

Técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas al entorno educativo basadas en Juegos

Amadeo A. Velasco García

100057183

Universidad Carlos III Madrid

100057183@alumnos.uc3m.es

Paloma Pérez Yagüe

100057522

Universidad Carlos III Madrid

100057522@alumnos.uc3m.es

RESUMEN:

En este trabajo se llevará a cabo una investigación de cómo aplicar agentes inteligentes en ámbitos educativos, a través de los llamados sistemas de tutoría inteligentes (ITS: Intelligent Tutoring Systems), y su aplicación en el desarrollo de juegos educativo.

PALABRAS CLAVE:

Agentes, Materiales Educativos Computarizados, ITS, Juegos Educativos.

1. INTRODUCCIÓN:

Los beneficios de la instrucción individualizada son la esencia de ITS, que utiliza la inteligencia artificial para adaptar el aprendizaje multimedia.

Por este motivo se empiezan a desarrollar los primeros sistemas inteligentes que realizan las tareas de autorizado adaptando diversas modalidades o estrategias de enseñanza, ya que ello supone una alternativa útil para aquellos estudiantes que requieren un mayor grado de tutorizado uno-a-uno.

Este concepto, conocido como "Sistema de Tutoría Inteligente" (ITS), ha sido perseguido durante más de tres décadas por los investigadores en la educación, la psicología y la inteligencia artificial. Hoy en día sistemas operativos y prototipos basados en tutores inteligentes, proporcionan nuevos métodos de enseñanza en empresas de formación, universidades e incluso, institutos militares.

El objetivo de los ITS es proporcionar los beneficios de la enseñanza uno-a-uno de forma automática y rentable. Estos sistemas permiten a los

participantes poner en práctica sus conocimientos mediante la realización de tareas dentro del marco del aprendizaje interactivo, mientras desarrollan un modelo de sus conocimientos, habilidades y experiencia. Basándose en perfiles de usuario, permite adaptar las estrategias de instrucción, tanto en términos de estilo como de contenido, y dar explicaciones, consejos, ejemplos, demostraciones, prácticas y problemas, según se crea necesario.

Investigaciones llevadas a cabo sobre estos sistemas, indican que sus estudiantes, en general, aprenden más rápido, y esto se traduce en un mejor desempeño.

A todo esto, unimos el evidente incremento en la utilización de tecnologías de la información y las comunicaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y en este contexto las más demandadas son precisamente las tecnologías basadas en inteligencia artificial, como los tutores inteligentes, los sistemas de gestión del aprendizaje o los videojuegos.

En este trabajo nos centraremos en analizar las soluciones que aporta el campo de la inteligencia artificial para resolver estas necesidades, y especialmente las relacionadas con la automatización de los procesos educativos.

2. MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS (MEC):

Bajo este término se agrupan diversas herramientas encaminadas a apoyar el aprendizaje. Podríamos clasificar este tipo de aplicaciones y materiales didácticos en:

- **Algorítmicos:** En estos predomina el aprendizaje uno-a-uno. El diseñador de la herramienta planea diversas actividades para conducir al estudiante, y el alumno debe asimilar el máximo de lo que se le está transmitiendo.
 - Sistemas tutoriales.
 - Sistemas de ejercicio y práctica.
- **Heurísticos:** Predomina el aprendizaje por experimentación y descubrimiento. El diseñador crea situaciones que el alumno debe explorar, es decir, el alumno debe llegar al conocimiento a través de la experiencia, creando sus propios modelos de pensamiento, sus propias interpretaciones del mundo, las cuales pueden ser sometidas a prueba mediante la herramienta.
 - **Simuladores:** Apoyan el aprendizaje por medio de la experimentación del alumno mediante el descubrimiento de conceptos en un mundo interactivo semejante a una situación real (Ej.: [Second Life](#)). El alumno es una agente activo.
 - **Juegos educativos:** Al igual que los simuladores, apoyan el aprendizaje semejan situaciones, salvo que en este caso, éstas pueden no basarse en una situación real, y pueden ser excitantes y entretenidas.
 - Micromundos exploratorios
 - **Sistemas expertos:** Sistemas capaces de resolver problemas de distinta índole, basados en el conocimiento declarativo y de control. Para que un sistema experto funcione como herramienta efectiva debe reunir 2 condiciones
 - Capacidad de adquirir incrementalmente experiencia: es capaz de modificar los conocimientos adquiridos anteriormente.
 - Capacidad para conversar con los usuarios y explicarles sus líneas de razonamiento.

