

# ARQUITECTURA DE UN SISTEMA TUTOR INTELIGENTE COMO APOYO AL APRENDIZAJE DE ÁRBOLES Y REDES EN LA MATERIA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL NIVEL SUPERIOR

Fabiola Ocampo Botello, Dra.<sup>1</sup>, J. Roberto García González<sup>1</sup>, Yessica I. Pérez Osorio<sup>1</sup>, Claudia M. Vicario Solórzano, Dra.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)

<sup>2</sup>Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA)

Instituto Politécnico Nacional

*focampob@ipn.mx, jgarcia1402@alumno.ipn.mx, yperezo1400@alumno.ipn.mx, cvicarios@ipn.mx*

Boletín No. 104, 1o. de septiembre de 2024

## Resumen

En el contexto de la educación superior, la enseñanza de temas complejos como "Árboles y Redes" en la asignatura de Inteligencia Artificial presenta un desafío significativo debido a la abstracción de los conceptos involucrados. Este artículo propone la arquitectura de un Sistema Tutor Inteligente (STI) diseñado para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de estos temas. La arquitectura integra un modelo de dominio basado en grafos, un modelo del estudiante que adapta la instrucción a los estilos y ritmos de aprendizaje individuales, y una interfaz de usuario interactiva y amigable. El objetivo principal es proporcionar a los estudiantes una herramienta educativa complementaria que facilite la comprensión de algoritmos de búsqueda y estructuras de datos asociadas, mejorando así su rendimiento académico y motivación.

**Palabras Clave:** Sistema Tutor Inteligente, Árboles y Redes, Inteligencia Artificial, Educación Superior, Arquitectura de Software.

## Abstract

In the context of higher education, teaching complex topics such as "Trees and Networks" in the Artificial Intelligence course presents a significant challenge due to the abstraction of the concepts involved. This article proposes the architecture of an Intelligent Tutoring System (ITS) designed to support the teaching-learning process of these topics. The architecture integrates a graph-based domain model, a student model that adapts instruction to individual learning styles and paces, and an interactive and user-friendly interface. The main objective is to provide students with a complementary educational tool that facilitates the understanding of search algorithms and associated data structures, thereby improving their academic performance and motivation.

**Keywords:** Intelligent Tutoring System, Trees and Networks, Artificial Intelligence, Higher Education, Software Architecture.

## 1. Introducción

La enseñanza de la Inteligencia Artificial (IA) en el nivel superior demanda no solo conocimientos teóricos profundos, sino también habilidades prácticas para implementar algoritmos y estructuras de datos. Uno de los temas fundamentales en esta área es el estudio de "Árboles y Redes", que incluye algoritmos de búsqueda no informada e informada, fundamentales para la resolución de problemas en IA (Tecnológico Nacional de México, 2016). Sin embargo, los estudiantes frecuentemente enfrentan dificultades para comprender y aplicar estos conceptos debido a su naturaleza abstracta y matemática.

Los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) han demostrado ser herramientas eficaces para personalizar la educación y mejorar el aprendizaje al proporcionar retroalimentación y orientación adaptadas a las necesida-

des individuales del estudiante (Suthers & Jones, 1997). El desarrollo de una arquitectura robusta es crucial para el éxito de un STI, ya que define cómo interactúan los diferentes componentes para ofrecer una experiencia educativa coherente y efectiva (Brusilovsky, 1998).

## 2. Desarrollo

Para abordar la necesidad de una herramienta educativa efectiva en la enseñanza de "Árboles y Redes", se diseñó la arquitectura de un STI basado en tres módulos principales: el Módulo de Dominio, el Módulo del Estudiante y el Módulo de Tutoría (Akerkar & Sajja, 2009). Esta estructura permite separar la lógica del contenido, el seguimiento del progreso del alumno y las estrategias pedagógicas, facilitando la escalabilidad y mantenibilidad del sistema.

### 2.1 Arquitectura del Sistema

La arquitectura del Sistema Tutor Inteligente se visualiza en la Figura 1. Está compuesta por:

- **Módulo de Dominio:** Contiene el conocimiento experto sobre Árboles y Redes, estructurado en forma de grafos conceptuales y reglas de inferencia. Incluye definiciones, ejemplos, ejercicios y algoritmos de búsqueda (ej. búsqueda en anchura, profundidad, A\*).
- **Módulo del Estudiante:** Almacena el perfil del estudiante, su historial de interacciones, nivel de conocimiento actual y preferencias de aprendizaje. Utiliza técnicas de modelado cognitivo para inferir el estado de comprensión del alumno.
- **Módulo de Tutoría:** Actúa como el motor de decisión pedagógica. Con base en la información del Módulo del Estudiante y el Módulo de Dominio, selecciona la estrategia de enseñanza más adecuada, proporciona retroalimentación y ajusta el nivel de dificultad de los ejercicios.
- **Interfaz de Usuario:** Permite la interacción entre el estudiante y el STI. Diseñada para ser intuitiva y atractiva, incluye representaciones visuales interactivas de árboles y grafos, facilitando la comprensión espacial y lógica de los algoritmos.

