



Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación

Intelligent tutoring systems and their application in education

Sistemas de tutoria inteligentes e sua aplicação na educação

Marco Adrián Criollo Armijos ^I

macriollo@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9200-2203>

Karla Yaritza Belduma Cabrera ^{II}

kbeldumacabrera@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3289-5836>

Lidia Elizabeth Guzmán Heras ^{III}

lguzman@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7852-8372>

Jorge Luis González Sánchez ^{IV}

jgonzalez@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2345-9036>

Correspondencia: macriollo@utmachala.edu.ec

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 30 de enero de 2024 * **Aceptado:** 22 de febrero de 2024 * **Publicado:** 11 de marzo de 2024

- I. Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- III. Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- IV. Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

Resumen

Hoy en día las nuevas tecnologías de la comunicación e información han revolucionado la forma en que se solventan las necesidades sociales, en especial la educación con el surgimiento de las inteligencias artificiales (IA) ante la necesidad de gestionar grandes volúmenes de datos, estudiantes e información acorde a las exigencias del ámbito tanto social como laboral; en este marco se dan los sistemas de tutoría inteligente (STI) con la capacidad de emular un asistente didáctico capaz de direccionar el aprendizaje, registrar datos e identificar las necesidades individuales del estudiante para proponer soluciones aprobadas por el docente. Este artículo emplea una revisión literaria sobre el uso de los STI en la educación en relación al contexto latinoamericano partiendo desde la historia de los STI hasta sus implicaciones, funciones, potencialidades y limitaciones en torno a la labor del docente y mejora pedagógica para el estudiante. Entre los principales hallazgos se destacan que las redes neurales permiten personalizar al asistente, detectar compromiso emocional, errores del estudiante y proponer medidas de mejora/refuerzo modificando los contenidos en tiempo real; no obstante, aún están lejos de reemplazar al docente quien con su guía y experiencia coordina el proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva holística más allá de la lógica o posturas teóricas de las IA.

Palabras Clave: Sistemas de tutoría inteligente; didáctica; educación; docente; estudiante.

Abstract

Today, new communication and information technologies have revolutionized the way in which social needs are solved, especially education with the emergence of artificial intelligence (AI) due to the need to manage large volumes of data, students and information. according to the demands of both the social and labor spheres; In this framework, intelligent tutoring systems (STI) exist with the ability to emulate a teaching assistant capable of directing learning, recording data and identifying the individual needs of the student to propose solutions approved by the teacher. This article uses a literary review on the use of ITS in education in relation to the Latin American context, starting from the history of ITS to its implications, functions, potential and limitations regarding the work of the teacher and pedagogical improvement for the student. Among the main findings are that neural networks allow the assistant to be personalized, detect emotional commitment, student errors and propose improvement/reinforcement measures by modifying the content in real time; However, they are still far from replacing the teacher who, with her guidance

and experience, coordinates the teaching-learning process from a holistic perspective beyond the logic or theoretical positions of AI.

Keywords: Intelligent tutoring systems; didactics; education; teacher; student.

Resumo

Hoje, as novas tecnologias de comunicação e informação revolucionaram a forma como as necessidades sociais são resolvidas, especialmente a educação com o surgimento da inteligência artificial (IA) devido à necessidade de gerenciar grandes volumes de dados, alunos e informações de acordo com as demandas de ambos. as esferas social e trabalhista; Neste quadro, existem sistemas de tutoria inteligentes (STI) com a capacidade de emular um auxiliar de ensino capaz de direcionar a aprendizagem, registrar dados e identificar as necessidades individuais do aluno para propor soluções aprovadas pelo professor. Este artigo utiliza uma revisão literária sobre o uso dos STI na educação em relação ao contexto latino-americano, partindo da história dos STI até suas implicações, funções, potencialidades e limitações no que diz respeito ao trabalho do professor e ao aprimoramento pedagógico do aluno. Entre as principais descobertas estão que as redes neurais permitem personalizar o assistente, detectar comprometimento emocional, erros dos alunos e propor medidas de melhoria/reforço modificando o conteúdo em tempo real; No entanto, ainda estão longe de substituir o professor que, com a sua orientação e experiência, coordena o processo de ensino-aprendizagem numa perspectiva holística para além da lógica ou das posições teóricas da IA.