Estos sistemas son el producto de investigaciones en el campo de la inteligencia artificial. No intentan sustituir a los expertos humanos sino que pretender ayudarlos a realizar sus tareas de una forma más rápida y eficiente.

3. AGENTES INTELIGENTES:

Antes de hablar de los sistemas de tutoría inteligentes, vamos a hacer un breve inciso para saber qué son los agentes inteligentes, y así poder comprender mejor en que se basan.

- ¿Qué es un agente inteligente? No hay una definición universalmente aceptada, pero nosotros nos vamos a basar en la definición de Wooldridge, que considera un agente como un sistema informático capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en su él de manera racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar el resultado esperado. En este contexto, entendemos la racionalidad como la característica que posee una elección de ser correcta

Nos referimos a agentes inteligentes como fragmentos de software con características humanas que facilitan el aprendizaje.

Aplicaciones típicas de los agentes inteligentes son los sistemas de tutoría inteligente (ITS's) y los compañeros de aprendizaje (LCS's).

Los ITS's son los **agentes de concepto** y como veremos mas adelante simulan a un tutor autoritario que posee una estrategia de enseñanza uno a uno, el cual es un experto en un dominio de conocimiento y actúa como guía, tutor o entrenador, y que se adapta a las necesidades del alumno.

Los LCS's son los **agentes pedagógicos**, poseen un conjunto de metas de enseñanza, planes instruccionales para la ejecución de las metas (p.e. estrategias pedagógicas o de enseñanza), y recursos asociados en los ambientes de aprendizaje, son no autoritarios ni expertos en un dominio de conocimiento, incluso pueden cometer errores. Se adaptan a

actividades de aprendizaje colaborativas o competitivas, está desarrollado desde el punto de vista de un compañero del alumno, el cual puede actuar como competidor, un colaborador o un alborotador, y puede tener la competencia de un excelente estudiante, un estudiante medio o un novicio.

Los agentes pedagógicos pueden adaptar sus interacciones instruccionales a las necesidades de los aprendices y al estado actual del ambiente de aprendizaje, ayudando a los aprendices en la superación de sus dificultades y en el aprovechamiento de las oportunidades de aprendizaje. Poseen un conjunto de metas de enseñanza, planes instruccionales para la ejecución de esas metas (p.e. estrategias pedagógicas o de enseñanza), y recursos asociados en los ambientes de aprendizaje. Ellos colaboran con los aprendices y con otros agentes, proporcionando realimentación continua durante las sesiones de trabajo.

Las características ofrecidas por este tipo de sistemas son:

- **Autonomía:** son independientes del usuario, y son capaces de tomar decisiones por su cuenta.
- **Reactividad:** son capaces de observar e interactuar con el entorno.
- **Proactividad:** intención de cumplir sus objetivos mediante planificación y razonamiento práctico.
- **Persistencia:** son capaces de mantener un estado mental.
- **Razonamiento:** son capaces de interpretar la información de su entorno, realizar inferencias y tomar decisiones.
- **Aprendizaje:** son capaces de modificar su conocimiento a través de la experiencia.
- **Planificación:** son capaces de construir sus propios planes para lograr sus objetivos a través de las tareas que sabe realizar o pedir a otros agentes.
- **Comunicación:** son capaces de entenderse con otros agentes en un lenguaje expresivo con actos comunicativos.
- **Cooperación:** son capaces de solicitar y dar servicio a otros

agentes, y trabajar en cooperación para conseguir un objetivo común.