Unidades	Competencias
Unidad 1 - Introducción a la Inteligencia Artificial	Conocer los conceptos fundamentales de la inteligencia artificial.
Unidad 2 - Representación del conocimiento	Representar el conocimiento por medio de un sistema basado en conocimiento.
Unidad 3 - Reglas y búsqueda	Resolver problemas a base de técnicas en búsqueda en espacio de estado.
Unidad 4 - Aplicaciones con técnicas de inteligencia artificial	Conocer las áreas de la inteligencia artificial y sus aplicaciones actuales.

Figura 1 Diagrama de la arquitectura del Sistema Tutor Inteligente propuesto.

En la Figura 2 se detalla el flujo de información entre los módulos durante una sesión de tutoría.

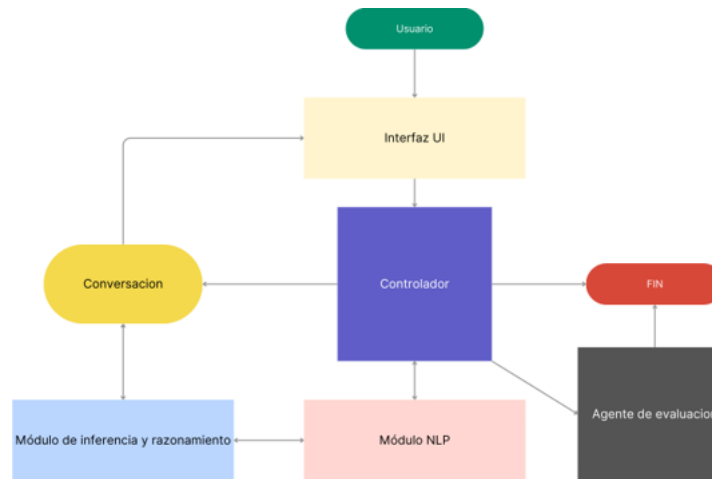


Figura 2 Diagrama de módulos y flujo de información del STI.

### 3. Resultados y análisis de la prueba de concepto

Se llevó a cabo una prueba de concepto con un grupo de estudiantes de la asignatura de Inteligencia Artificial para evaluar la usabilidad y efectividad inicial de la arquitectura propuesta. La interfaz de usuario desarrollada (Figura 3) permitió a los estudiantes interactuar con representaciones gráficas de árboles y observar la ejecución paso a paso de los algoritmos de búsqueda.

Los resultados de la prueba indicaron una aceptación positiva por parte de los estudiantes, quienes destacaron la claridad de las explicaciones visuales y la utilidad de la retroalimentación inmediata (Batagan et al., 2011). En la Figura 4 se presenta un resumen de las evaluaciones de usabilidad y percepción de aprendizaje.

El análisis de los datos recopilados sugiere que:

- La visualización interactiva de grafos y árboles facilita significativamente la comprensión de la dinámica de los algoritmos de búsqueda.
- La adaptación del nivel de dificultad por parte del Módulo de Tutoría contribuye a mantener la motivación del estudiante y a reducir la frustración.
- La arquitectura modular propuesta es viable para el desarrollo de un STI completo y escalable en el dominio de la Inteligencia Artificial (Melgar & Quilca, 2016).

### 4. Conclusión

La arquitectura propuesta para un Sistema Tutor Inteligente orientado al aprendizaje de "Árboles y Redes" en Inteligencia Artificial ofrece una base sólida para el desarrollo de una herramienta educativa efectiva y personalizada. La integración de módulos de dominio, estudiante y tutoría, junto con una interfaz visualmente rica, aborda los desafíos cognitivos asociados con estos conceptos abstractos. Los resultados de la prueba de concepto son alentadores y respaldan la viabilidad del enfoque arquitectónico. Trabajos futuros se centrarán en la implementación completa del sistema, la expansión de la base de conocimientos y la evaluación exhaustiva de su impacto en el rendimiento académico de los estudiantes a largo plazo.

### Referencias

- [1] Brusilovsky, P. (1998). *An Architecture for Intelligent Collaborative Educational Systems*. En *Proceedings of the 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 55-62).
- [2] Melgar, L., & Quilca, D. (2016). *Sistemas de Memoria Organizativa en Instituciones de Educación Superior: Modelos CESM y Metodologías CommonKADS*. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 17(1), 45-60.

- [3] Batagan, L., Bologna, G., & Stoica, A. (2011). *Intelligent Educational Systems Supporting the Formation of Educational Clusters*. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 6(1), 1-9.
- [4] Suthers, D., & Jones, D. (1997). *Flexible User Interface Architecture for Intelligent Educational Systems*. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8(4), 401-432.
- [5] Tecnológico Nacional de México. (2016). *Programa de la asignatura: Inteligencia Artificial*. Secretaría Académica, de Investigación e Innovación, Dirección de Docencia e Innovación Educativa.
- [6] Akerkar, R., & Sajja, P. (2009). *Knowledge-based systems*. Jones & Bartlett Learning.
- [7] (s.f.). *Sistemas tutores inteligentes*. [PDF].

**Ocampo Botello, F., García González, J. R., Pérez Osorio, Y. I., Vicario Solórzano, C. M.** (2026). ARQUITECTURA DE UN SISTEMA TUTOR INTELIGENTE COMO APOYO AL APRENDIZAJE DE ÁRBOLES Y REDES EN LA MATERIA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL NIVEL SUPERIOR. *Boletín UPIITA*. año XX, (NÚM) 2026.