

**Flor Hernández Pérez**

Docente investigador  
Institución Universitaria Tecnológica de  
Comfacauca  
email: fherandez@unicomfacauca.edu.co  
Sede Popayán - Cauca

# Modelos para la Evaluación de Sistemas Tutores Inteligentes.

**Resumen:** los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) son una herramienta tecnológica importante para organizaciones. En este sentido, el artículo describe algunos casos en los cuales se han implementado herramientas de este tipo, con el objetivo de medir el impacto en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Para la implementación y desarrollo de estos sistemas se considera una estructura ya definida desde los años 80, la cual está compuesta por tres componentes: el modelo de dominio, el modelo de estudiante y el modelo del instructor. Cada uno de los modelos realizados en los estudios, incluidos en el artículo, proponen un caso de estudio que incluye uno o dos componentes de la estructura de STI, pero el problema no radica en el desarrollo y la implementación de la misma, sino en que no existe un modelo de Sistemas Tutores Inteligentes completo, el cual permita al usuario verificar los resultados del proceso de enseñanza/aprendizaje. Lo que se pretende en este artículo es dar a conocer los avances respecto a este tema y proponer un modelo de evaluación apropiado para este tipo de sistemas.

**Palabras clave:** índice de términos, sistemas de gestión de aprendizaje, sistemas tutores inteligentes, modelo de dominio, modelo de estudiante, modelo de instructor.

## INTRODUCCIÓN

El proceso enseñanza/aprendizaje es una dinámica donde se encuentran involucrados varios factores, los cuales pueden contribuir a obtener éxito o fracaso en dicho proceso. De esta manera, es importante tener en cuenta que algunos de estos factores son: la responsabilidad por parte de los estudiantes, profesores y los padres, al igual que contar con cierta cantidad de recursos como aulas, propiciando un ambiente adecuado para que el estudiante se sienta a gusto en el proceso que inicia.

En el pasado, el proceso de enseñanza/aprendizaje se limitaba a estudiante, profesor y tablero. En la

actualidad, el avance tecnológico ha permitido el surgimiento de nuevas herramientas que apoyan este proceso. Así, estos elementos que apoyan la dinámica de enseñanza/aprendizaje son conocidos como Sistemas de Gestión de Aprendizaje E-learning (LMS), los cuales se encargan de propiciar un ambiente nuevo, gracias a que cambian totalmente la forma tradicional de impartir conocimientos al estudiante. Los LMS permiten la educación a distancia, siendo suficiente contar con conexión a internet y la dedicación y responsabilidad suficiente para cumplir el objetivo de aprender. En el mercado existen muchos LMS, para los cuales se han realizado algunos modelos de evaluación con el objetivo de ayudar a elegir el mejor de ellos. De este modo, los LMS son una buena opción

de apoyo en las diversas actividades de enseñanza/aprendizaje.

Los Sistemas Tutores Inteligentes se diferencian de los LMS por poseer técnicas de inteligencia artificial (IA), lo que quiere decir que poseen la capacidad de apoyar inteligentemente los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la interacción con el individuo.

En este contexto, existen grupos de investigación que se han dedicado a la realización de modelos de evaluación para este tipo de sistemas, los cuales fueron creados a inicios de los años ochenta.

Frente al desarrollo de la temática el presente artículo estará estructurado de la siguiente forma: introducción, marco teórico, estado del arte y conclusiones.

## MARCO TEÓRICO

Los Sistemas Tutor Inteligente (STI) son sistemas asistidos por computador para impartir instrucción y apoyar inteligentemente los procesos de enseñanza y aprendizaje, mediante la interacción con el estudiante.

Este tipo de sistemas cuentan con una estructura definida como lo muestra la figura 1, en la que pueden observarse sus tres componentes:

- Modelo de dominio
- Modelo de tutor
- Modelo de estudiante

Cada uno de estos componentes será definido en los trabajos retomados dentro del desarrollo del estado del arte.