- **Delegación:** son capaces de realizar tareas delegadas por el usuario u otros agentes.
- **Movilidad:** son capaces de suspender la ejecución a mitad de una tarea y reanudarla en otro nodo.
- **Personalidad:** son capaces de tener un estado mental que incluya creencias, deseos, intenciones,... que determinan su comportamiento

4. SISTEMAS TUTORIALES INTELIGENTES:

- ¿Qué es un sistema de tutoría inteligente? Su definición abarca diversos campos, pero diremos que es cualquier programa de ordenador dotado de inteligencia y que puede ser utilizado en entornos educativos. Ofrecen formación personalizada. El tutor guía el proceso de aprendizaje actuando como entrenador y ofreciendo al alumno sugerencias cuando éste duda o se atasca en el proceso de la resolución del problema.

El objetivo de estos sistemas es proporcionar enseñanza uno-a-uno de forma automática y rentable. Al igual que la formación mediante simulación, los ITS permiten a los usuarios poner en práctica sus conocimientos dentro de un entorno interactivo de aprendizaje. Sin embargo su formación va más allá, evalúan las acciones de cada individuo dentro de este entorno interactivo y desarrollan un modelo basado en sus conocimientos, habilidades y experiencia. Posteriormente, basándose en estos perfiles de usuario, los ITS's adoptan distintas estrategias, tanto en términos de contenido como de estilo, y son capaces de dar explicaciones, consejos, demostraciones, y proponer ejemplos, prácticas y problemas, según sea necesario.

Sin embargo, una de las mayores preocupaciones de los investigadores en este campo es la interacción de los ITS con los estudiantes, teniendo en cuenta que los ITS tradicionales se apoyan en un estilo rígido de interacción, significando que el sistema siempre tiene el control sobre él.

Un modo de reducir este problema es mediante el uso de técnicas distribuidas de inteligencia artificial que contribuyen con el uso de agentes pedagógicos. El uso de los agentes en los ITS's permite interacciones más naturales y más cercanas entre los estudiantes y el sistema tutor donde la iniciativa de la interacción es compartida entre el sistema y los estudiantes. Estas interacciones contrastan precisamente con los documentos estáticos que podemos encontrar en materiales didácticos en Internet.

En el contexto educativo los agentes pedagógicos son identidades cuyo cometido fundamental es el de comunicarse con el estudiante a fin de cumplir el rol del papel del tutor como parte de la misión pedagógica del sistema. Estos sistemas actúan como monitores que observan las acciones llevadas a cabo por los estudiantes y les asisten durante el proceso de aprendizaje.

Adicionalmente, intercambian información con los estudiantes con el fin de adaptar la presentación de los contenidos de acuerdo al modelo ideal de estudiante, supervisando el entorno de aprendizaje.

4.1 PROCEDIMIENTO DE UN ITS:

El procedimiento básico de un ITS se describe en el siguiente diagrama:



Dicho procedimiento está formado por diferentes etapas que se enmarcan dentro del paradigma del Procesamiento Humano de la

Información, modelo predominante dentro de la psicología cognitiva y que defiende la idea de que el tránsito de información que el sujeto realiza de la memoria de corto plazo a la de largo plazo, debe hacerse de la mejor forma, sin sobrecargar el sistema cognitivo del alumno. Las diferentes etapas son:

- **Adquisición:** En esta etapa se contrasta la información nueva con la que ya ha sido adquirida.
- **Retención:** En esta etapa se almacena la información adquirida a corto plazo. Debemos evitar que esta memoria no se sature con los términos y conceptos nuevos. Es conveniente el uso de interfaces gráficas para facilitar el recuerdo.
- **Integración:** En esta etapa se presentan al alumnos diferentes actividades de aprendizaje que le permitan la generalización de contenidos basados en hechos particulares o ejemplos, para ello se puede pedir al alumno diferentes tipos de respuestas que promuevan los procesos de identificación, de abstracción o de síntesis.
- **Recuperación:** En esta etapa se promueve el aprendizaje, facilitando su retención y recuperación de la información. En esta etapa deben incluirse preguntas de un mismo contenido ya sea antes, durante y después del proceso. El tipo de preguntas y respuestas esta en función directa del tipo de conocimiento que se presenta.
- **Transferencia:** En esta etapa se promueven elementos de síntesis y de interrelación entre los marcos referenciales para lograr un aprendizaje a largo plazo

