

Contribuciones de la Inteligencia Artificial a la Educación Superior

LENNIET COELLO BLANCO

*Ingeniera Informática, Profesora del Departamento de Computación. Universidad de Camagüey, Cuba,
lenniet.coello@reduc.edu.cu*

OLGA LIDIA PEREZ GONZALEZ

*Ingeniera Informática, Profesora del Departamento de Matemática. Universidad de Camagüey, Cuba,
mabel.frias@reduc.edu.cu*

Resumen

Este artículo contiene información para aquellas personas que deseen utilizar sistemas inteligentes en beneficio de la educación. Este material aborda la relación existente entre la inteligencia artificial y la pedagogía así como su uso como tecnología educativa. La investigación surgió para dar solución a la necesidad de incorporar recursos didácticos basados materiales educativos computarizados que apoyen al estudiante durante su estudio independiente acumulando conocimiento y simulando el rol de un profesor. Por último ilustramos como se realizó un Sistema Experto en Álgebra Lineal un Sistema Tutorial Inteligente para la Matemática Discreta en la Universidad de Camagüey creado para resolver el déficit de promoción del Álgebra y la Matemática Discreta en los estudiantes de la educación superior.

Palabras Claves: Tecnología educativa, Inteligencia Artificial

Introducción

Desde el comienzo de la historia humana, el aprender ha sido una característica propia de cada individuo que ha contribuido a fundamentar las bases del desarrollo de la sociedad. Nuestro tiempo por su parte -impactado por la ciencia y la tecnología- impone la necesidad de una cultura científico-tecnológica en la educación para que el individuo sea capaz de entender, integrarse y actuar en el mundo que lo rodea. La enseñanza ha sufrido grandes avances con el desarrollo de las ciencias de la computación. La Inteligencia Artificial (IA) específicamente-como rama de la ciencia de la computación-en su afán de llevar comportamientos inteligentes a las maquinas ha influido en los procesos de investigación sobre el entendimiento, el conocimiento y la inteligencia humana, enriqueciendo así otras áreas como la pedagogía, al aportarnos nuevos conceptos sobre la enseñanza y el aprendizaje. Sus aplicaciones además son exitosos programas informáticos que nos permiten aprender cualquier materia con destreza.

“El desarrollo de las ciencias de la computación está generando un abaratamiento en la maquinaria y los programas informáticos. Este avance ha afectado al ámbito educativo produciendo una autentica revolución en los procedimientos clásicos de enseñanza-aprendizaje” (Docampo, Casas, Pérez y Caballero, 2011). No obstante es necesario aclarar que los sistemas computacionales que con más frecuencia se usan le permiten al estudiante ver la respuesta de algunas de las tareas dadas , pero no ofrecen la vía de solución ni derivan entrenadores asociados a las dificultades detectadas durante la evaluación, lo cual hace que los estudiantes necesiten igualmente de la presencia constante del

profesor para poder realizar su estudio independiente. Hoy en día existen diferentes sistemas inteligentes con resultados favorables para la educación ya que son capaces de proporcionarnos consejos, permite manipular grandes volúmenes de información y mejoran el desempeño de los estudiantes mediante capacitaciones que simulan expertos en materias y tutores.

Desarrollo

Relación entre la Inteligencia Artificial y la Pedagogía.

Álvarez (2002) halló lo siguiente:

La relación de la pedagogía con otras ciencias se puede realizar solo si ve a la pedagogía como una ciencia que conjuntamente con otras estudia la formación de la personalidad humana, bajo condiciones socio-históricas concretas. La relación educación-sociedad que sólo puede darse cuando se caracterizan componentes económicos, socio-psicológicos, políticos e ideológicos que en ella intervienen, conduce a la comprensión de la relación de la Pedagogía con las restantes ciencias sobre la base de las diferentes plataformas filosóficas y teorías generales de la sociedad existentes hoy en día.

La ciencia de la computación cada día aportan nuevos elementos a la Pedagogía que le permiten ir estableciendo los métodos y procedimientos más efectivos para desarrollar en los alumnos las formas de pensamiento activo, creador e independiente que requieren los hombres de la época actual de la revolución científico-técnica.

Dentro de las tendencias Psicológicas de la pedagogía se encuentra el enfoque cognoscitivo el cual está muy relacionado con la ciencia de la computación. De este enfoque cognoscitivo dijo Corral (2002), "parte de la concepción de que todo conocimiento es resultado de la búsqueda y acción real del sujeto sobre su entorno, y no puede concebirse como mera transmisión desde fuera o cualidad inherente de la psique originada en lo interno". El enfoque cognoscitivo comprende dos grandes etapas: los modelos cognoscitivos pre-computacionales y psicología cognoscitiva contemporánea. El criterio de separación se establece por el surgimiento de las ciencias de la computación, la cibernética y la IA, las que produjeron un impacto significativo en la reformulación de estos modelos.