Arquitectura planteada para un sti [6]

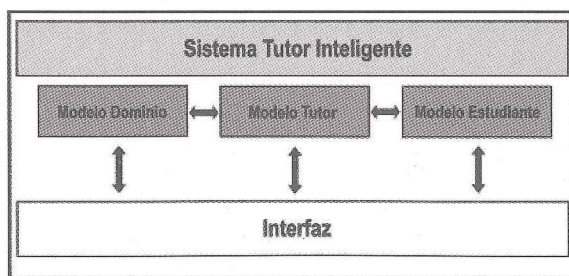


Figura 1. Estructura de un STI

## ESTADO DEL ARTE

### Evaluación en línea para cursos tutoriales inteligentes adaptativos, usando el modelo de sistema multiagente [1].

El propósito de este estudio es exponer un modelo de evaluación en línea que se pueda integrar apropiadamente a un curso tutorial inteligente, el cual exhibe características adaptativas y adopta la estructura de los sistemas multiagente.

De igual modo, el documento resalta la importancia del proceso de enseñanza y evaluación, nombrando brevemente la problemática involucrada en los cursos virtuales, el proceso de evaluación frente a los estudiantes y los factores de motivación para cada uno de ellos. Elementos que son clave para garantizar que el proceso de aprendizaje sea efectivo. Asimismo, hace referencia a que aunque diferentes elementos tecnológicos apoyan los cursos y la formación virtual, aún el proceso de evaluación está limitado a sólo test y cuestionarios estáticos, los cuales abarcan conceptos vistos en el curso y que ayudan a decidir al tutor si el estudiante aprueba o reprueba, pero sin la posibilidad de retroalimentación.

Es importante mencionar que los Sistemas Tutor Inteligente (STI) son diseñados para impartir instrucción y apoyar inteligentemente los procesos de enseñanza y aprendizaje, mediante la interacción con el estudiante. Los STI se diferencian de los sistemas de aprendizaje tradicionales por utilizar técnicas de inteligencia artificial (IA) y su estructura es definida por tres componentes así:

- Modelo de dominio: almacena todo el conocimiento del tema que se imparte en el curso.
- Modelo del estudiante: recoge los datos que describen al alumno desde perspectivas diferentes.
- Modelo pedagógico: contiene información que permite decidir qué actividades se deben proponer al estudiante. De igual modo, cuáles de acuerdo a las estrategias pedagógicas más adecuadas.

El documento se centra en el diseño del modelo, apoyándose en criterios u objetivos institucionales



que están ligados a las metas de aprendizaje y todo lo cual se encuentra incluido en una plataforma, conocida como unidad básica de aprendizaje. Otro de los criterios, que incluyen el modelo de evaluación, es el estilo de aprendizaje del estudiante, lo que ayuda a construir un modelo que se adapte a cada individuo. Es importante resaltar, que se nombra el proceso de evaluación en línea adaptativa, dando a conocer su importancia y el papel que cumple en el proceso de aprendizaje para cada persona.

De otro lado, uno de los instrumentos utilizados en la investigación para la recopilación de información es el RCTM (Revelador del Cociente Mental Trídico), el cual busca describir el comportamiento de las personas a partir de la identificación de los hemisferios cerebrales.

El modelo de prueba, llamado Curso Adaptativo Inteligente (CIA), se centra en la creación del modelo del estudiante en uno de los componentes del un STI.

Al utilizar instrumentos como estilo de aprendizaje RCTM se recopila información que ayuda en el diseño del modelo de evaluación, el que ha sido diseñado con base en la información proporcionada por el estudiante, con el propósito de que éste se sienta motivado para realizar las actividades que lo llevarán al cumplimiento de sus objetivos.

Anteriormente, se nombró que la estructura de un STI posee tres componentes (modelo de dominio, modelo de estudiante y modelo pedagógico), los cuales se describen en la investigación y pueden observarse en las siguientes figuras.