Palavras-chave: Sistemas de tutoria inteligentes; didática; Educação; professor; estudante.

Introducción

Los avances tecnológicos han transformado radicalmente la forma en que accedemos y adquirimos conocimientos, donde la educación no es una excepción. En este contexto, los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) han emergido como una herramienta revolucionaria que fusiona la tecnología con la pedagogía, buscando mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Los STI comenzaron a desarrollarse en los años 80 y fueron diseñados con la idea de impartir conocimiento con base en alguna forma de inteligencia para guiar al estudiante en el proceso de aprendizaje (Urretavizcaya, 2001). Su propósito es exhibir un comportamiento similar al de un tutor humano, que se adapte al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que él

mismo resuelve un problema para brindarle ayuda cuando cometa errores. Un tutor inteligente, por lo tanto, “es un sistema de software que utiliza técnicas de inteligencia artificial (IA) para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes para enseñárselo” (VanLehn, 1988, p. 55).

Un Sistema de Tutoría Inteligente es una aplicación informática diseñada para proporcionar orientación y apoyo a los estudiantes de manera personalizada, adaptativa e interactiva. A través del uso de algoritmos avanzados, inteligencia artificial y análisis de datos, estos sistemas pueden evaluar las habilidades, necesidades individuales de los estudiantes y realimentar los contenidos en tiempo real mejorando la experiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Mediante un análisis descriptivo se espera conocer que los ITS disminuyen las debilidades y necesidades de aprendizaje individuales, se sustenta en la idea de que mientras más conocimiento se posea mejor explicado será el contenido y las actividades, lo que se traducirá en mayor conocimiento para el alumno.

Desde esta perspectiva, un ITS es un tipo de ambiente interactivo que está diseñado para el aprendizaje individual y se distingue de los otros tipos por su capacidad para modelar el estado cognitivo del usuario, permitiendo brindar consejos sensibles al contexto y retroalimentar en todos los pasos de un proceso de aprendizaje (Graesser et al., 2005). Su objetivo principal, además de dominar un área de conocimiento en específico, es desarrollar una metodología que se adapte al alumno e interactúe dinámicamente con él (Hernández y Rengifo, 2015).

DESARROLLO

El sistema SQL-tutor consiste en una interfaz de interacción con el estudiante, una base de conocimiento para el experto y un modelo de estudiante que determina el contenido de las acciones pedagógicas (Mitrovic y Ohlsson, 1999).

Wolf (1984) define los ITS como sistemas que modelan la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del estudiante sobre ese dominio. Así mismo (Giraffa, Viccari y Nunes, 1997) en su investigación los delimitan los ITS como sistemas que incorpora técnicas de IA (inteligencia artificial) a fin de crear un ambiente que considere los diversos estilos cognitivos de los alumnos que utilizan el programa. Entre los ITS desarrollados siguiendo las ideas de (Carbonell, 1970) y con base en paradigmas de programación convencional (no a través del paradigma de agentes inteligentes) se pueden destacar

los siguientes: Scholar (Carbonell, 1970), Why (Stevens y Collins, 1977) Sophie (Brown et al., 1989), Guidon (Clancey et al., 1991), West (Burton et al., 1981), Buggy (Brown y Burton, 1978), Debuggy (Brown et al., 1989), Steamer (Stevens y Collins, 1977), Meno (Wolf, 1984), Proust (Johnson, 1986) y Sierra (VanLehn, 1988).

