiones



teóricas permiten consolidar conocimiento disperso y facilitar nuevos modelos conceptuales (Snyder, 2019).

Métodos

La estrategia metodológica se organizó en cinco fases principales, siguiendo un enfoque de revisión cualitativa y estructurada:

Fase 1: Delimitación temática

Se identificaron como palabras clave: “sistemas tutores inteligentes”, “IA en educación” “bases de datos relacionales”, “prototipos conceptuales”, “learning analytics”, “feedback adaptativo”, entre otras.

Fase 2: Criterios de selección

- Criterios de inclusión: fuentes entre 2019-2024, artículos científicos en español o inglés, pertinencia temática con enfoque en IA aplicada a educación.
- Criterios de exclusión: artículos sin revisión por pares, publicaciones comerciales, documentos sin autoría académica clara.

Fase 3: Revisión crítica de literatura

Cada documento fue analizado con base en su:

- Rigor metodológico
- Contexto de aplicación
- Relevancia para la enseñanza de bases de datos
- Innovación tecnológica en tutoría inteligente

Se priorizó el uso de estudios con impacto académico, como revisiones sistemáticas o prototipos evaluados experimentalmente.

Fase 4: Categorización de hallazgos

Los hallazgos fueron agrupados en dimensiones temáticas:

- Modelos pedagógicos y estrategias de retroalimentación
- Arquitecturas técnicas y componentes funcionales
- Adaptabilidad del sistema a los estilos de aprendizaje
- Personalización mediante IA y PLN
- Aplicabilidad en educación superior



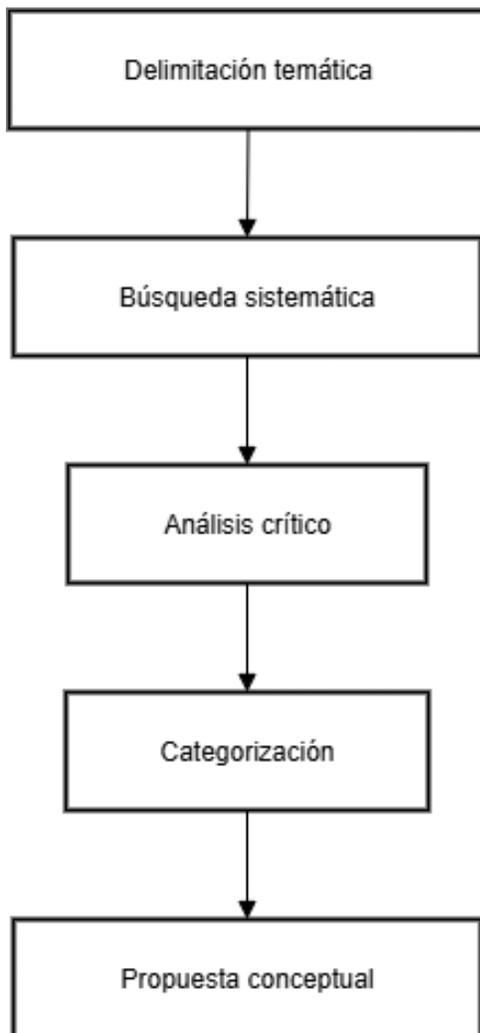
Fase 5: Elaboración del prototipo conceptual

A partir de la evidencia analizada, se construyó un modelo teórico funcional con base en:

- Diagramas de arquitectura
- Casos de uso
- Flujos de interacción
- Mockups de interfaz

Figura 1.

Diagrama de flujo resumido del proceso metodológico en cinco fases:



Nota. Las fases del proceso metodológico comienzan con la búsqueda del tema en las bases de datos mencionadas en la tabla anterior.

El diagrama refleja el proceso metodológico seguido para el desarrollo del estudio. En primer lugar, se realizó la delimitación temática, lo cual permitió acotar el objeto de investigación hacia el análisis de sistemas tutores inteligentes aplicados al aprendizaje de bases de datos relacionales. Posteriormente, se llevó a cabo una búsqueda sistemática en fuentes académicas, con criterios de inclusión y exclusión definidos para garantizar la pertinencia de los documentos seleccionados. Una vez obtenida la literatura, se efectuó un análisis crítico, orientado a identificar fortalezas, limitaciones y enfoques relevantes en las investigaciones consultadas. Estos hallazgos fueron objeto de un proceso de categorización, que facilitó organizar la información de manera coherente y contrastar tendencias. Finalmente, con base en este recorrido se formuló la propuesta conceptual, que constituye el resultado central del presente artículo.