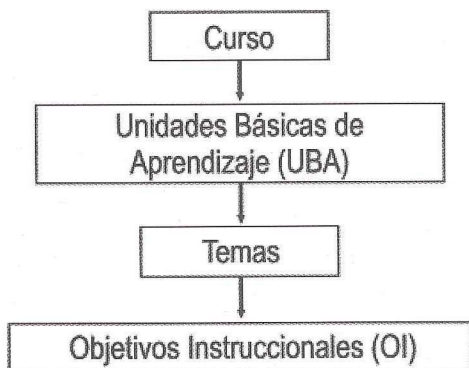


Figura 2. Estructura presentada por el modelo de dominio

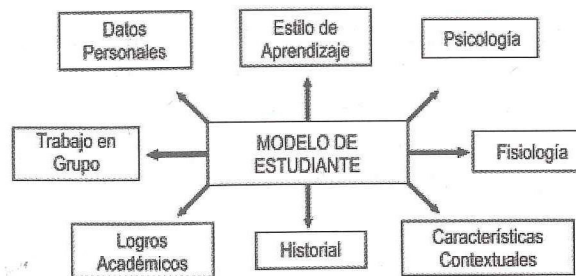


Figura 3. Estructura presentada por el modelo del estudiante



Figura 4. Estructura presentada por el modelo pedagógico

Es importante tener claro que el proceso de evaluación, en este caso de estudio, está orientado a la evaluación en línea y que ciertos aspectos de la investigación se centran específicamente en esta área.

Finalmente, aunque los componentes de un STI son importantes, la investigación descrita se centra sólo en uno, es decir, resalta el diseño en el modelo del estudiante, pero no tiene en cuenta aspectos desde la parte instruccional y el modelo de dominio, los nombra pero no especifica claramente las características para cada uno de ellos, lo cual es importante especialmente en el campo de la evaluación.

### Diseño de Hede: una herramienta para la construcción de sistemas tutores inteligentes [2].

El estudio presenta una estructura de los Sistemas Tutor Inteligente (STI), la cual estaría integrada a partir de los siguientes modelos base: autor, estudiante y experto.

*Autor:* proporciona un modelo del proceso de enseñanza.

*Estudiante:* representa el conocimiento adquirido por este en un tiempo determinado.

*Experto:* contiene la información que se le enseñará a los estudiantes.

Otro factor que se tiene en cuenta en la investigación es la interfaz, considerado como el cuarto componente de un STI, el cual está encargado de administrar el proceso en el que el estudiante se comunica con el sistema tutor inteligente.

La investigación propone una herramienta para desarrollar STI en modelos probabilísticos, que parten desde el temario del contenido del curso, donde el modelo del estudiante se realiza de forma automática y no visible al usuario.

Por otra parte, se establece la inclusión de redes bayesianas, como una técnica muy recomendable a la hora de iniciar una propuesta para un modelo de evaluación de STI. El caso de estudio se basa en experimentos previos para darle un valor historial a su último resultado.

Se establece que el componente del estudiante es un factor importante para el STI, debido a que el objetivo de este tipo de sistemas es lograr que a los estudiantes, que son los directamente implicados, se les facilite el aprendizaje, buscando que cada vez que ingresen a realizar una actividad en el curso el nivel de conocimiento sea más alto.

Así, la investigación se centra sólo en el módulo del estudiante, proponiendo mejorar en futuros análisis el estudio de los otros dos componentes ausentes, lo que apoya la investigación propuesta en este artículo, frente a que pueden haber muchos STI pero no existe un modelo de evaluación completo para estas herramientas, dejando abierto un amplio camino para explorar y proponer un modelo en el cual estén incluidos los tres componentes, estableciendo un núcleo de evaluación eficiente.

### **Evaluación e implementación de un modelo de evaluación de acciones formativas [3].**

Este estudio presenta conceptos importantes que deben tenerse en cuenta al momento de implementar un herramienta e-learning, gracias al uso de un modelo conocido como Kirkpatrick, que a pesar de ser un modelo muy antiguo todavía es muy utilizado. Éste está compuesto por tres niveles: reacción, aprendizaje, comportamiento y resultados.

En el documento se nombra una técnica para determinar, de manera general, los resultados de las actividades que las organizaciones desencadenan para implementar cualquier proyecto. Esta técnica es aplicada al modelo mencionado y se basa específicamente en los costos y beneficios.

Se resalta así, que las herramientas e-learning han ido adquiriendo gran importancia, lo que ha hecho que cada vez más las instituciones analicen qué costos y beneficios trae la implementación de este tipo de herramientas a su interior. En este contexto, esta investigación, por medio de un análisis costo/beneficio, determina cada uno de éstos elementos, desde los más fáciles de identificar hasta los que presentan mayor dificultad de cuantificación.

De igual forma, el trabajo presenta un estudio basado en costos y beneficios, utilizando la fórmula ROI (return on invest), que como se nombró anteriormente es una técnica financiera aplicada al modelo. Lo paradójico, es que a pesar de la gran importancia que han ganado los sistemas e-learning para el aprendizaje, aún no se han centrado estudios en la realización de un modelo de evaluación completo y eficiente, que tenga en cuenta la inclusión de todos los módulos y no sólo algunos de ellos.