El desarrollo de la cibernética y en el consecuente surgimiento de la IA afectó considerablemente a la psicología experimental. La IA es un campo que tiene como objetivo imitar el pensamiento humano, es decir, llevar a la computadora las amplias capacidades del pensamiento humano convirtiéndolas en "entes inteligentes", para ello, obviamente hubo que recurrir al conocimiento psicológico y pedagógico acerca del procesamiento humano de la información.

Corral (2002) encontró que:

Los rasgos fundamentales de este proceso consisten en reconocer al hombre como un sistema que procesa información, para lo cual cuenta con mecanismos de captación de información del medio, un conjunto de procesos de diferente cualidad que actúan sobre la información de entrada y la transforma, estados sucesivos donde se representan los resultados de estos procesamientos y finalmente, mecanismos de salida, a través de los cuales el hombre interactúa

con su ambiente. En esta descripción es evidente la analogía entre el hombre y la computadora, a partir de la idea básica de que ambos resuelven tareas intelectuales y por tanto, debe existir alguna semejanza en la manera de resolverlas y los recursos internos que ponen en juego, en particular la similitud entre los programas de las computadoras y las estrategias cognoscitivas que el hombre emplea ante problemas intelectuales. En esta dirección es que se produce el vínculo con la educación y la aproximación al proceso de enseñanza-aprendizaje. La psicología cognoscitiva considera el aprendizaje como modificaciones sucesivas de las estructuras cognitivas que son causa de la conducta del hombre, a diferencia del conductismo que se orienta al cambio directo de la conducta.

Esto nos lleva a la conclusión de que el conocimiento de la IA ha sido necesario para dos vertientes fundamentales de especialistas: primero para los científicos e ingenieros que necesitan saber IA para lograr que los computadores sean más útiles y segundo para psicólogos, pedagogos, filósofos, etc porque a través de la investigación profunda que se ha realizado para hacer técnicas de IA más efectivas se ha logrado reformar, razonar y perfeccionar los principios básicos que hacen posible el conocimiento y la inteligencia. Para fundamentar esta conclusión abordaremos dos temas esenciales para la pedagogía y la IA: el aprendizaje y el conocimiento.

El tema del aprendizaje siempre ha atraído la atención de los expertos de la computación, la psicología, la pedagogía y otras disciplinas. En el caso de los especialistas en IA el aprendizaje recibe un especial cuidado dada la afirmación de que una computadora no se puede considerar inteligente hasta que no sea capaz de aprender a hacer cosas nuevas y a adaptarse a las nuevas situaciones, en lugar de limitarse a hacer aquellas para las cuales fueron programadas. Esto llevó a los especialistas a preguntarse cuáles mecanismos se pueden utilizar para llevar a cabo las actividades de adquisición de conocimientos en la maquina conllevando esto a un estudio profundo para comprender el qué, el cómo, el cuánto, el cuándo, en fin vislumbrar el contexto general del aprendizaje. Así la IA hoy es capaz de generar programas con aprendizaje memorístico, a través de consejos, experiencia, ejemplos entre otros que ayudan en la toma de decisiones beneficiosas para múltiples áreas de la economía y la sociedad. A través de esta investigación muchas representaciones y métodos que al parecer las personas usan de manera inconsciente se han compendiado y se han hecho más inteligible para que los expertos pueden desplegar sus pesquisas sobre la mente humana deliberadamente. En la pedagogía el tema de la enseñanza sufrió una reconceptualización donde la nueva enunciación considera que el énfasis radica en el estudio de los procesos que dan lugar al aprendizaje, es decir, lo importante no es el resultado de la instrucción sino los índices cualitativos y procesos que las generan.

Se debe considerar que la IA, es una pequeña parte estructurada del pensamiento humano en la cual la psicología hace énfasis del sentido que le ha dado a la humanidad para a si poder entender y ser partícipe del mundo de la información.

Por último es importante abordar las variantes más prácticas que han surgido de la relación entre la psicología cognoscitiva y la enseñanza a través de la elaboración de programas de enseñanza instrumentados para computadoras. "Es una solución de la IA y sus resultados hasta el momento con un fuerte sesgo conductista, continúan vinculados más a la tecnología educativa, que a la perspectiva cognoscitiva. Sin embargo, es una posibilidad prometedora que continuará explotándose en el

futuro como base de un modelo pedagógico” (Corral, 2002). Sobre la IA como tecnología educativa tratara el siguiente epígrafe.