Resultados

Se realizó una revisión comparativa de sistemas tutores inteligentes recientes, a partir del análisis bibliográfico, se identificaron diversos prototipos de sistemas tutores inteligentes desarrollados. En la siguiente tabla se resumen algunas de sus características:

Tabla 2.

Análisis conceptual comparativo

Autor / Año	Nombre del sistema / Estudio	Enfoque pedagógico	Técnicas de IA / Funcionalidad	Dominio aplicado / Contexto
Reid et al. (2023)	ItsSQL	Evaluación híbrida, feedback múltiple	Árboles de decisión, análisis sintáctico	de SQL / Universitario
Mitrovic et al. (2002)	SQL-Tutor	Evaluación adaptativa, retroalimentación	Modelado del conocimiento del estudiante	de SQL / Universitario

		personalizada			
Yathongchai et al. (2017)	SQL-PITS	Personalización basada en perfil y aprendizaje autónomo	Ontologías educativas, perfilado del estudiante	SQL	/ Secundaria
Tapia & Moya (2023)	Plataforma de nivelación académica	Reforzamiento y reducción de deserción	Algoritmos de adaptativos (tipo no especificado)	Matemáticas	/ Ecuador
Rodríguez et al. (2013)	Malvi	Diagnóstico de brechas, componente emocional	ITS con análisis afectivo	Matemáticas	/ México
Mora Carrión (2022)	Prototipo ITS – Tesis UCSG	Recomendación de ejercicios según estilo de aprendizaje	Algoritmo de recomendación personalizado	Programación básica	/ Ecuador
Kochmar et al. (2021)	Intervenciones pedagógicas automáticas	Intervención personalizada en tiempo real	Clasificación de estilos de aprendizaje con NLP	Ciencias General	/
Yuh & Jain (2024)	Calibración metacognitiva	Ajuste dinámico según autoconocimiento	Modelado metacognitivo, feedback calibrado	STEM	/ Internacional
García-Holgado et al. (2021)	Comparativa ITS open source	Evaluación de aplicabilidad técnica pedagógica	de Evaluación de CTAT, ASSISTments, TUTOR	Universidades LatAm	

Nota. Análisis conceptual de los diferentes autores seleccionados en el estudio



Las características más valoradas fueron la capacidad de personalización del feedback, el uso de soluciones alternativas, y la incorporación de análisis afectivo para adaptar la enseñanza.

Diseño del prototipo conceptual

Con base en los hallazgos anteriores, se propone un prototipo conceptual de tutor inteligente para aprendizaje de bases de datos relacionales. Este prototipo no busca ser una implementación técnica, sino una representación funcional que visualiza la interacción del estudiante con un sistema inteligente que proporciona retroalimentación personalizada y adaptativa.

Componentes principales:

- Modelo de dominio: basado en ejercicios de SQL estructurados por nivel.
- Modelo de estudiante: identifica errores, tiempos de respuesta, progreso.
- Modelo pedagógico: estrategia de Feedback parcial, pistas, niveles.
- Interfaz conversacional: simulada con procesamiento de lenguaje natural.

Figura 2.

Diseño del prototipo conceptual

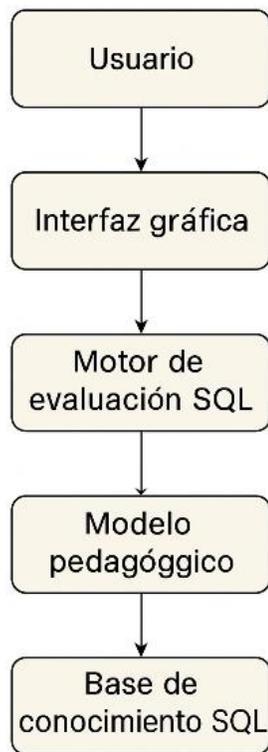


Nota. Realizado en base a la investigación bibliográfica realizada con miras a su futuro diseño e implementación

En la figura 2 se muestra los módulos con los que contará el prototipo conceptual con sus respectivos modelos; el modelo de dominio se basa en ejercicios de SQL que se encuentran estructurados por niveles, permitiendo organizar los contenidos de acuerdo al grado de complejidad y de acuerdo al progreso de cada estudiante. El modelo de estudiante que cuenta con la función de identificar errores, además de registro de tiempos de respuestas y monitoreo de avances, con lo cual se genera un perfil individual de aprendizaje. Luego, el modelo pedagógico, con el cual se pueden observar las estrategias de retroalimentación por niveles de dificultad, ofreciendo un acompañamiento adaptativo en función al desempeño de los usuarios. Para finalizar, se puede observar la interfaz conversacional, la cual se simula mediante un lenguaje natural, facilitando la interacción entre el estudiante y el sistema, con lo cual se puede crear un entorno de aprendizaje dinámico y personalizado.

