

Estrategia metodológica para el desarrollo de un sistema tutor inteligente: módulo del dominio

Ing. Carlos E. Lemus Serrano ¹

Resumen. Este artículo presenta una vista general del funcionamiento de los Sistemas Tutores Inteligentes, con el fin de sustentar una estrategia metodológica para su desarrollo y proveer una herramienta pedagógica que permita disminuir los problemas de aprendizaje que afectan el rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura de Lógica de Programación. Bajo esta postura es necesario establecer un estilo de aprendizaje para identificar cómo abordar una temática específica para cada estudiante, partiendo del principio de que cada estudiante tiene una mayor oportunidad de aprender si existe una motivación para hacerlo, por lo cual se propone implementar la plantilla de Felder bajo redes neuronales auto organizadas que identifiquen el estilo de aprendizaje y establezcan la representación del conocimiento acorde a una planificación didáctica para cada estudiante. Además, se muestran las técnicas asociadas a la inferencia de contenido a través de un Sistema Experto basado en Redes Semánticas aplicando Guiones.

Palabras clave. *Inteligencia artificial, sistemas expertos (computadores), tecnología educativa, sistemas operativos (computadores), redes neurales (computadores).*

Desarrollo

El presente artículo muestra los avances obtenidos de la labor investigativa desarrollada por la Escuela de Ingeniería en Computación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Esta investigación consiste en el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente, como herramienta pedagógica de apoyo para la asignatura "Desarrollo de Lógica de Programación". El artículo describe el funcionamiento básico de un Sistema Tutor Inteligente basado en el modelo de Carbonell (1970) [1], en el que se establecen tres módulos: Dominio, Tutor y Alumno; sin embargo, se centra en la descripción del módulo del Dominio, detallando los componentes que conforman un Sistema Experto, así como sus respectivos procesos de representación e inferencia. Tiene como objetivo explicar la manera de realizar un Sistema Experto aplicado a los contenidos necesarios para el desarrollo de temáticas implícitas en una sesión pedagógica.

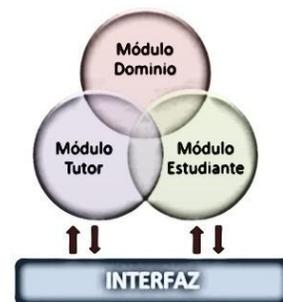


Figura 1. Modelo de Carbonell solapado (1970)

FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA TUTOR INTELIGENTE

Los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) se definen como softwares que aplican técnicas de inteligencia artificial para poder proporcionar de forma gráfica el conocimiento a los alumnos. Se dice que son inteligentes gracias al hecho de poder adaptarse a las necesidades de cada estudiante [2]. El punto más alto de dificultad en su elaboración con respecto a otras áreas (finanzas, medicina, etc.) radica en que debe

1. Ingeniero en Sistemas, Docente de la Escuela Ingeniería en Computación. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Santa Teclal. E-mail: carlos.lemus@itca.edu.sv

detallar y concretar los conocimientos psicopedagógicos que los expertos aplican en una determinada realidad [3].

En la actualidad, los tutores inteligentes permiten brindar un seguimiento eficaz del proceso enseñanza – aprendizaje, puesto que brindan una alternativa de tutoría personalizada para el alumno a través de técnicas de enseñanza, tales como: aprendizaje por reforzamiento y ejercitación, búsqueda interactiva de conocimiento, aprendizaje por descubrimiento y proceso de construcción de conocimiento [4].

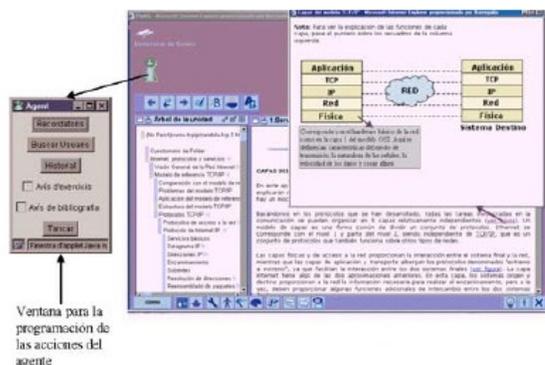


Figura 2. Interfaz Gráfica de Sistema Tutor Inteligente MAS-PLAG

a. Estilos de Aprendizaje

Todos los seres humanos cuentan con una apreciación muy particular de su entorno a través de diversos factores que les posibilitan o inhiben la adquisición de nuevos conocimientos; el ejemplo más claro se puede notar en el aula, puesto que, aunque se proporcionen de forma equitativa las explicaciones y el material pedagógico, no todos los estudiantes aprenden al mismo ritmo ni de la misma manera. Esta premisa resulta ser la espina dorsal de todo STI; es por eso que surge la duda: ¿Cómo conocer el estilo de aprendizaje de un estudiante?. Esto permite remitirse al estudio desarrollado por la Universidad de la Habana, Cuba, a través del Dr. José Miguel Rodríguez (2002) [5], donde se implementaron dos tests