Es indudable que la IA ha logrado ver nuevas perspectivas sobre los procesos del entendimiento en el hombre, sus aplicaciones exitosas la convierten en una ciencia a respetar y su aporte teórico la ubica como fuente de expectantes nuevos conceptos sobre la enseñanza y el aprendizaje.

La Inteligencia Artificial como Tecnología Educativa

Nos encontramos en una nueva era -la era digital- la cual ha desencadenado profundos procesos de cambio en casi todos los sectores de la sociedad. “En el ámbito de la formación universitaria, la aparición de las nuevas tecnologías digitales está imponiendo a los docentes cambios pedagógicos y metodológicos muy radicales” (Coello, Pérez y Caballero, 2011).

Con el advenimiento de los microprocesadores, los sistemas de enseñanza asistida por computadora se extendieron a las pequeñas universidades adquiriendo la denominación de Softwares Educativos. Paralelamente, en el área de la IA se comenzaron a construir programas educativos que intentaban simular el razonamiento o lógica humana.

Los programas educativos pueden tratar las diferentes materias, de diversas formas y ofrecer un entorno de trabajo sensible a las circunstancias de los alumnos y rico en posibilidades de interacción; pero todos comparten cinco características esenciales:

- Son materiales elaborados con una finalidad didáctica.
- Utilizan el ordenador como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen.
- Son interactivos, contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo y un intercambio de informaciones entre el ordenador y los estudiantes.
- Individualizan el trabajo de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo cada uno y pueden adaptar sus actividades según las actuaciones de los alumnos.
- Son fáciles de usar. Los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas son mínimos, aunque cada programa tiene unas reglas de funcionamiento que es necesario conocer.

Para el desarrollo de herramientas como estas, las técnicas de IA resultan de mucho interés, debido a todos los métodos desarrollados para la adquisición del conocimiento y el aprendizaje

automático. Con el empleo de las técnicas de aprendizaje, se puedan desarrollar herramientas de apoyo a la actividad independiente que realizan los estudiantes y al sistema de ayudas pedagógicas que responda a las especificidades de cada asignatura.

Docampo et al. (2010) concluyeron que la diversidad de software que anualmente se genera en la esfera de la Enseñanza Asistida por Computadora (EAC) es muy amplia. No obstante, resulta difícil encontrar software educativo que se ajuste a los requerimientos de un proceso activo de aprendizaje. De hecho el software permite que las computadoras desempeñen ciertas tareas de forma más eficiente que el propio hombre; sin embargo, no se puede afirmar lo mismo cuando se pretende replicar la actuación de un buen maestro.

Los softwares educativos que más se producen en la actualidad está principalmente encaminados a hacer más cómodo el acceso a la información y más rápida su búsqueda, a facilitar el proceso de cálculo, a contribuir al desarrollo de habilidades y otras que incluyen actividades evaluables de forma interactiva. Todas estas tareas se pueden categorizar como procesadoras de información, pero no están orientadas a la búsqueda del conocimiento, por lo tanto se hace necesaria la sustitución del producto "información" por el producto "conocimiento" y de "sistemas que permiten procesar información" por sistemas que generan o entregan conocimientos, es decir que aseguren el uso productivo de la información, que guíen una toma de decisión óptima (Bueno, 2001), que sean capaces de tomar decisiones inteligentes en una asignatura, con la capacidad de adquirir nuevos conocimientos y perfeccionar el que posee, que permitan al estudiante justificar sus conclusiones y explicar por qué hacen una pregunta.

Para dar solución, desde la perspectiva de las herramientas informáticas, a este problema y todas las dificultades que esto engloba, como son las dificultades de los estudiantes en el trabajo independiente, es de vital importancia desarrollar investigaciones dirigidas a su solución, apoyados en el actual desarrollo de las nuevas tecnologías de información y los resultados de las investigaciones pedagógicas.

Para el desarrollo de herramientas como estas, las técnicas de IA resultan de mucho interés, debido a todos los métodos desarrollados para la adquisición del conocimiento y el aprendizaje automático, lo que sugiere un estudio teórico-práctico de las relaciones que se puedan establecer entre la IA y la autoevaluación del estudiante; de forma que con el empleo de las técnicas de aprendizaje se puedan desarrollar herramientas de apoyo a la actividad independiente que realizan los estudiantes y al sistema de ayudas pedagógicas que responda a las especificidades de cada asignatura. (Caballero, Pérez, Docampo, Casas, Yordi y Coello, 2011).