Figura 3.

Diagrama de arquitectura del prototipo



Nota. Realizado en base a la investigación bibliográfica realizada y analizada

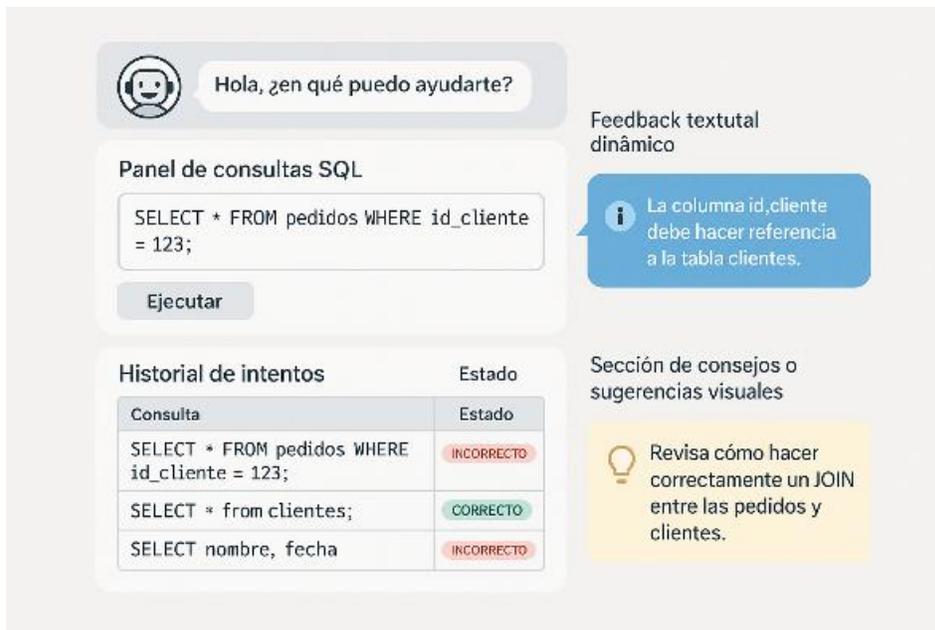


El esquema anterior sintetiza la arquitectura modular del prototipo conceptual, mostrando cómo se articula la interacción del estudiante con los distintos componentes del sistema. El flujo parte del usuario y la interfaz gráfica, pasa por el motor de evaluación SQL encargado de verificar las consultas, y se complementa con el modelo pedagógico que orienta la retroalimentación adaptativa. Finalmente, la base de conocimiento SQL constituye la fuente estructural sobre la cual se sustentan los ejercicios y respuestas. Esta integración garantiza un proceso de aprendizaje organizado, dinámico y con soporte pedagógico inteligente. A continuación, se presenta un mockup del panel de práctica de consultas SQL, que ilustra la interacción del estudiante con el sistema y la retroalimentación generada en tiempo real. Se desarrolló una maqueta de la posible interfaz del sistema. Esta incluye:

- Panel de consultas SQL (tipo Chat)
- Feedback textual dinámico
- Historial de intentos
- Sección de consejos o sugerencias visuales.

Figura 3.

Panel de práctica de consultas en SQL



Nota. Mockup del panel de práctica de consultas SQL que muestra el área de escritura de sentencias, el historial de intentos, el Feedback textual dinámico y la sección de sugerencias visuales.

La representación gráfica evidencia cómo el prototipo conceptual no solo valida la sintaxis de las consultas SQL, sino que también promueve un proceso de aprendizaje interactivo mediante la retroalimentación inmediata. El historial de intentos permite al estudiante reflexionar sobre sus errores, mientras que los consejos y sugerencias actúan como andamiajes pedagógicos que facilitan la construcción del conocimiento. En conjunto, este entorno contribuye a un aprendizaje más autónomo, dinámico y adaptativo, coherente con los principios de los sistemas tutores inteligentes.