para determinar los estilos de aprendizaje de un grupo de estudiantes: Programación Neurolingüística y el de Felder (1998). Concluyeron que el test de Felder brindaba resultados mucho más precisos. La aplicación de este instrumento se trabaja de a pares y se los puede definir según la forma de procesar la información: tareas activas – tareas de reflexión; forma de percibir la información: sensorial – intuitiva (racional); forma de presentar la información: visual – verbal; forma del proceso del aprendizaje: secuencial – global. [6].

ACT	11	9	7	5	3	X	1	3	5	7	9	11	REF	
						<-- -->								
SEN	11	9	7	X	5	3	1	1	3	5	7	9	11	INT
							<-- -->							
VIS	X	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11	VRB
							<-- -->							
SEQ	11	9	7	5	3	1	1	3	X	5	7	9	11	GLO
							<-- -->							

Figura 3. Resultados obtenidos de un estudiante sometido al test de Felder.

La siguiente tabla muestra la descripción de cada estilo de aprendizaje.

Categoría	Características
Activo	Prefieren el desarrollo de ejercicios que leer. Les gusta el trabajo en grupos.
Reflexivo	Trabajan en grupo y prefieren la teoría. Aprenden mejor observando y reflexionando.
Sensorial	Son más prácticos y detallistas. Prefieren la información concreta.
Intuitivo	No les gusta las repeticiones y prefieren la teoría. Les gusta la innovación.
Visual	Prefieren imágenes, gráficos y representaciones visuales por lo que recuerdan mejor lo que ven
Verbal	Prefieren explicaciones escritas o habladas.
Secuencial	Aprenden en pequeños pasos incrementales. Prefieren un aprendizaje lineal.
Global	Prefieren una visión general y luego ir a lo concreto. Les gusta situar el contenido en su entorno.

Tabla 1. Descripción de estilos de aprendizaje [7]

b. Estrategia Metodológica Propuesta

El principio básico de un STI es simular la tarea que desarrolla el docente en la enseñanza de un determinado contenido, por lo que para dar cumplimiento con este requisito, Salgueiro (2005) propone aplicar la Instrucción Didáctica, la cual consiste en la presentación clara y correcta de la información (Perkins, 1995).

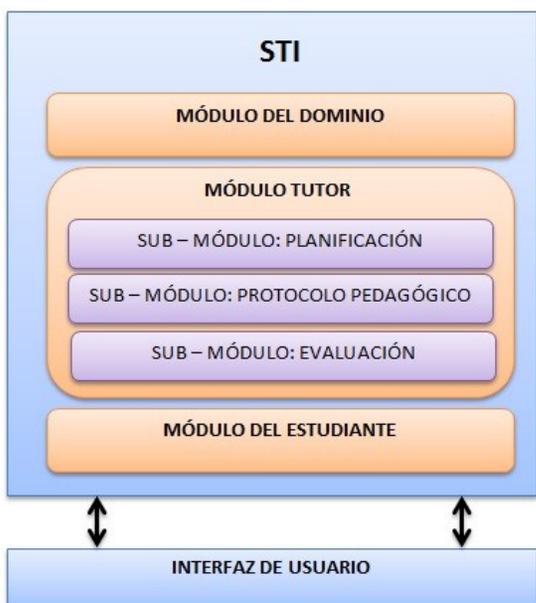


Figura 4. Representación de sub-módulos que simulan tareas principales de un docente.

Bajo este principio, se debe tomar en cuenta que el STI deberá planificar cada sesión con el estudiante, cumpliendo con objetivos claramente definidos de cada sesión y corroborar, además, los niveles de aprendizaje alcanzados a través de evaluaciones. Estas tareas, aunque resulten sencillas y a veces hasta automáticas para los docentes, para un computador son realmente complejas, puesto que los niveles de razonamiento alcanzados por las máquinas aún son muy pobres. Sin embargo, actualmente se cuenta con técnicas de Inteligencia Artificial, como las redes neuronales que están basadas en los mecanismos biológicos de los seres humanos y permiten resolver este tipo de problemas.