Frente al modelo Kirkpatrick, una de las características más relevantes es que incluye cuatro niveles y que, en algunos casos, se le han hecho evaluaciones centradas en módulos de menos importancia. Así, Kirkpatrick considera que los niveles de formación más importantes son el de comportamiento y los resultados, pero son muchos los casos en los que éstos son los menos utilizados en instituciones y universidades.

De igual modo, esta investigación da conocer factores significativos al momento de emprender una investigación de evaluación de los STI, factores que pueden influir en el diseño del modelo evaluativo y que dan pistas clave para generar un modelo completo, el cual permita establecer un proceso de análisis aún más amplio.

Por último, aunque el trabajo permite visualizar y entender diferentes factores del proceso, no realiza una descripción detallada de las diferentes características de los STI.



## **Modelo de evaluación del conocimiento en un sistema tutor inteligente [4].**

El cambio en la forma de impartir el aprendizaje ha sido la motivación para buscar procesos innovadores a la hora de tratar de llegar a los estudiantes y, hasta el momento, los STI han logrado importantes avances, convirtiéndose en una alternativa para que los estudiantes dejen atrás la forma tradicional de analizar y comprender grandes cantidades de información, buscando aplicarla a problemas reales.

Este estudio plantea que es relevante considerar que, en el nivel de pregrado, la información de un curso es entregado de forma igual a todos los estudiantes y el éxito depende de la dedicación, entendimiento y tiempo que, individualmente, cada individuo le dedique al curso. Teniendo en cuenta estos factores, se busca que a partir de los STI se logre mejorar y cambiar la forma tradicional de impartir el conocimiento.

Considera así, que dentro del proceso de enseñanza/aprendizaje siempre ha estado involucrado el estilo de enseñanza de los profesores y el estilo de aprendizaje del estudiante, lo que lleva a pensar que un factor que hace parte de las fallas en el proceso educativo es la falta de formación docente, pero no sobre su área específica sino frente a la metodología de trabajo, que muchas veces no es la adecuada. Existen así muchos casos en los que el profesor tiene un excelente dominio del tema pero no sabe explicar, lo que implica un bajo nivel de entendimiento por parte de sus estudiantes, lo que sucede debido a que cada individuo posee una forma distinta de aprender. Es allí donde los estilos de aprendizaje juegan un rol importante, ya que si el profesor no posee la habilidad para entender las diferencias existentes entre cada estudiante el conflicto profesor/estudiante crece.

El documento da a conocer esta problemática y propone un STI que debería tener características similares a un docente real como son: entender, aprender, razonar y resolver problemas. Además, el mismo debería identificar fortalezas y debilidades de un estudiante en particular, logrando proponer una alternativa para solucionar las fallas y cumplir con las metas.

Al igual que en que otros documentos, el trabajo da a conocer componentes de un STI como: dominio,

modelo de estudiante y modelo pedagógico. Pero se diferencia de los demás porque entrega ítems que no se han nombrado en estudios anteriores y que llevan a considerar características para el modelo de evaluación que se pretende diseñar. En el documento se nombra el componente modelo de instructor, el cual plantea ha sido desarrollado recientemente e involucra el componente de dominio y el componente pedagógico.

El modelo de instructor que se describe en el documento encierra dos módulos, el módulo permanente y el módulo dinámico.

Módulo permanente: almacena los datos del instructor de largo plazo, como sus hábitos y preferencias.

Módulo dinámico: guarda la información relevante de las sesiones del STI con cada estudiante.

El estudio también entrega ciertos ítems que deberían ser considerados en el momento en el que los estudiantes registran información en el computador. Esto teniendo en cuenta que se deberían recopilar evidencias para proponer soluciones que ayuden a motivar al estudiante en su proceso de aprendizaje.

En este sentido, el trabajo plantea que el propósito del proceso de valoración, sobre la información entregada por el estudiante, tendría las siguientes características:

- Asistir al aprendizaje del estudiante
- Identificar fortalezas y debilidades del estudiante
- Valorar la efectividad de una estrategia instruccional particular.
- Valorar y mejorar la efectividad del currículo
- Valorar y mejorar la efectividad de la enseñanza
- Proveer datos para apoyar la toma de decisiones

Cada uno de estos componentes permite presentar un modelo nuevo para el instructor, el cual tendría como objetivo posibilitar la realización de actividades, que en otros casos, no se han tenido en cuenta, es decir, desde el punto de vista estudiante/instructor.