En la figura 4, se muestra que el prototipo también contempla ejercicios avanzados de SQL, como el uso de JOINS, que suelen ser una de las temáticas más complejas para los estudiantes. La interfaz está diseñada para guiar al usuario en la construcción de consultas más elaboradas, integrando ejemplos, sugerencias y explicaciones progresivas.

Figura 4.

Mockup de consultas

Ejercicio 4: Consultas con JOINS Intermedio

Necesitas obtener una lista de clientes que han realizado pedidos en el último mes, incluyendo el nombre del cliente y el total de sus pedidos.

Tablas disponibles:
- clientes (id, nombre, email, fecha_registro)
- pedidos (id, cliente_id, fecha_pedido, total)

Editor SQL Limpiar Ejecutar

Tutor SQL IA
Asistente inteligente

¡Hola! Veo que estás trabajando en ejercicios de JOINS. ¿Necesitas ayuda con algo específico?

¡Sí, tengo dudas sobre cuándo usar LEFT JOIN vs INNER JOIN

Excelente pregunta. La diferencia principal es:

Pista Clave

- **INNER JOIN:** Solo muestra registros que tienen coincidencia en ambas tablas
- **LEFT JOIN:** Muestra TODOS los registros de la tabla izquierda, aunque no tengan coincidencia

Ah, entiendo. Entonces para este ejercicio que pide clientes QUE HAN REALIZADO pedidos, ¿usaría INNER JOIN?

¡Exacto! 🎯 Has captado la lógica perfectamente. INNER JOIN es correcto porque solo queremos clientes que SÍ tienen pedidos.

```
SELECT c.nombre, SUM(p.total)
FROM clientes c
INNER JOIN pedidos p ON c.id =
p.cliente_id
```

✅ ¡Consulta ejecutada correctamente! Excelente trabajo con el JOIN.

Perfecto! Tu consulta está bien estructurada. Solo te sugiero agregar ORDER BY para ordenar los resultados. ¿Qué te parece?

¡Sí, buena idea. ¿Por total_pedidos descendente?

¡Excelente! Eso mostraría primero los clientes con mayores compras.

Mejora Sugerida
Agrega: ORDER BY total_pedidos DESC

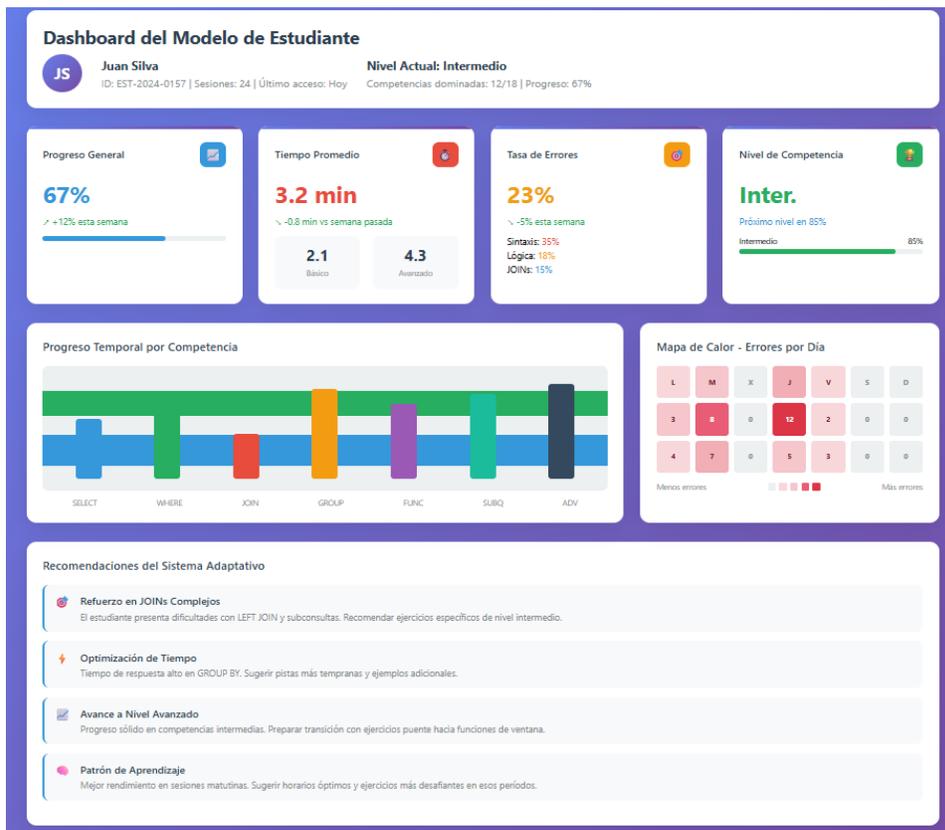
Nota. Mockup del ejercicio de consultas SQL con JOINS, que incluye retroalimentación dinámica y explicaciones guiadas para fortalecer la comprensión del estudiante.