Particularmente, las redes neuronales se aplican en la planificación de la lección y reconocimiento del perfil o estilo de aprendizaje del estudiante, de las cuales Salgueiro (2005), sugiere las redes SOM (Kohonen, 1982) y las redes Backpropagation por sus características aplicadas al reconocimiento de patrones y aprendizaje no supervisado, es decir no son entrenadas para reconocer sus datos de salida [8], [9].

En este proyecto se utilizarán las redes neuronales Backpropagation para analizar el perfil y el desarrollo de la planificación.

El sub módulo de evaluación estará en comunicación con el módulo del estudiante, de la cual se podrán obtener entradas que alimenten a la red neuronal para determinar qué contenido ha sido aprendido y cuál debe retroalimentarse; además se brindará la opción de almacenar estadísticas del desempeño del estudiante.

MÓDULO DEL DOMINIO

El Módulo del Dominio consiste en la creación de un sistema experto capaz de inferir conocimiento para verificar evaluaciones y recomendar contenido, según la planificación de los temas a desarrollar. Básicamente representa las explicaciones y el conocimiento que domina el docente en calidad de experto en su área; es por ello necesario desarrollar un Sistema Experto (SE) para complementar esta peculiaridad en el STI.

Sistema	Fecha	Autor	Tema
Dendral	1965	Stanford	Deduce información sobre estructuras químicas
Macsyma	1965	MIT	Realiza análisis matemático complejo.
Hearsay	1973	Stanford	Herramienta para generar sistemas expertos
Mycin	1972	Stanford	Diagnostico de enfermedades de la sangre

Tabla 2. Primeros sistemas expertos

El sistema experto a desarrollar no tendrá contacto con el usuario, puesto que éste tendrá como tarea el apoyo directo al módulo del tutor; su comunicación específica será al sub-módulo de evaluación y generación del lenguaje natural.

El módulo del dominio podrá ser activado tanto por el módulo del tutor como por el del estudiante, ya sea para tareas de generación de contenido como para el seguimiento de los objetivos de aprendizaje alcanzados.

A) Componentes de un Sistema Experto

Los (SE) están compuestos por una Base de Conocimiento (BC), Base de Hechos (BH) y Motor de Inferencia (MI). Estos trabajan con reglas contenidas en su BC, por lo que, mientras más reglas contenga esta BC, más robusto será el SE. Es aquí donde el MI permite buscar los conocimientos apropiados y a partir de estos, deducir nuevos conocimientos. Es claro que para poder inferir nuevo conocimiento debe existir una base que lo sustente; en este caso se implementa la BH que permite definir y limitar el conocimiento a un área específica, como lo menciona Rolston (1992) [10], [11] "Un SE se dedica a un problema de un área específica. No se intenta enfocar las capacidades humanas en todas las aéreas".

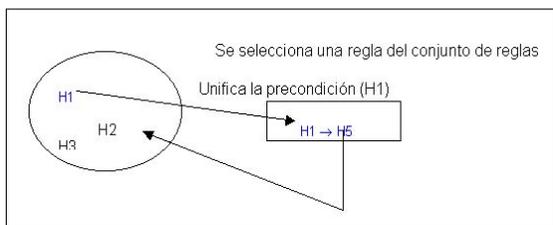


Figura 4. Sistema de Control de SE, en el cual se escoge una regla aplicable y el proceso se suspende cuando se satisface una condición determinada.

Teniendo en cuenta que el sistema experto trabajará bajo un contenido pedagógico limitado, será necesario establecer las BH que regirán la estructura general del BC de esta investigación y el entorno en el cual se desarrollarán los procesos de inferencia.

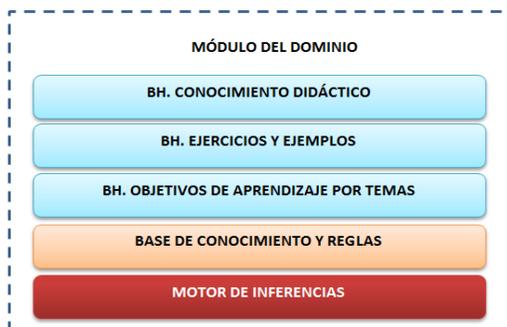


Figura 5. Representación gráfica de los elementos con los que contará el Módulo del Dominio.

B) Representación del Conocimiento

La representación del conocimiento en los (SE) puede clasificarse en: Declarativa y Procedimental; la Declarativa trabaja sobre los hechos para describir como emplear el conocimiento, mientras en la Procedimental se generan reglas para describir los procedimientos en el uso de los conocimientos, según sea el caso puede implementarse de forma individual aunque Rolston recomienda utilizar los elementos de ambos para crear Sistemas Expertos más robustos. Esto indica que la parte declarativa de esta propuesta estará conformada bajo un esquema de jerarquía lógica del contenido, para lo cual se ha decidido implementar Redes Semánticas bajo estructuras de marcos por su fácil aplicación a este caso en particular.