Morales (2007) manifiesta que los maestros y tutores juegan un papel crucial en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues proporcionan al estudiante retroalimentación sobre lo estudiado y orientación sobre la ruta a seguir, con lo que se logra un cierto grado de personalización del proceso educativo a las necesidades y aptitudes específicas de cada estudiante.

Un sistema tutorial inteligente (ITS, por sus siglas en inglés), se define como: sistemas computacionales diseñados para impartir instrucción y apoyar inteligentemente los procesos de enseñanza aprendizaje mediante la interacción con el alumno (Arias, Jiménez y Ovalle, 2009).

Aplicaciones en la Educación:

Las principales aplicaciones en el ámbito académico son:

- **Enseñanza Personalizada:** Los STI permiten la creación de planes de estudio personalizados, abordando las necesidades específicas de cada estudiante y proporcionando el nivel de desafío adecuado.
- **Apoyo en la Resolución de Problemas:** Facilitan la práctica y la resolución de problemas, ofreciendo orientación detallada y soluciones paso a paso.
- **Mejora de Habilidades Específicas:** Ayudan a desarrollar habilidades específicas, ya sea en matemáticas, ciencias, idiomas u otras disciplinas, proporcionando ejercicios y actividades adaptadas.
- **Evaluación Formativa:** Los STI contribuyen a una evaluación continua, permitiendo a los educadores y estudiantes realizar ajustes en tiempo real para mejorar el rendimiento académico.

1.1. Características Principales de los Sistemas de Tutoría Inteligente:

De acuerdo con Revista EDU (2022) sus principales cualidades son:

- **Personalización:** Los STI se adaptan a las habilidades y ritmos de aprendizaje de cada estudiante, brindando una experiencia educativa única para cada individuo.
- **Retroalimentación Inmediata:** Proporcionan comentarios instantáneos sobre el desempeño del estudiante, permitiéndoles corregir errores y consolidar conceptos de manera más eficiente.

- **Monitoreo Continuo:** Realizan un seguimiento constante del progreso del estudiante, identificando áreas de mejora y ajustando la dificultad de los desafíos educativos en consecuencia.
- **Adaptabilidad:** Pueden ajustarse a diferentes estilos de aprendizaje, ofreciendo una variedad de recursos multimedia y métodos de enseñanza.

Dentro de este marco Rodríguez (2019) explica que existen diversos sistemas educativos computarizados que utilizan técnicas de la inteligencia artificial (IA), los cuales según Ovalle y Jiménez (2006) buscan aplicarlas a un desarrollo de sistemas de enseñanza-aprendizaje asistidos por computador con el objetivo de crear sistemas más inteligentes.

De la misma manera Clancey (1991) menciona que la tutoría es una forma de atención educativa donde el profesor apoya a un estudiante o a un grupo de estudiantes de una manera sistemática por medio de la estructuración de objetivos, programas, organización por áreas, técnicas de enseñanza apropiadas e integración de grupos conforme a ciertos criterios y mecanismos de monitoreo y control, entre otros.