La figura muestra un escenario de práctica donde el estudiante debe obtener una lista de clientes con pedidos realizados en el último mes. El sistema no solo valida la consulta ejecutada, sino que además ofrece retroalimentación contextualizada, diferenciando entre INNER JOIN y LEFT JOIN, e incorporando explicaciones pedagógicas paso a paso. Asimismo, se visualizan mensajes de apoyo, correcciones específicas y ejemplos de buenas prácticas, lo que convierte el ejercicio en una experiencia interactiva que combina teoría y aplicación.

Además del panel de práctica, el prototipo conceptual incluye un dashboard del modelo de estudiante, diseñado para consolidar información sobre el desempeño y el avance en las actividades realizadas. Este tablero integra métricas cuantitativas y cualitativas que permiten al usuario y al docente tener una visión integral del proceso de aprendizaje.

Figura 5.

Dashboard del modelo de estudiante



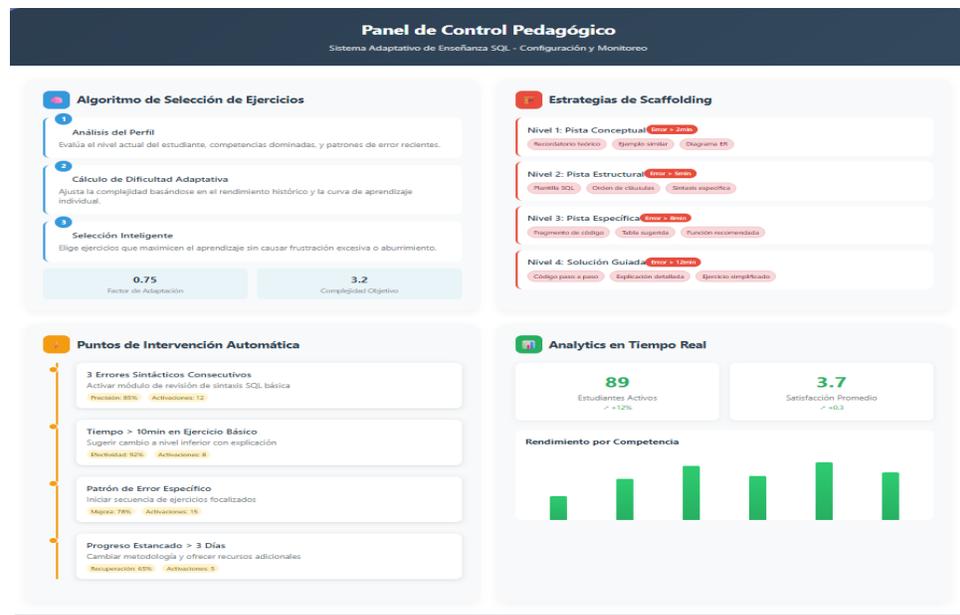
Nota. Dashboard del modelo de estudiante con indicadores de progreso, métricas de desempeño, visualización de errores y recomendaciones adaptativas.

La figura 5 presenta un tablero de control en el que se resumen indicadores clave como el progreso general (67%), el tiempo promedio de resolución de las consultas (3.2 minutos) y la tasa de errores (23%). También se visualiza el nivel de competencia alcanzado, junto con representaciones gráficas como el progreso temporal por cada tipo de consulta (JOIN, GROUP, etc.) y un mapa de calor de errores por día, que facilita identificar patrones de dificultad. Finalmente, se incluyen recomendaciones adaptativas emitidas por el sistema, tales como reforzar la comprensión de JOINS o mejorar la optimización del tiempo. Este enfoque integral convierte al dashboard en una herramienta pedagógica clave para el seguimiento personalizado del aprendizaje.

Otro componente clave del prototipo conceptual es el panel de control pedagógico, el mismo que se muestra a continuación en la figura 6, este se encuentra diseñado para que el sistema tutor inteligente pueda ajustar dinámicamente las actividades de acuerdo con el desempeño del estudiante. Este tablero no se centra en los indicadores globales del usuario, sino en las estrategias de enseñanza, los algoritmos de selección de ejercicios y la intervención automática en los momentos críticos del aprendizaje.