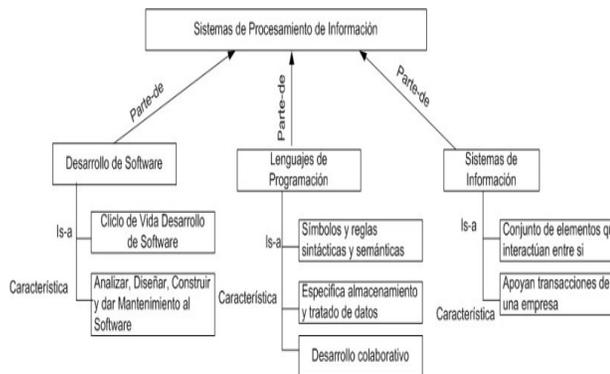


Figura 6. Porción de red semántica del tema: "Sistemas de Procesamiento de Información".

Cada nodo de las redes semánticas puede ser tomado como un marco que almacene sus características o propiedades. Esta técnica propuesta por Minsky permite la inferencia del conocimiento a través de expectativas, ya que permite deducir nuevo conocimiento en base a la relación que exista del dominio con una parte de información proporcionada por el usuario u otros módulos, gracias a la serie de ranuras que los conforman internamente y su capacidad de ser llenadas dinámicamente (slot & fillers) con conocimiento inferido, incluso por procesos especificados dentro de ellos.

Las estructuras de marcos permiten la dependencia conceptual con facilidad, gracias a que almacenan la información bajo niveles jerárquicos que facilitan la organización de una gran cantidad de hechos; es por ello que resulta adecuado implementar este sistema para la estructuración de la base de hechos sólo del contenido didáctico sino también de los objetivos de aprendizaje asociados a las temáticas a desarrollar para cumplir con una secuencia lógica de los mismos.

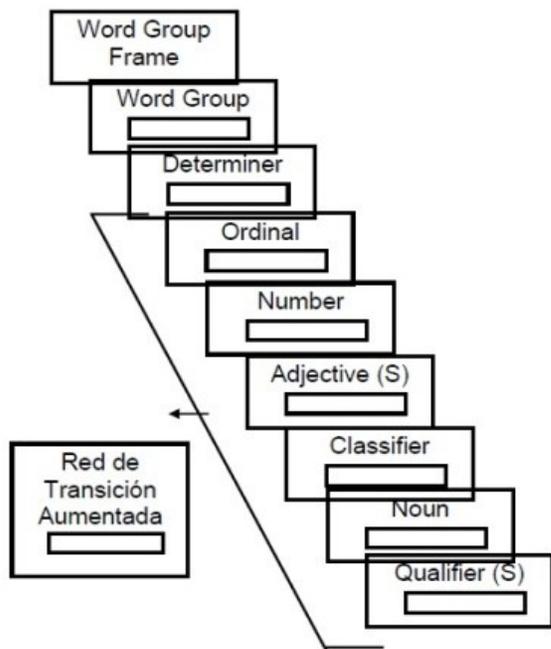


Figura 7. Representación gráfica de un marco para inferir palabras [12].

Además, se debe tomar en cuenta que el STI deberá trabajar en base a objetivos, o como lo propuso Woo Woo a través de pistas (Woo Woo, 1991) que se encontrarán dentro de la planificación de una sesión que debe cumplir con el desarrollo de una temática determinada, debido a que el desarrollo de estas sesiones ya se encuentra previsto, lo más conveniente es aplicar la Técnica de Guiones, en la que se modelan diversos escenarios bajo un contexto específico.

La potencialidad de la aplicación de la Técnica de Guiones yace en su flexibilidad para manejo de grandes cantidades de conocimiento. Dado que trabaja con Marcos y Dependencia Conceptual permite fácilmente el apareamiento entre escenas o guiones para inferir acciones causales o futuras en base a la secuencia del contenido estrictamente establecido (R. Schank, 1977). Esto permite incurrir fácilmente en explicaciones y contestar evaluaciones.

Guión: Estructuras Cíclicas	
Utilería: Mod. Evaluación SMod. Lenguaje Natural SMod. Generador Cont. Mod. Estudiante Mod. Planificar Interfaz	Escena 1: Evaluación Inicial - Tutor Genera Evaluación a través de Mod. Evaluación - Tutor ejecuta SMod. Lenguaje Natural para interpretar en preguntas la evaluación - Tutor muestra por Interfaz evaluación - Estudiante contesta preguntas - Tutor planifica contenido a través de Mod. Planificar Interfaz
Papeles: Estudiante Tutor	Escena 2: Desarrollo Tema - Tutor Muestra contenido acorde a planificación - Tutor desarrolla control de lectura a través Mod. Evaluación - Tutor verifica alcance de objetivos a través de Mod. Evaluación
Resultados : Aplicar For, While y Do While	- Tutor Retro- Alimenta a través de Mod. Generador Cont.

Figura 8. Representación de Guión o Script con dos escenas del Tema: "Estructuras Cíclicas".

Debido a que algunos contenidos didácticos como ejercicios y ejemplos pueden estructurarse como una serie de eventos que pueden ser solucionados bajo una metodología que sigue una secuencia de pasos establecidos para su respectiva solución, resulta muy cómodo aplicar este tipo de técnica que permite predecir o deducir explicaciones o pistas para guiar a los estudiantes al correcto desarrollo de los mismos.

Básicamente el Módulo del Dominio permitirá el control sobre el contenido pedagógico para poder brindar soporte



a la resolución de preguntas, ejercicios y ejemplos bajo estructuras semánticas que apliquen métodos de búsqueda a profundidad para recorrerlas y encontrar las soluciones adecuadas que satisfagan las reglas propuestas en nuestra base de conocimiento.

CONCLUSIONES

Se ha presentado el diseño de una estrategia metodológica basada en el modelo de Carbonell y redefinido bajo una arquitectura propuesta por Salgueiro (2005) que será capaz de adaptarse a un estilo de aprendizaje específico, proponiendo el uso de Redes Neuronales de tipo no supervisadas para tareas de clasificación e identificación de parámetros, basados en la simulación de las principales tareas del docente: explicación, retroalimentación y evaluación de contenido; además se presenta la propuesta para la inferencia del conocimiento a través de Redes Semánticas bajo un entorno ampliamente declarativo. Lo que permite cumplir con un enfoque constructivista adaptado a la actual modalidad de enseñanza de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

GLOSARIO

B.C.: Base de Conocimientos.

B.H.: Base de Hechos.

MAS-PLAG: su nombre proviene del acrónimo 'PLAtaforma de Nueva Generación'.

M.I.: Motor de Inferencia.

Red Neuronal: es un sistema de computación que puede actuar en la misma forma que funciona el cerebro humano, o simularlo aprendiendo a reconocer patrones.

Red Semántica: forma de representación del conocimiento lingüístico en la que los conceptos y sus interrelaciones se representan mediante un grafo.

S.E.: Sistema Experto.

S.O.F.M: (*Self-Organizing Feature Maps*) Mapas de rasgos autoorganizados.

S.T.I.: Sistema Tutor Inteligente.

Test de Felder: cuestionario de 44 preguntas con respuestas dicotómicas cuyo análisis refleja las diferentes dimensiones del aprendizaje de una persona.

Bibliografía consultada

1. Z. Cataldi, F. Salgueiro, "Sistemas Tutores Inteligentes con modelado del estudiante y del autor".
2. M. A. Romero, E. S. Succar, P. Gómez "Diseño de HEDEA: Herramienta para la construcción de sistemas inteligentes" Nov. 2009 pp. 179-182
3. B. Gross. "La inteligencia Artificial y su aplicación en la enseñanza". pp. 73-80
4. C. I. Peña, J. L. Marzo, J. L. Rosa, R. Fabregat "Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje"
5. J. M. Rodríguez. "Una aproximación al uso de los Estilos de Aprendizaje como enfoque para evaluar el rendimiento". *Libros:*
6. F. Salgueiro. "Sistemas Inteligentes para el modelado del Tutor" Tesis. Universidad de Buenos Aires, 2005.
7. A. Arana "MAGAdI, una propuesta de sistema adaptativo multi-agente de apoyo al aprendizaje en un marco combinado" Tesis, Universidad del País Vasco 2010.
8. B. M. del Brío, A. S. Molina "Redes Neuronales y Sistemas Borrosos" 3ª. ed. Mexico: Alfaomega Ra-Ma, 2006.
9. A. James, "Redes Neuronales" 1a. ed. México: Alfaomega, 2007.
10. D. W. Ralston "Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos" Mexico: McGraw- Gill, 1991.
11. N. Dieter, "Sistemas Expertos" México: Marcombo, 1991.
12. A. Peña "Sistemas basados en conocimiento: una base para su concepción y desarrollo". México: Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional, 2006.