Otro aspecto importante, especialmente para el instructor, es identificar las fortalezas y debilidades de cada estudiante, con el fin de crear solución

para sus debilidades específicas, apoyándose en el fortalecimiento de las destrezas de cada individuo.

Por otra parte, el estudio propone un nuevo modelo de estudiante, a partir del cual se busca capturar información de mayor calidad respecto a las actividades de éste, con el fin de que el sistema pueda tomar mejores decisiones frente a cada proceso.

Como puede observarse, este es un caso de estudio que no se remite sólo al módulo del estudiante sino que también presenta un nivel de importancia, de igual proporción, para el módulo del docente o instructor. Esto permite observar que la estructura de un STI está propensa a que se realicen modelos de evaluación aplicados a cualquier componente de su estructura.

Así, el estudio aporta ítems que se pueden incluir en un nuevo modelo a proponer o también para observar y analizar los resultados obtenidos en este caso de estudio, logrando que en un nuevo modelo se tengan características que quizá no se hayan considerado en casos anteriores.

### Enfoques y modelos de evaluación e-learning [5]

Este es un documento donde se dan a conocer los diferentes enfoques evaluativos para los e-learning y aunque la propuesta de investigación tiene que ver fundamentalmente con la evaluación de STI, se puede considerar el uso de algunos de sus planteamientos, los cuales permitan proponer puntos de encuentro dentro del modelo a desarrollar.

De esta manera, el documento da a conocer los principales o más conocidos enfoques evaluativos, así como los factores a tener en cuenta al instante de evaluar un e-learning. Este último punto se considera importante debido a que de no ser incluidos en el análisis y desarrollo de un modelo de evaluación de STI, no permitirán establecer un punto de inicio adecuado, variable que marcaría una significativa diferencia frente a otros casos de estudio ya realizados.

### CONCLUSIONES

Con el avance en el estado de arte se puede observar que existen varios modelos de evaluación para sistemas STI, cada uno de ellos diseñado teniendo

en cuenta un punto de vista específico, lo que puede ayudar a orientar la investigación para el modelo que se pretende diseñar.

Considerando el punto de partida de otras investigaciones, el modelo a diseñar puede incluir puntos revisados en otros estudios y aquellos que aún no se han tratado individual y/o globalmente en los modelos ya propuestos.

De esta manera, la propuesta que intentará diseñarse podrá establecerse considerando puntos concretos de la arquitectura de un STI o complementar los que ya se realizaron incluyendo el o los componentes ausentes. Se busca así que el modelo a proponer evalúe la arquitectura general del STI y no determinados componentes.

Finalmente, es importante plantear que, hasta el momento, el estado de arte frente a este tipo de temas no ha sido ampliamente desarrollado, por lo cual se requieren nuevas investigaciones que definan detalladamente las características del modelo a estructurar y de todos sus componentes, buscando establecer un panorama claro y más completo.

### REFERENCIAS

- [1] M. Sanchez, J. Builes Jiménez, C. Ovalle y A. Demetrio. *Evaluación en Línea para Cursos Tutoriales Inteligentes Adaptativos usando el Modelo de Sistema Multiagente*. Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial. Congreso Colombiano de Computación, 2008.
- [2] M.A. Romero, E. Sucar y P. Gil Gómez. *Diseño de Hede: una Herramienta para la Construcción de Sistemas Tutores Inteligentes*, 2007.
- [3] M. L. Jiménez y R. Barchino. *Evaluación e Implementación de un Modelo de Evaluación de Acciones Formativas*.
- [4] C. Huapaya, F. Lizarralde, J. Vivas y Arona Graciela. *Modelo de Evaluación del Conocimiento en un Sistema Tutor Inteligente*. Revista Iberoamericana de Educación y Educación en Tecnología. 2007.
- [5] M. J. Rubio. *Enfoques y modelos de Evaluación E-learning*. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa. 2003.
- [6] J. R. Carbonell. *AI in CAI: an Artificial Intelligence Approach to Computer Assisted Instruction*. IEEE Transaction on Man Machine System, Vol.11 n.4, 1970, pp. 190-202.