Por tanto, la IA puede permitir fundamentar una nueva línea de trabajo, orientada a diseñar productos útiles y rentables, fundamentados didácticamente, para la autoevaluación del estudiante. Estos productos podrán ser programas de consulta, capaces de ayudar a resolver dudas al estudiante, a los que se les da el nombre de "**Sistemas Expertos**".

Un sistema experto (SE) es un programa que cuenta con una serie de conocimientos para ejecutar una tarea un tanto complicada, la cual es ejecutada por un experto humano. La potencia de un SE se basa

en el conocimiento que el sistema sintetiza por medio de algoritmos de búsqueda y métodos específicos de razonamiento.

Estos SE tienen como características especiales, que incorpora en forma operativa el conocimiento, de los profesores más experimentados en las diferentes asignaturas, de forma que es capaz de resolver problemas inteligentemente y de explicar y justificar sus respuestas.

En el área educativa, el SE tendría que recoger información sobre el usuario, evaluar el grado de conocimiento que tiene sobre la materia y llevar a cabo un proceso de toma de decisiones sin intervención humana acerca del suministro de ayuda que habría que proporcionar para que la asimilación del contenido fuese óptima. (Castillo, 1997).

Existen también los entrenadores inteligentes que de hecho son un Sistema Experto capacitado para desarrollar diálogos, general y resolver problemas, dar explicaciones y sugerencias así como realizar los análisis de respuestas. Llamamos Entrenador Inteligente a un programa que se encarga de la formación de habilidades procedimentales que no intenta la dirección total del proceso de instrucción, ni pretende llevar a cabo la formación de conceptos nuevos, pero puede supervisar la actividad práctica por medio del control de los errores del estudiante durante la solución de tareas.

En el ámbito de los SE se ha desarrollado la idea de lo que se conoce como **Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI)**.

Según Xiang (2002), un STI es un tipo de agente inteligente caracterizado por su habilidad para tomar decisiones y la ejecución de acciones sin la intervención de ninguna persona que monitoriza el funcionamiento del sistema.

Así pues, un STI tendría que, en primer lugar, evaluar el conocimiento que el aprendiz tiene sobre la materia. A continuación, ha de presentar información acorde a ese nivel (por ejemplo, definiciones, material gráfico o auditivo). Y posteriormente ha de evaluar si la persona ha asimilado el conocimiento nuevo que se pretendía que el usuario hubiese adquirido. En otras palabras, el sistema tiene que generar una representación del conocimiento que tiene el usuario y guiarlo a través de un proceso de enseñanza que consiga que adquiera algún conocimiento o competencia (López y García, 2008).

Estos sistemas son considerados “inteligentes”, pues realizan acciones pedagógicas sobre la forma de enseñanza y mantienen información sobre las necesidades del estudiante, a fin de poder determinar: qué enseñar, cómo enseñar y a quién enseñar mediante sus módulos.

El módulo del estudiante: es capaz de definir el conocimiento del estudiante en cada punto durante la sesión de trabajo. Tiene como objetivo realizar un diagnóstico del estado cognitivo del mismo, ya que deberá ser capaz de determinar su comprensión, identificando deficiencias y progreso a través del desarrollo de ciertos ejercicios que evalúan el contenido, recomendando así, la estrategia de estudio más conveniente de acuerdo a sus resultados, guardando de esta forma sus datos personales, siendo capaz de determinar la capacidad de adaptación a sus necesidades, es decir, se encarga de obtener una representación de las características de cada estudiante.

El Módulo del Dominio o Módulo Experto: define el dominio del conocimiento. Tiene como objetivo proporcionar los conocimientos de forma adecuada para que el estudiante adquiera las habilidades y conceptos que se esperan, siendo capaz de generar preguntas, explicaciones, respuestas y tareas para el estudiante, resolver los problemas y corregir las soluciones presentadas.

El Módulo Pedagógico: define el conocimiento pedagógico. Tiene como objetivo dirigir al estudiante en su proceso de aprendizaje y realizar ajustes a medida que progresa, definiendo y aplicando una estrategia pedagógica de enseñanza que contiene los objetivos que se persiguen así como los planes para alcanzarlos.

La Interface con el usuario: permite la interacción del estudiante con el sistema. Debe ofrecer medios de comunicación para lograr una enseñanza adaptada y contener toda la información necesaria para la realización de tareas que el sistema proponga.

Los nuevos desarrollos de los STI, se deben caracterizar por la inclusión de experiencia adicional basada en el entorno de aprendizaje del estudiante y en los métodos y técnicas de enseñanza. Esto permitirá sistemas más flexibles, adaptados a los intereses del estudiante y con métodos pedagógicos que faciliten el proceso de aprendizaje a través de ayuda cognitivas.