4.2 ARQUITECTURA DE UN ITS:

La arquitectura general de un ITS (ver figura) está formada por los 3 componentes que forman un ITS:

- **Modelo del estudiante:** En el se representan los conocimientos que posee el sistema sobre el estudiante (el perfil y la interacción con el sistema). Este modelo se compone de tres bases de datos de conocimientos (KDB's):
 - **Información personal:** Almacena la información personal necesaria del estudiante para controlar su acceso al sistema.
 - **Perfiles:** Almacena cada uno de los niveles y estilos de presentación de los estudiantes. Cada estudiante será asignado a los diferentes perfiles de acuerdo a su ritmo de aprendizaje.
 - **Aprendizaje:** Almacena parámetros tales como los ejercicios propuestos y pruebas hasta la fecha a los estudiantes, el tiempo dedicado a responder los cuestionarios, material de refuerzo preparado por el módulo pedagógico, etc.
- **Modelo del dominio:** En el se almacenan los conocimientos de los contenidos que queremos enseñar. Este modelo puede contener también diversas bases de datos de conocimiento:
 - **Teoría:** Que almacena la teoría que ha sido preparada por expertos en la materia a enseñar.
 - **Los test y cuestionarios:** Que almacenaría diversos test y cuestiones relacionadas con la materia.
 - **Ejercicios:** Que podría contener diversos ejercicios relacionados con la materia.
 - **Refuerzo:** Que podría contener el material a ser mostrado al alumno cuando éste necesite ser reforzado. Esta información será usada por el modelo Pedagógico.

- **Modelo Pedagógico:**

Proporciona los mecanismos necesarios para presentar la materia la estudiante de forma eficiente. Este módulo es el encargado de realizar las siguientes tareas:

- Proporciona líneas de aprendizaje para los estudiantes incluyendo el necesario refuerzo proporcionado por el sistema.
 - Actualización continua de los ejercicios presentados por el modelo del dominio.
 - Almacenar en la base de datos de aprendizaje algunos datos importantes, como son: el material de refuerzo preparado para el estudiante, las respuestas proporcionadas por el estudiante al resolver los distintos ejercicios, así como la puntuación que el estudiante ha conseguido y el tiempo que ha tardado en realizarlos.
- **Agente de Presentación:** Es el encargado de presentar la información a través de una interfaz grafica o virtual al usuario. Supervisa el estilo de presentación preferido por el usuario (tipo y tamaño de la letra, colores, márgenes, ...). Así, cuando el usuario cambia su estilo de presentación, el agente de presentación crea una hoja personalizada de estilos para el usuario y actualiza la interfaz de acuerdo a sus nuevas preferencias. La información que este agente reúne se almacena en la base de datos de perfiles.

Para que estos modelos y agentes de presentación se comuniquen entre sí, es necesario el uso de diversos agentes inteligentes, que realizarán las diferentes tareas.

En definitiva, esta arquitectura o modelo educativo proporciona la funcionalidad necesaria para simular a un tutor. A lo largo de esta arquitectura el tutor puede cambiar sus preferencias, proporcionar refuerzo a los estudiantes, obtener estadísticas y

realizar consultas de la materia. De hecho, este modelo esta dedicado a cambiar los contenidos de la materia basándose en la información obtenida desde el modelo del estudiante y el modelo del dominio.

4.3 CLASIFICACIÓN:

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
1. Sistemas de Planificación y Secuenciación Curricular	Basados en reglas, donde la secuenciación del material esta controlado por restricciones o estrategias específicas para el secuenciamiento de los cursos, módulos y las presentaciones. CAIs (Computer- Assisted Instruction – Enseñanza Asistida por Computadoras), Tutores basados en restricciones.
2. Sistemas Estratégicos de Tutoría.	Las estrategias de tutoría son de un nivel específico; Se utiliza un conjunto de Instrucciones básicas y sobre el se programan múltiples estrategias de tutoría. Ejemplo SMART TRAINER
3. Sistemas Tutores para Capacitación de grupos y Simulación de dispositivos	Las estrategias de enseñanza están orientadas a la identificación de componentes, funcionamiento y arreglo, orientada al trabajo en equipo. Ejemplo: SIMQUEST.
4. Sistemas Expertos	Estos STI observan el comportamiento del estudiante y construyen modelos cognoscitivo del conocimiento del estudiante que se compara con el modelo experto, de acuerdo a ello se generan lecciones para el estudiante.
5. Sistemas de	Utilizados para múltiples

Conocimiento en Ámbitos Múltiples	materias, donde los métodos instruccionales están pre-definidos para determinadas situaciones de igual modo los conceptos y procedimientos a seguir para los programas.
6. Sistemas de Tutoría de Propósito Específico	Generalmente basados en plantillas, proporcionan una guía del tutor muy fuerte. El plan particular o los principios pedagógicos deben seguirse de manera estricta.
7. Sistemas basados en Hipermedia Adaptativa	Su funcionamiento esta basado en Tecnología WEB, utiliza técnicas diferentes para inferir el estado del usuario. Ejemplo Interbook

5. JUEGOS EDUCATIVOS.

*“Si puedes mantener la atención de los niños, puedes educarlos”.
Malcolm Gladwell*

El aprendizaje basado en juegos trata de utilizar el poder de los juegos de ordenador para atraer y motivar a los estudiantes, consiguiendo que estos desarrollen nuevos conocimientos y habilidades. Este tipo de aprendizaje permite realizar tareas y experimentar situaciones que de otro modo serian imposibles de realizar por cuestiones de coste, tiempo, infraestructura y de seguridad.

Los juegos permiten mantener la atención del usuario utilizando una historia de fondo, por tanto, para que un sistema de enseñanza consiga ser tan divertido como un juego, es necesario romper la sensación, de que la aplicación es un conjunto independiente de ejercicios. Por este motivo parece comprensible trasladar el desarrollo de un juego educativo a un tutor inteligente. Para lograrlo la idea es construir un guión entretenido que disponga de un final que este claramente definido. La historia podrá estar dividida en fases o niveles, siendo cada uno de ellos uno

de los ejercicios planteados por el sistema. Cuando el sistema considera que el alumno ha aprendido lo suficiente, basándose en el modelo del usuario, lleva la historia a su final, lo que le indica al usuario que la partida ha terminado y su proceso de aprendizaje también.

Aunque la historia construida sea más o menos fija, cada una de las fases será un ejercicio seleccionado por el módulo pedagógico en función de los avances del usuario. Es decir, la historia genera una excusa lúdica, que incita al usuario a afrontar una nueva fase, y el nivel se elige dinámicamente adaptándolo al usuario.

A continuación se listan las acciones que se pueden realizar en un juego y su análogo con una aplicación de enseñanza.

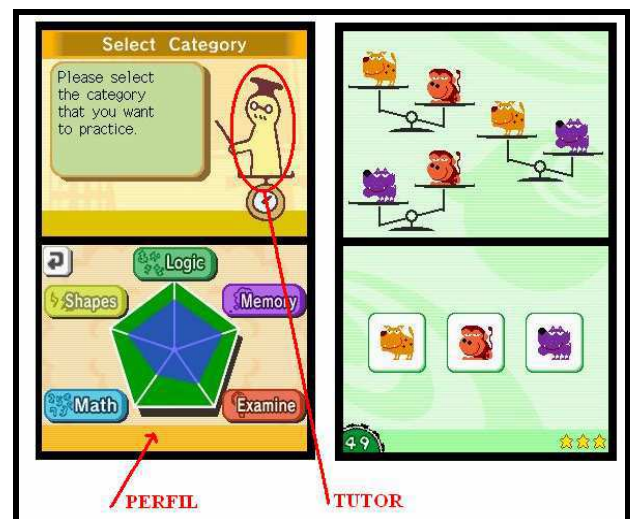
- **Comienzo de partida** → Se crea el modelo del nuevo usuario, ya que no dispone de conocimientos previos del dominio enseñado.
- **Tutorial del juego** → Evaluación de conocimiento previo que tiene el usuario del dominio a enseñar.
- **Superar nivel** → Resolución de un ejercicio planteado por el módulo pedagógico.
- **Grabar partida** → Almacenamiento del modelo de usuario. La partida guardada almacenaría también información sobre qué ejercicios ha resuelto ya, para dar la posibilidad de repetir uno anterior.
- **Cargar partida** → Recuperación del modelo de usuario y los niveles superados.
- **Fin de partida** → Reconocimiento por parte del programa de que el usuario sabe todo lo que se le puede enseñar.
- **El usuario no consigue superar un nivel** → El usuario no ha resuelto correctamente el ejercicio, y debe volver a intentarlo. El sistema debe proporcionar información al estudiante que le enseñe lo necesario para superarlo la próxima vez.

6. EJEMPLO: BRAIN TRAINING

En el ámbito comercial y de

entretenimiento, existen múltiples juegos que pueden utilizarse con fines educativos. Uno de los más populares es [Big Brain Academy](#), de la empresa Nintendo. El juego se concibe con el objetivo de mejorar la capacidad mental del usuario, proponiendo ejercicios de memoria, razonamiento, etc para que el jugador mejore su habilidad.

El juego propone diferentes tipos de ejercicios y habilidades dependiendo del modelo de usuario (el jugador), introduce el concepto del tutor, que sirve de guía durante el desarrollo del juego, interactuando con el usuario y proponiéndole la realización de diferentes tareas, y modela diferentes perfiles del usuario.



7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

En este trabajo hemos analizado la relación entre los juegos educativos y los Sistemas de Tutoría Inteligentes, comprobando que hay una alta relación en su funcionamiento básico.

Basándose en esta idea, creemos interesante incluir agentes pedagógicos en los videojuegos. Esto no tiene por qué suponer una disminución en la diversión percibida, sino que estos sistemas pueden aportar algunas características de las ya vistas, que hacen que los videojuegos sean más atrayentes y lúdicos, manteniendo la atención de los estudiantes durante horas

8. BIBLIOGRAFIA.

[1] STEFANO A.CERRI, GUY GOUARDÈRES, FÁBIO PARAGUAÇU (Eds.)
Intelligent Tutoring Systems. 6th International Conference, ITS 2002. BIARRITZ, FRANCE AND SAN SEBASTIAN, SPAIN, JUNE 2002. PROCEEDINGS.

[2] WIKIPEDIA. <http://en.wikipedia.org>

[3] R. H. STOTTLER. Tactical action officer intelligent tutoring system (TAO ITS).
EN PROCEEDINGS OF THE INDUSTRY/INTERSERVICE, TRAINING, SIMULATION &

EDUCATION CONFERENCE (I/ITSEC 2000), NOVEMBER 2000.

[4] PRENSKI, M DIGITAL GAME-BASED LEARNING.
McGraw-Hill trade. Diciembre, 2000.

[5] ANTONIO FERNÁNDEZ-CABALLERO, JOSÉ M. NOHEDA, FEDERICO BOTELLA, ENRIQUE LAZCORRETA.
An Agent-based Intelligent Tutoring System Architecture.
CENTRO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA. JULIO 2005.

[6] APUNTES DE LA ASIGNATURA DE INTELIGENCIA EN REDES DE COMUNICACIONES. CURSO 2008-2009