Figura 6.

Dashboard del modelo de estudiante



Nota. La interfaz busca simular una conversación educativa, con estilo tipo chatbot, utilizando PLN para interpretar la intención del estudiante.

La figura muestra cómo el panel pedagógico integra distintos elementos que fortalecen la labor formativa del tutor inteligente. En primer lugar, el algoritmo de selección de ejercicios adapta la dificultad según el nivel del estudiante y el historial de desempeño. Las estrategias de scaffolding se organizan por niveles de apoyo, desde pistas simples hasta soluciones guiadas, facilitando un aprendizaje progresivo. Además, los puntos de intervención automática permiten detectar fallos recurrentes y activar recordatorios oportunos. Finalmente, el módulo de analítica en tiempo real presenta datos sobre aciertos y tiempo de resolución, acompañados de un gráfico de rendimiento por competencias. Este conjunto de funcionalidades convierte al panel pedagógico en el núcleo adaptativo del sistema, garantizando que la enseñanza responda a las necesidades individuales de cada estudiante.

Validación conceptual

La propuesta fue contrastada con los elementos comunes encontrados en la literatura. Se cumple con los principios fundamentales de un STI moderno:

1. Personalización
2. Feedback inmediato
3. Interacción natural (PLN)
4. Escalabilidad
5. Adaptabilidad emocional (en futuras versiones)

Cada uno de estos elementos ha sido identificado en investigaciones actuales y se ve reflejado en el diseño conceptual del prototipo.

En particular, la personalización se evidencia en el modelo de estudiante, que permite registrar errores, tiempos de respuesta y progreso individual (Kochmar et al., 2021). El feedback inmediato constituye otro eje central, ya que asegura que los usuarios reciban correcciones oportunas y diferenciadas, tal como señalan Yuh y Jain (2024). La incorporación de una interfaz conversacional basada en procesamiento de lenguaje natural (PLN) responde a la tendencia de los tutores modernos hacia interacciones más fluidas y naturales, como lo destacan Aguirre Reid y otros (2023). La escalabilidad, por su parte, se relaciona con la posibilidad de ampliar el banco de ejercicios SQL y adaptarlo a distintos



niveles de complejidad, garantizando un sistema flexible y sostenible en el tiempo. Finalmente, la adaptabilidad emocional se plantea como un componente a futuro, que podría potenciar la experiencia de aprendizaje mediante la consideración de factores afectivos y motivacionales.

De esta manera, la validación conceptual confirma que el prototipo propuesto se ajusta a los lineamientos establecidos en la literatura científica, al tiempo que responde a las necesidades educativas de la enseñanza de bases de datos relacionales en el contexto universitario latinoamericano.

Discusión

Los hallazgos de esta revisión confirman que los sistemas tutores inteligentes han evolucionado desde estructuras basadas en reglas fijas hasta configuraciones altamente adaptativas potenciadas por inteligencia artificial. Uno de los principios centrales encontrados es la personalización del aprendizaje, como se evidencia en el trabajo de (Aguirre Reid, y otros, 2023) cuyo tutor *ItsSQL* emplea árboles de decisión y análisis sintáctico para ofrecer retroalimentación diferenciada

Una relación clave identificada es la dependencia entre el nivel de adaptación del tutor y la cantidad de datos históricos disponibles para entrenar los modelos de IA. Esto coincide con los planteamientos de Kochmar et al. (2021), quienes destacan que el rendimiento del sistema mejora cuando se aplican técnicas de procesamiento de lenguaje natural y clasificación personalizada a conjuntos de datos robustos.

No obstante, se reconocen excepciones y vacíos. Por ejemplo, si bien la mayoría de tutores modernos incluyen feedback adaptativo, pocos integran de manera efectiva el reconocimiento emocional del estudiante. Sistemas como Malvi, desarrollado por Rodríguez, Castillo y Lira (2023), incorporan análisis afectivo y un componente emocional, aunque este enfoque sigue siendo poco común y enfrenta desafíos técnicos y éticos relacionados con privacidad y precisión en la detección de emociones.

Las propuestas revisadas muestran concordancias claras con los lineamientos teóricos de tutoría inteligente: modelado del estudiante, retroalimentación oportuna y estrategias pedagógicas adaptativas. En línea con lo planteado por (García-Holgado, 2021) los sistemas

más valorados son aquellos que logran balancear complejidad técnica con usabilidad, lo que resulta esencial para su aplicación en entornos universitarios latinoamericanos.

En términos de consecuencias teóricas, esta investigación respalda la necesidad de incorporar modelos híbridos que combinen la evaluación dinámica con métodos semánticos. Esto fortalece el marco conceptual de tutoría inteligente en el dominio de las bases de datos, que hasta ahora ha recibido menor atención en la literatura comparado con otras áreas como la programación o las matemáticas.

A nivel práctico, el prototipo conceptual propuesto podría servir como punto de partida para proyectos piloto en universidades ecuatorianas. Su implementación contribuiría a mejorar el aprendizaje de SQL, una competencia fundamental en carreras de tecnología e ingeniería, además de aliviar la carga docente relacionada con la retroalimentación individualizada. Experiencias previas como la plataforma matemática de (Tapia & Moya, 2023) demuestran que los ITS pueden reducir la deserción y mejorar resultados académicos en Ecuador

Las conclusiones derivadas de este trabajo se basan en una síntesis sólida de literatura reciente, como lo recomienda Snyder (2019), y proporcionan fundamentos para desarrollos posteriores. Aunque no se trata de una validación empírica, el modelo conceptual presenta viabilidad teórica y técnica, y refleja las tendencias globales de la educación potenciada por IA.

Tabla 3.

Principales criterios sostenidos por los autores

Criterio	Observación clave
Principios identificados	Personalización, adaptabilidad, feedback inteligente
Relaciones teóricas	Modelado del estudiante ↔ rendimiento adaptativo
Vacíos detectados	Poca integración de emociones, limitaciones en detección afectiva
Concordancias con literatura	Coincidencia con estudios sobre usabilidad, contexto regional, retroalimentación personalizada
Aplicaciones prácticas	Tutor conceptual para SQL en universidades ecuatorianas
Consecuencias teóricas	Refuerzo del marco híbrido (evaluación dinámica + semántica)
Potencial de	Alta viabilidad teórica, adaptable a contextos con limitaciones



Nota. Tomado de diverso material bibliográfico analizado en el presente estudio

En resumen, los sistemas tutores inteligentes representan una herramienta prometedora en el contexto de la educación superior, especialmente en áreas técnicas. Este estudio propone un modelo funcional basado en evidencia científica que puede ser adaptado e implementado en entornos locales, respondiendo tanto a las limitaciones pedagógicas como a los desafíos tecnológicos de la región.

Conclusiones

A partir del análisis realizado, se concluye que los sistemas tutores inteligentes (STI) representan una herramienta pedagógica con alto potencial para mejorar la enseñanza de asignaturas técnicas, como las bases de datos relacionales. La literatura reciente evidencia avances importantes en áreas como el modelado del estudiante, la retroalimentación adaptativa, y la incorporación de inteligencia artificial, especialmente con técnicas como el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural.

El prototipo conceptual propuesto responde a una necesidad concreta del contexto ecuatoriano y latinoamericano: mejorar el aprendizaje en asignaturas con alta tasa de reprobación y baja retroalimentación docente. A diferencia de desarrollos anteriores, este modelo enfatiza la adaptabilidad, la interacción natural con el estudiante, y un enfoque escalable sin requerir inicialmente grandes infraestructuras técnicas.

El diseño del prototipo, representado a través de diagramas de arquitectura y maquetas de interfaz, permitió visualizar la estructura, los flujos de interacción y la manera en que se desarrollaría la retroalimentación personalizada en un entorno académico. Estos recursos gráficos constituyen un aporte metodológico que facilita comprender la aplicabilidad de la propuesta en escenarios reales de enseñanza.

Se pudo contar con la evidencia teórica y empírica respalda la efectividad de los STI en el aprendizaje de competencias complejas como SQL, destacando que la ausencia de tutores especializados en SQL en el entorno universitario ecuatoriano representa una brecha de oportunidad para la innovación educativa.

Las instituciones de educación superior en América Latina muestran una creciente apertura hacia tecnologías de IA, lo que facilita la implementación de soluciones piloto, así mismo se



conoció que el diseño de tutores inteligentes debe considerar tanto aspectos técnicos como factores culturales, pedagógicos y afectivos del estudiante

La validación conceptual del prototipo confirma su alineación con las buenas prácticas internacionales, aunque se recomienda realizar una futura evaluación empírica en contextos reales de aula. Entre las principales recomendaciones, se sugiere a los investigadores desarrollar pruebas piloto del prototipo en universidades locales, midiendo indicadores de aprendizaje y aceptación. Para los desarrolladores, se plantea la incorporación de mecanismos de Feedback emocional y analítica de aprendizaje, con el fin de enriquecer la personalización.