Existen también los entrenadores inteligentes que de hecho son un Sistema Experto capacitado para desarrollar diálogos, general y resolver problemas, dar explicaciones y sugerencias así como realizar los análisis de respuestas. Llamamos Entrenador Inteligente a un programa que se encarga de la formación de habilidades procedimentales que no intenta la dirección total del proceso de instrucción, ni pretende llevar a cabo la formación de conceptos nuevos, pero puede supervisar la actividad práctica por medio del control de los errores del estudiante durante la solución de tareas.

Ejemplo de Sistema Experto

El Álgebra, dado lo abstracto de su contenido, necesita de una herramienta que permita la total absorción del conocimiento y la creación de habilidades. Para solucionar este problema, desde la perspectiva de las herramientas informáticas, se desarrolló en la facultad de Informática de la Universidad de Camagüey un Sistema Experto en Álgebra Lineal (SEAL). El SEAL posee como una de sus principales funcionalidades posibilitar al estudiante obtener la vía de solución a un problema que el mismo conforme, seleccionando los datos y los problemas que le resulten complejos. Este caso de uso del sistema se denomina "Obtener Vía de Solución" y es precisamente el módulo inteligente de la aplicación. Muchos podrían pensar que "Obtener Vía de Solución" es algo que se puede encontrar frecuentemente en plataformas interactivas. La diferencia radica en la presencia de la capacidad de razonamiento a partir de una base de conocimiento y en la justificación de los resultados de la clasificación. Los usuarios utilizan todas estas funciones que realizan los SE para obtener respuestas con la misma eficacia con que se las daría un especialista.

SEAL es un SE basado en Casos. Este tipo de razonamiento soluciona los problemas recordando experiencias similares, es decir compara el caso entrante con los almacenados buscando la mayor

similitud para adaptarlo al nuevo. Para generar una predicción un SE debe utilizar un método de clasificación que fue el KNN, por su auge en este tipo de razonamiento.

El SEAL además del módulo inteligente "Obtener Vía de Solución" posee otras funcionalidades importantes como la autoevaluación del estudiante. El sistema cuenta con una interfaz general y además una interfaz de usuario para el estudiante y otra para el profesor, los cuales son los dos roles de usuarios que interactúan con el sistema.

El profesor cuenta con la opción de elaborar preguntas de evaluación. Las respuestas a las preguntas elaboradas tienen asociadas dificultades y unos entrenadores o tutoriales de acuerdo a la dificultad que presenta. Una dificultad está determinada por el tipo de falta que tiene la respuesta incorrecta que proporcionó el estudiante y se le asigna un entrenador_corrección que lo ayudará a erradicar estas dificultades. Está igualmente el entrenador_perfección que son preguntas de mayor rigor que el estudiante puede resolver si su respuesta fue de 5 puntos posibilitando su superación. De esta forma, el sistema permite al profesor detectar dificultades en los estudiantes y asignarle entrenadores a los mismos con el objetivo de abolir los problemas. Para obtener una vía de solución el estudiante seleccionará en una nueva ventana los datos que tiene y la incógnita a resolver que corresponden con los rasgos de la BC. De ahí compara el nuevo caso y según el conocimiento almacenado devuelve una clasificación o vía de solución. Además el estudiante puede obtener otro tipo de entrenador denominado entrenador_tipo que responden a las dificultades detectadas en los estudiantes a través de las preguntas que plantea cuando desea obtener una vía de solución. Otros requisitos funcionales que ofrece el sistema son: mostrar estudiantes registrados, mostrar profesores registrados, mostrarle al profesor las dificultades presentadas en determinado centro, las preguntas respondidas por los estudiantes y las notas de los estudiantes, todo esto será reflejado a través de reportes que pueden ser filtrado por los tres temas de Álgebra Lineal con que cuenta el SEAL. También será posible la manipulación por parte de los profesores de las preguntas, respuestas y de los entrenadores creados para cada dificultad, uno de los principales objetivos de nuestro sistema. El sistema contribuirá en gran medida a consolidar conocimientos en los estudiantes y será un apoyo académico muy valioso.

Los SE están formados por varios componentes:

-*Base de conocimiento*, en la cual mediante alguna forma de representación, se almacena el conocimiento especializado extraído del experto en el dominio.

El conocimiento necesario para el desarrollo de un SE se puede obtener desde fuentes variadas tales como libros, reportes, bases de datos, estudio de casos, datos empíricos y experiencia personal (Lezcano, 2004). Sin embargo, la fuente dominante es el experto. Las fuentes para la realización del SEAL fueron expertos humanos, libros, casos de estudios.