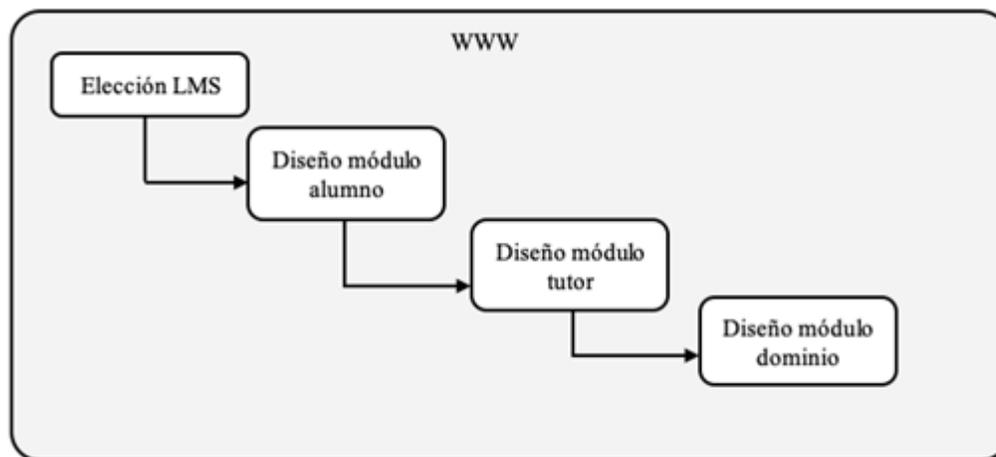


Figura 1: Se presenta gráficamente la metodología que se sigue como desarrollo de un ITS basado en la Web.

Según Khuwaja (1994) los STI adaptan el contenido educativo según el nivel de habilidad, estilo de aprendizaje y ritmo individual de cada estudiante. Esta personalización permite que cada estudiante avance a su propio ritmo, refuerce sus fortalezas y aborde específicamente sus áreas de debilidad mejorando su desempeño, calificaciones e induciendo un estudio más pragmático

empleando sus propios estilos de aprendizaje. También Cruz (1997) indica que los STI proporcionan retroalimentación inmediata y específica sobre el desempeño del estudiante. Esto ayuda a corregir malentendidos de manera inmediata, fortaleciendo la comprensión y permitiendo que los estudiantes avancen con confianza.

Los STI identifican las necesidades de aprendizaje individuales de cada estudiante y ofrecen recursos adicionales o tareas específicas para abordar esas necesidades. Esto asegura que cada estudiante reciba la atención necesaria en las áreas donde enfrenta desafíos o dificultades (Hernández, 2015).

Realizan un seguimiento constante del progreso del estudiante, permitiendo a los educadores y al sistema ajustar las estrategias de enseñanza en tiempo real. Esto facilita la identificación temprana de dificultades y la aplicación de intervenciones personalizadas.

Los STI ofrecen flexibilidad en el acceso al contenido educativo, permitiendo que los alumnos estudien en su propio horario y ubicación. Esto es especialmente beneficioso para aquellos con compromisos externos o necesidades de aprendizaje no convencionales fuera de las jornadas académicas (VanLehn, Fundamentos de los sistemas de tutoría inteligente, 1988).

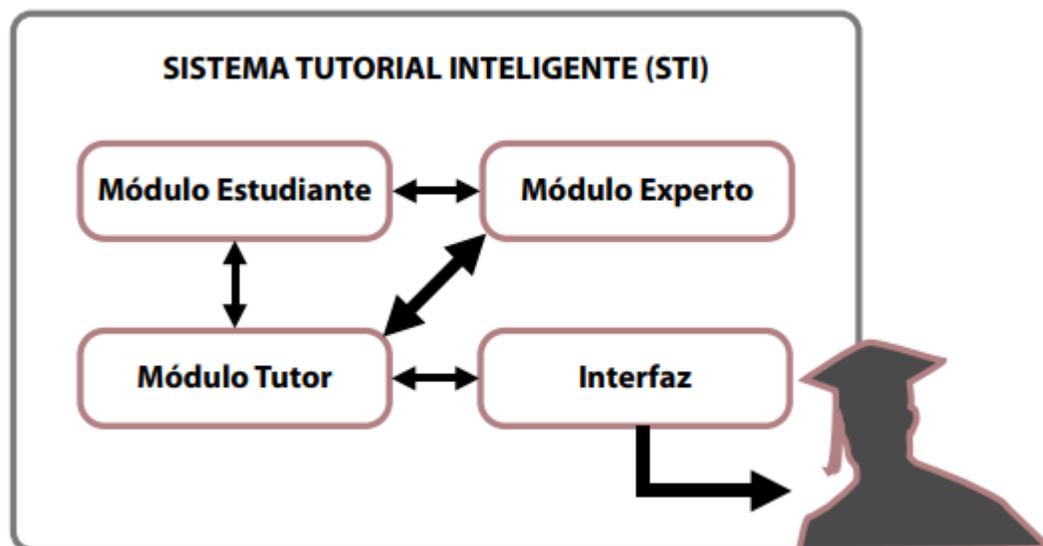


Figura 2: *Arquitectura de sistema tutorial inteligente.*

Con el fin de integrar las nuevas tecnologías y producir una herramienta que permita una adaptación a un entorno dinámico, siendo este último el estado cognitivo del estudiante, se propone desarrollar un STI con características reactivas (Laureano y De Arriaga, 2000; Laureano, Terán y Rodríguez, 2005) que incluyen el componente interactivo de comunicación integradora asociada a

las nuevas tecnologías dentro de su interfaz (Laureano et al., 2010). A continuación, de acuerdo con Laureano, Terán y Rodríguez (2005) y Laureano et al. (2009) se detalla cada uno de los componentes.

- **Modelo del estudiante:** está constituido por la base de datos que representa el estado cognitivo del estudiante y el entorno que se pretende cambiar.
- **Modulo experto:** es el lugar donde se acumula el conocimiento del experto.
- **Modulo tutorial:** determina las estrategias pedagógicas e instruccionales del sistema.
- **La interfaz:** puede ser considerada como un entorno de simulación en el sentido de que es el lugar donde tienen representación las salidas y entradas del sistema.

Su compromiso básico es la comunicación entre el sistema y el estudiante, aunque al ser el medio de salida de las acciones del STI, también tiene una responsabilidad didáctica

Según Rodríguez (2021) los STI en la educación superior son empleados para evolucionar los recursos didácticos y ofrecer un diagnóstico del estudiante para guiar el aprendizaje mediante soluciones o retroalimentaciones al contenido impartido a cada estudiante; sus principales bondades son identificar errores en base al estado emocional del alumno para idear soluciones favorables para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De igual manera Silva, Rodríguez y Polanco (2021) que hoy en día las redes neuronales son el principal medio para los STI donde se programan para realizar diagnósticos, evaluaciones, calificar, registros y nivel de competencia para realimentar los currículos o destrezas de los contenidos a impartir.

En base a lo anterior, los postulados de Pincay, Pintado y Biset (2019) concuerdan en que los STI sirven para la detección del compromiso emocional del alumno en el aula, revisión sistemática de la literatura a impartir, medir el progreso en las tutorías y ofrecer registros para mejorar la didáctica en relación a las falencias del estudiante.

En síntesis, los STI sirven como ayuda al docente, siendo un asistente inteligente capaz de procesar datos e información pero no tomar decisiones ni guiar automáticamente el aprendizaje; puesto que, se requiere la guía experimentada del docente para construir el conocimiento de forma holística.

CONCLUSIONES

Los Sistemas de Tutoría Inteligente representan una evolución significativa en la forma en que concebimos la educación. Al proporcionar una experiencia de aprendizaje personalizada, adaptativa y centrada en el estudiante, estos sistemas tienen el potencial de impulsar la eficacia y eficiencia de la educación, preparando a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

El objetivo de los ITS no es el reemplazo del tutor humano, sino reforzar la enseñanza dentro y fuera del aula. En la implementación de los ITS el tutor humano efficientiza sus actividades haciéndose cargo en forma personalizada de las tareas que el ITS no puede realizar. Bajo este panorama de la enseñanza se considera al alumno como el centro principal en el proceso educativo, pues es él quien regula sus aprendizajes. De esta forma, se logra crear una visión de enseñanza donde es el estudiante el protagonista del modelo y sus necesidades la prioridad.

Los sistemas de tutoría inteligente permiten mejorar la calidad de la educación, brindar una experiencia personalizada e innovadora centrada en el estudiante, con la cualidad de adaptarse a sus necesidades, retroalimentar contenidos e idear recursos pedagógicos acorde a su estilo de aprendizaje, solventar falencias e inducir un trabajo autónomo dirigido donde el docente guía el aprendizaje aprobando las observaciones del ITS e induciendo mejoras que considere adecuadas para el estudiante en particular.

Referencias

- Carbonell, J. (1970). An artificial intelligence approach to computer assisted instruction. 11, 190-202.
- Carbonell, J. R. (1970). Una inteligencia artificial enfoque de la enseñanza asistida por ordenador. SICELO, 190-202.
- Clancey, W. (1991). Sistemas tutoriales inteligentes: A tutorial survey, en Applied Artificial Int. A. In McGraw-Hill. 5.
- Cruz Feliú, J. (1997). Teorías del aprendizaje y teorías de la enseñanza. T. EducaV, 33-45.
- Giraffa, L., Viccari, R. M., & Nunes, M. A. (1997). Un Entorno de Aprendizaje. SCIELO, 33-37.
- Hernández, J. (2015). Los sistemas tutores inteligentes y su aplicabilidad en la educación. Horizontes Pedagógicos, 2, 104-115. Retrieved from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672021000100115

- Khuwaja, R. (1994). Un modelo de tutoría: Facilitar la integración de conocimientos utilizando múltiples modelos de . Illinois Institute of Technology, 22-29.
- Mateo, M. (2007). Una nueva metodología docente para un autoaprendizaje bajo entornos virtuales. . REDALYC, 22-33.
- Morales, R. (2007). Modelado del estudiante para ambientes virtuales de aprendizaje en Web. Revista de Innovación Educativa, 7, 21-35.
- Ohlsson, M. (1999). Evaluación de un Tutor de un lenguaje de base de datos. Revista Internacional de Inteligencia Artificial en Educación, 3-4, 238-256. Retrieved from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672021000100115
- Ovalle, D., & Jiménez, J. (2006). Ambiente inteligente distribuido de aprendizaje: integración de ITS y CSCL por medio de agentes pedagógicos. Resvista EIA, 89-104.
- Pincay, J., Pintado, P., & Biset, J. (2019). Análisis De Implementaciones De Sistemas Tutores Inteligentes Y Afectivos. Revisión Sistemática. REFCaIE: Revista Electrónica Formación Y Calidad Educativa, 7(2), 218-234.
- Revista EDU. (2022). Educación personalizada: adaptarse al ritmo de aprendizaje de cada estudiante. Retrieved from <https://revistaedu.co/secciones/tema-central/educacion-personalizada-adaptarse-al-ritmo-de-aprendizaje-de-cada-estudiante/4307/>
- Rodriguez, M. (2019). Sistema de tutoría inteligente aplicado a la enseñanza de programación de computadoras a nivel licenciatura.
- Rodríguez, M. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, Vol 11, No 22, e-175.
- Rodriguez, R. (2010). Diseño de un ambiente virtual . REDALYC, 494-505.
- Silva, S., Rodríguez, M., & Polanco, S. (2021). Implementación de una red neuronal artificial como módulo de dominio de un sistema de tutoría inteligente. Dilemas contemporáneos: educación, política y valores, Vol 9, No 1, 2-14.
- Stevens, A., & Collins, A. (1977). La estructura de objetivos de un socrático tutor. SCIELO, 10-16.
- Urretavizcaya. (2001). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 2, 5-12.

Retrieved from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672021000100115

VanLehn, K. (1988). Fundamentos de los sistemas de tutoría inteligente. *Virtual Educa*, 55-78.

VanLehn, K. (1990). Fundamentos de Sistemas inteligentes de tutoría. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 55-78.

Waern, A. (2001). What is an intelligent interface? *Centro de*, 22-35. Retrieved 12 23, 2023

Wolf, & B. (1984). Planificación dependiente del contexto en una máquina. *SCIELO*, 45-50.

Wolf, B. (1988). Fronteras teóricas en la construcción de máquinas tutoras. *Educa Virtual*, 259-267. Retrieved 12 10, 2023, from <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/2084.pdf>

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).