Finalmente, se insta a las autoridades educativas a brindar apoyo institucional y financiero para integrar los STI en los planes de estudio, especialmente en áreas STEM. Para futuras investigaciones, se recomienda explorar la inclusión de estudiantes con diversidad funcional y la compatibilidad del prototipo con plataformas de gestión de aprendizaje como Moodle o Canvas, con el objetivo de ampliar su alcance e impacto.

Referencias bibliográficas

Aguirre Reid, S., Kammer, F., Kunz, J., Pellekoorne, T., Siepermann, M., & Wolfer, J. (2023). ItsSQL: Intelligent tutoring system for SQL. arXiv preprint. *Computers and Society*, 3(1), 128-142. doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.10730>

Ekaterina Kochmar, Dung Do Vu & Robert Belfer. (2021). Automated Data-Driven Generation of Personalized Pedagogical Interventions in Intelligent Tutoring Systems. *Springer Nature*, 32(5), 323-349. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-021-00267-x>

García-Holgado, A. (2021). *Comparativa de ITS Open Source: Aplicabilidad técnica y pedagógica*. México: Congreso Latinoamericano de Tecnología Educativa.

Guamán Cajilema, L. C., Pailiacho Armijos, D. P., Chucho, J. R., Inga Cuvi, W., & Chucho Morocho, J. (2025). Implementación de Sistemas de Tutoría Inteligente Basados en IA para la Personalización del Aprendizaje en Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 752-766. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15792



- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2021). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera edición ed.). McGraw-Hill. Obtenido de https://www.biblioteca.cij.gob.mx/archivos/materiales_de_consulta/drogas_de_abuso/articulos/sampie
- Jimbo Santana, P., Lanzarini, L., Jimbo Santana, M., & Morales Morales, M. (2023). Inteligencia artificial para analizar el rendimiento académico en instituciones de educación superior. Una revisión sistemática de la literatura. *Cátedra*, 6(2), 30-50. doi:<https://doi.org/10.29166/catedra.v6i2.4408>
- Kochmar, E., Dung, D., Belfer, R., Varun, G., & Pineau, J. (2023). Automated Data-Driven Generation of Personalized Pedagogical Interventions in Intelligent Tutoring Systems. *Int J Artif Intell Educ*, 32(4), 323-349. doi:<https://doi.org/10.1007/s40593-021-00267-x>
- Magallanes Ronquillo, K., Plúas Pérez, L., Aguas Veloz, J., & Freire Solís, R. (2023). La inteligencia artificial aplicada en la innovación educativa: revisión sobre áreas de aplicación, evaluación y asistentes virtuales. *Revista SGA, Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)*, 4(2), 1597-1563. doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.706>
- Mora Carrión, G. E. (2022). *Diseño de un protipo de tutor inteligente para aprendizaje en lenguajes de programación [Tesis de Grado, UCSG]*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/18434>
- 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), 1-25. doi:<https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.848>
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT]. (15 de Mayo de 2022). *Agenda de innovación educativa 2030*. Obtenido de <https://educacionsuperior.gob.ec>
- Snyder, H. (2019). Literature reviews as a research strategy: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104(3), 333-339. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>



Tapia, M., & Moya, S. (2023). *Plataforma de nivelación académica basada en IA para reducción de la deserción estudiantil en matemáticas. Informe técnico*. Ecuador: Ministerio de Educación del Ecuador.

Troussas, C., Papakostas, C., Krouska, A., Mylonas, P., & Sgouropoulou, C. (2023). Personalized Feedback Enhanced by Natural Language Processing in Intelligent Tutoring Systems. *Analyzing Patterns*, 2, 667-677. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-32883-1_58

Yang, S., Wei, Z., Herman, G., & Abdussalam, A. (2021). Analyzing Patterns in Student SQL Solutions via Levenshtein Edit Distance. *Scale Science*, 4(1), 323-326. doi:<https://doi.org/10.1145/3430895.3460979>

Yuh, M., & Jain, N. (2024). Online Self-Confidence Calibration for Improving Learning Outcomes Via Intelligent Tutoring Systems. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 68(1), 176-182. doi:<https://doi.org/10.1177/10711813241260743>



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.