Se realizó un exhaustivo trabajo de mesa, reuniones periódicas y visitas a clases. A partir de la experiencia de dos cursos académicos 2007- 2008, 2008- 2009 y 2009-2010 se constató que los temas de Espacios Vectoriales, Aplicaciones Lineales y Diagonalización son los que más dificultades reportan en los estudiantes. Se determinó que los rasgos coincidirían con los datos que tiene el estudiante así como lo que pide determinado ejercicio sobre la base de aportar una vía de solución y no la respuesta a un problema dado. Para la extracción del conocimiento, además de la consulta a expertos, se

analizaron los ejercicios propuestos y resueltos de estos temas, publicados en bibliografías consultadas por los alumnos.

Esto se hizo con el fin de abarcar la mayor cantidad posible de dudas que se les pudieran presentar a los estudiantes tratando de dar solución a algunos de estos problemas. Desde el punto de vista didáctico, se ha trabajado con la estructuración sistémica de la asignatura, para favorecer la enseñanza aprendizaje de esta asignatura (Yordi, 2004) en este sentido se han determinado cinco problemas tipos que relacionan el contenido entre los temas y el contenido dentro del tema y que serán asumidos en esta investigación. Esos problemas favorecen la estructuración sistémica de la asignatura y permiten orientar al estudiante en la ejecución de las tareas. Mediante estos cinco problemas tipos se soluciona cualquier problema de cualquier tema. Estos Problemas son: directo, indirecto, homogéneo, consistencia y mixto. Las clases de las BCs están determinadas por los 5 problemas tipos del Álgebra Lineal. Es muy difícil considerar en una base de casos todas las selecciones que puede realizar un estudiante, algunas, en un número elevado de casos, carentes de coherencia y sentido lógico y totalmente alejadas de los conceptos de Álgebra Lineal. Es por este motivo que se decidió incluir una sexta clase que agrupa estos últimos casos. Luego se comenzaron a adicionar casos a la base para lo cual fue necesario realizar varias consultas a expertos.

Un caso estará compuesto por un vector de datos y una clasificación. Los elementos que forman el vector van a ser los datos seleccionados por el estudiante como la información que tiene del problema y las incógnitas. La clasificación va a ser uno de los cinco problemas tipos definidos por los especialistas o la clase de los problemas absurdos.

El dominio de los rasgos será numérico, solo admisible 0 ó 1. Mientras que los valores de las clases serán discretos 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

-Máquina de inferencia, la que implementa algún método de solución de problema que manipula el conocimiento almacenado en la base de conocimientos.

Una vez construida la BC se procede a inferir a partir de esta clasificando los casos nuevos. Un clasificador es una función que asigna una etiqueta clase a una instancia descrita mediante un conjunto de atributos (Chávez, 2008). Cuando al SEAL entra una nueva instancia introducida por el estudiante lo primero es comparar esa entrada con la BC existente en la Base de Dato si encuentra una instancia igual a la que el estudiante introdujo devolverá la clase de esta instancia. Ahora si la nueva instancia no coincide con ninguna de la Base de Dato (que es como nos interesa) entra en acción el clasificador.

Luego de la experimentación se determinó que para SEAL el clasificador para inferir la conclusión sería el k-Vecinos más Cercanos (k-NN) además de que en el razonamiento basado en casos el k-NN es uno de los métodos de clasificación supervisada más usados .El k-NN utiliza funciones de distancia o similitud para generar predicciones a partir de ejemplos almacenados.

-Base de datos o base de hechos es una parte de la memoria del ordenador que se utiliza para almacenar los datos recibidos inicialmente para la resolución de un problema. También se registrarán en ella las conclusiones intermedias y los datos generados en el proceso de inferencia.

-Interfaz con el usuario, mediante la cual el usuario plantea los problemas al SE y el mismo ofrece las explicaciones necesarias.

Mediante la interfaz el estudiante plantea los problemas al sistema y el sistema le ofrece las explicaciones necesarias. Al seleccionar la opción obtener vía de solución se le mostrará una nueva ventana para que seleccione los datos de su problema y las incógnitas, los cuales serán identificados por el sistema como atributos de la BC. El sistema derivará una clasificación y mostrará al estudiante un reporte que contendrá la explicación de cómo la obtuvo.

-Módulo de explicación, diseñado para aclarar al usuario la línea de razonamiento seguida en el proceso de inferencia.

Otra importante característica de los SE es que deben explicar sus razonamientos, es decir “¿cómo llegó?” a las conclusiones. Este componente consiste en mostrar al usuario cómo se llegó a la clasificación del nuevo caso.

La forma de dar la conclusión se hizo de la siguiente forma: lo primero es clasificar, a través del kNN, el nuevo objeto en una de las 6 clases. Para cada clase estará registrada en la base de datos su correspondiente explicación de cómo se resuelve ese tipo de problema.

A ese reporte se le agregará en que se basó el algoritmo para obtener la clase.

Debido a que $k=1$, se obtiene el vecino más cercano, que es, de los objetos registrados en la base de casos, el más similar al nuevo objeto. De sus rasgos se presentarán solo aquellos con valor 1, es decir, los que indican una posible selección, los cuales serán mostrados en el reporte.

-Módulo de adquisición del conocimiento el cual permite que se puedan añadir, eliminar o modificar elementos de conocimiento, anotando en la base de conocimientos los cambios que se producen.

Un SE debe brindar facilidades para incorporar nuevos conocimientos. El sistema experto va a generar aprendizaje, va a haber un aumento de los conocimientos que se pueden incorporar a la base de dato del sistema, en base a los razonamientos que se hayan efectuado durante una sesión de trabajo. Si el mecanismo de inferencia deduce alguna regla interesante, esta se puede incluir en la memoria a largo plazo. Por lo tanto, en próximas sesiones el sistema de inferencia ya trabajaría con ese nuevo conocimiento.

En SEAL una vez realizada la clasificación, el nuevo caso se guardará en una tabla temporal con su clasificación. Luego un experto deberá comprobar si la clasificación es acertada, de ser así incorporará el objeto a la BC, de no existir lo elimina de la tabla temporal.

Ejemplo de Sistema Tutorial Inteligente

La investigación a la cual nos referiremos a continuación está actualmente aun en construcción. Surgió de la necesidad de dar solución a la baja promoción de los estudiantes de las carreras de ingenierías de la Universidad de Camagüey, en la asignatura de Matemática Discreta. Actualmente la universidad se encuentra inmersa en la búsqueda de nuevas formas que permitan facilitar el proceso de formación de

los estudiantes, teniendo en cuenta el estado cognitivo de los mismos, ya que en esta materia el estudiante requiere de altos niveles de abstracción y un buen razonamiento lógico-matemático. Se decidió, entonces desarrollar un Sistema Tutorial Inteligente (STI) usando técnicas de Inteligencia Artificial que apoye al educando durante su estudio independiente, interviniendo como un tutor particular que actúe de acuerdo a las necesidades del alumno. Como resultado se prevé obtener un sistema web para ser utilizado por estudiantes y profesores cuyo objetivo principal es proporcionar al educando la ayuda pedagógica adecuada en apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Matemática Discreta.

Este sistema cumplirá la tarea de entrenar adaptando diferentes estrategias o modalidades de enseñanza. Esta propuesta concurriría en una alternativa útil sobre todo para aquellos estudiantes que requieren un mayor grado de tutorado.

Con la implantación de este tipo de sistemas se personaliza el ambiente de aprendizaje al ser adaptable a las necesidades individuales de cada estudiante. Además se pueden hacer más flexibles los horarios de estudio para los estudiantes, permitiendo que los alumnos que trabajan o viven alejados de las instituciones educativas tengan la posibilidad de interactuar con el sistema según su propio ritmo de estudio. La introducción de un STI es una opción válida, sobre todo en la facultad de Ingeniería, que posee los recursos informáticos básicos necesarios como redes internas de computadoras, Host con capacidades computacionales suficientes, etc.

No es objetivo de un STI reemplazar a un tutor humano, sino que su implementación pueda ser útil en circunstancias donde se requiere de refuerzos en la enseñanza. De esta forma se puede manejar con mayor eficiencia los escasos recursos humanos disponibles, permitiendo al profesor hacerse cargo de manera personalizada solo de un cierto número de tareas que el sistema no puede realizar.

La técnica usada para el STIIA fue el Razonamiento basado en Casos. Este tipo de razonamiento soluciona los problemas recordando experiencias similares, es decir compara el caso entrante con los almacenados buscando la mayor similitud para adaptarlo al nuevo. Para generar una predicción debe utilizar un método de clasificación que en nuestro caso fue el KNN, por su auge en este tipo de razonamiento.

El Razonamiento Basado en Casos (RBC) es una de las múltiples herramientas con las que cuenta hoy la IA. Este tiene una gran utilidad dada su flexibilidad y la semejanza de su funcionamiento al de los humanos.

En el RBC la solución de un nuevo problema se realiza a partir de las soluciones conocidas para un conjunto de problemas previamente resueltos (o no resueltos) del dominio de aplicación. Su rasgo distintivo es el hecho de utilizar directamente la información almacenada en la memoria del sistema sobre los problemas o casos. Los sistemas que emplean el RBC usan una memoria permanente en lugar de alguna forma de base de conocimientos en la cual se almacene de forma explícita el conocimiento sobre el dominio de aplicación, en forma de estructuras conceptuales, reglas de producción u otra forma de representación del conocimiento.

RBC significa razonar en base a experiencias. Es una alternativa entre otras metodologías para construir sistemas basados en el conocimiento que se asemejan en gran medida a la forma de

razonamiento humano. Al razonar basado en casos el solucionador de problemas recuerda situaciones previas similares a la actual y las usa para ayudar a resolver el nuevo problema.

Los casos en la Base de Conocimiento del STI representan los estilos de aprendizaje del estudiante, así como el material didáctico más adecuado. Cada caso es un ejemplo de modelado de estudiante, el cual se divide en rasgos predictores y rasgo objetivo. Dado un nuevo usuario, se diagnostica utilizando el RBC, los materiales de estudio para el mismo, adaptados a sus conocimientos sobre el tema en cuestión.

Los rasgos predictores reflejan el estado cognitivo del usuario, donde cada rasgo tiene un valor asociado (1 en caso de respuesta correcta 0 en caso contrario) y contienen los datos de entrada, o sea la información a partir de la cual el sistema infiere el estado del mismo. La forma de valorizar los rasgos predictores es a través de cuestionarios, captando el estado cognitivo.

El rasgo objetivo es un rasgo multievaluado, los valores del mismo se corresponden con los materiales didácticos propuestos. El dominio del rasgo objetivo es el conjunto de materiales diseñados por los expertos que se adecuan a las características del contenido que se evalúa.

Conclusiones

En este trabajo se ha analizado la fuerte relación e influencia que pueden tener la IA en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En el marco teórico su investigación ha aportado nuevas nociones sobre los procesos cognitivos del hombre. En el sentido práctico sus técnicas brindan la posibilidad de diseñar productos útiles y rentables la autoevaluación del estudiante. Se presenta un Sistema Experto que brinda la posibilidad de tomar decisiones inteligentes en el Álgebra Lineal, y un Sistema Tutorial Inteligente para la enseñanza de la Matemática Discreta, ambos con la capacidad de adquirir nuevos conocimientos y perfeccionar los que poseen.

Bibliografía

1. Docampo, L., Casas, L., Pérez, O., Caballero, Y (2010). *Sistema Experto para el Algebra Lineal*. Trabajo de grado, Ingeniería Informática, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
2. Alvarez, C. (2002) *La Educación para la vida: un proceso en desarrollo*. La Habana, Cuba.
3. Corral, R (2002) *Tendencias pedagógicas contemporáneas*. La Habana, Cuba.
4. Coello, L., Pérez, O., Caballero, Y (2011). *Sistema Experto para el Algebra Lineal v2.0*. Trabajo de grado, Ingeniería Informática, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
5. Y. Caballero, O. Pérez, L. Docampo, L. Casas, I. Yordi, L. Coello (2011). *Sistema experto para el álgebra lineal*. Ponencia presentada XII Congreso de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación COMPUMAT2011, Villa Clara, Cuba.
6. Castillo, E. (1997) *Modelo de Redes probabilística en Sistemas Expertos*. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Cantabria. Cantabria, España.

7. Xiang, Y. (2002). *Probabilistic reasoning in multiagent systems. A graphical models approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
8. López, J., García, J (2008) Sistemas de Tutorización Inteligente Basados en Redes Bayesianas. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 13(1), 13-25.
9. Coello, L., Casas, L., Docampo, L., Pérez, O., Caballero, Y. (2012) *Sistema Experto con Redes Bayesianas para el Álgebra Lineal*. Ponencia presentada en UCIENCIA 2012, la Habana, Cuba.
10. Lescano, M (2004). *Prolog y los Sistemas Expertos*. Disertación doctoral no publicada, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
11. Yordi, I (2004). *Metodología para formar en los estudiantes de Ingeniería Eléctrica la habilidad de calcular en Álgebra Lineal con sentido amplio*. Disertación doctoral no publicada, universidad de Camaguey, Camaguey, Cuba
12. Chávez, MC (2008). *Modelo de redes bayesianas en el estudio de secuencias genómicas y otros problemas*. Disertación doctoral no publicada, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba.
13. Medina, D (2007). *Redes Bayesianas y Mapas Conceptuales en la elaboración de Sistemas de Enseñanza - Aprendizaje Inteligentes*. Disertación doctoral no publicada, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba.