



ISBN: 978-99923-988-3-8

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO DE UN MODELO BASADO EN TÉCNICAS DE INTELIGENCIA
ARTIFICIAL PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE
ORIENTADO AL APRENDIZAJE**

ESCUELA ACADÉMICA:

ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

DIRECTOR COORDINADOR DEL PROYECTO:

LICDA. SILVIA CAROLINA ORTIZ

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:

LIC. CARLOS ENRIQUE LEMUS SERRANO

SANTA TECLA, DICIEMBRE 2011



ISBN: 978-99923-988-3-8

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO DE UN MODELO BASADO EN TÉCNICAS DE INTELIGENCIA
ARTIFICIAL PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE
ORIENTADO AL APRENDIZAJE**

ESCUELA ACADÉMICA:

ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

DIRECTOR COORDINADOR DEL PROYECTO:

LICDA. SILVIA CAROLINA ORTIZ

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:

LIC. CARLOS ENRIQUE LEMUS SERRANO

SANTA TECLA, DICIEMBRE 2011

Autoridades

Rectora

Licda. Elsy Escolar Santo Domingo

Vicerrector Académico

Ing. José Armando Oliva Muñoz

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo de Zaldaña

Equipo Editorial

Lic. Ernesto Girón

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. Jorge Agustín Alfaro

Licda. María Rosa de Benitez

Licda. Vilma Cornejo de Ayala

Dirección de Investigación y Proyección Social

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. David Emmanuel Agreda

Lic. Ernesto José Andrade

Sra. Edith Cardoza

Autor

Lic. Carlos Enrique Lemus Serrano

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborado por el Sistema Bibliotecario ITCA - FEPADE

371.334

L468d Lemus Serrano, Carlos Alberto

Diseño de un modelo basado en técnicas de inteligencia artificial para el desarrollo de un sistema inteligente orientado al aprendizaje / Por Carlos Enrique Lemus Serrano, coord. - 1ª ed. - Santa Tecla, El Salvador: Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, 2011.

47 p. ; il. ; 28 cm.

ISBN: 978-99923-988-3-8 (impreso)

1. Tecnología de la Información. 2. Educación – automatización. I. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE.

II. Título.

El Documento **Diseño de un Modelo basado en técnicas de Inteligencia Artificial para el desarrollo de un sistema inteligente orientado al aprendizaje**, es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE. Este informe de investigación ha sido concebido para difundirlo entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de la investigación puede ser reproducida parcial o totalmente, previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE o del autor. Para referirse al contenido, debe citar la fuente de información. El contenido de este documento es responsabilidad de los autores.

Sitio web: www.itca.edu.sv

Correo electrónico: biblioteca@itca.edu.sv

Tiraje: 16 ejemplares

PBX: (503) 2132 – 7400

FAX: (503) 2132 – 7423

ISBN: 978-99923-988-3-8 (impreso)

Año 2011

INDICE

CONTENIDO	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
2.1 Definición del problema.....	5
2.2 Justificación.....	6
2.3 Objetivos.....	8
2.3.1 Objetivo general.....	8
2.3.2 Objetivos específicos.....	8
3. ANTECEDENTES.....	9
4. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
6. ALCANCES Y RESULTADOS ESPERADOS.....	33
7. CONCLUSIONES.....	37
8. RECOMENDACIONES.....	37
9. GLOSARIO.....	38
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
11. ANEXOS.....	41

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de Software Educativo relacionado con el Software Inteligente es una de las ramas de la Ingeniería de software que a nivel local ha sido poco explorada. La relación que tienen estas áreas es grande y además brinda muchas ventajas al software educativo que actualmente se ha convertido en una herramienta útil para el aprendizaje del estudiante. El software educativo busca tener una capacidad para razonar, aprender y autoajustarse a un entorno y por ende a sus usuarios; y todo esto mediante elementos que integren inteligencia artificial y que no solo utilicen técnicas tradicionales de desarrollo de software.

Actualmente las universidades y centros de investigación están generando transformaciones de orden formativo e investigativo sobre este asunto de la inteligencia artificial adaptada al desarrollo de software. Muchas de esas instituciones no solo se han planteado propuestas curriculares incluyendo temas como estos en sus programas de estudio sino que también han llegado a la implementación de tecnologías aplicadas a la educación mediante las técnicas de inteligencia artificial. Aún con esto, muchas instituciones de educación superior mantienen sus diseños curriculares y metodologías pedagógicas tradicionales tanto en los procesos de enseñanza como en los procesos evaluativos; las cuales en la mayoría de casos obstaculizan o limitan el desarrollo de competencias en los estudiantes.

Es por ello que las Tecnologías de la Información, han experimentado un continuo y creciente avance en los últimos años, donde también han sido afectadas de diferentes formas y se ha incorporado en distintos sectores de la sociedad, la economía, el sector público y en especial la educación a través de lo que se conoce actualmente como informática educativa o sistemas de aprendizaje virtual. En vista de que hay algunas necesidades que abarcar y conocer en este sector, nace en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA el proyecto (pensado en varias etapas) que busca diseñar y desarrollar una herramienta que genere la oportunidad para un estudiante de aprender y autoevaluarse a través de un sistema inteligente en una determinada área de las ciencias de la computación.

En la primera fase de este proyecto se busca diseñar un modelo del software basado en las técnicas y modelos de inteligencia artificial y posterior a eso como siguiente fase desarrollar el prototipo de un sistema basado en esos elementos aplicados al software y las tecnologías de la información, articulados a un componente psicopedagógico para crear un espacio de autoevaluación y enseñanza que tenga en cuenta factores psicológicos, estilos cognitivos y de aprendizaje.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Definición del Problema

Surge la necesidad de poseer una herramienta tecnológica que permita el mayor aprovechamiento de recursos, conocimientos, desarrollo de capacidades y competencias en el estudiante y que esta herramienta se desempeñe de una forma pedagógica adecuada y adaptable a los estudiantes y su ritmo de aprendizaje. Con esto se presenta el hecho de que para crear esta herramienta debe iniciarse con el estudio y análisis de modelos y técnicas basadas en inteligencia artificial con el fin de generar las bases fundamentales del diseño de un Sistema Inteligente de Tutorización que permita mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en asignaturas de primer año de la carrera de técnico en ingeniería en sistemas informáticos, en particular la materia de "Desarrollo de Lógica de Programación". Por lo tanto, se busca como eje principal de esta primera fase de la investigación construir los conocimientos necesarios para aplicar diferentes modelos y técnicas de la inteligencia artificial a corto plazo, encaminadas a sustentar el diseño del software a largo plazo y que permitan generar una alternativa viable de solución tecnológica para la enseñanza a nivel superior.

La investigación centra su estudio en el análisis y aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial (IA), Además, la investigación enfocará gran parte de su atención al uso y aplicación de estas técnicas en el problema fundamental de la enseñanza formal, donde existe a cierto nivel poca personalización en la enseñanza del estudiante, quedando ciertas lagunas en el conocimiento adquirido, lo que repercute en la poca comprensión de temas importantes y claves para formar a un estudiante capaz de resolver problemas, como es el caso de la materia de Desarrollo de Lógica de Programación; sin embargo, mediante este proyecto de investigación se busca establecer las bases fundamentales sobre la aplicación de técnicas de inteligencia artificial que puedan ser adaptadas al diseño y construcción de un sistema inteligente de tutorización para el estudiante y que exhiba este software exhiba un comportamiento similar al de un tutor humano que imparta enseñanza personalizada, es decir, que se adapte a los patrones de comportamiento y aprendizaje del estudiante en lugar de ser solo un modelo rígido de software.

Este proyecto sentará las bases del conocimiento en inteligencia artificial aplicada al diseño futuro de un software inteligente que permita generar en la actual investigación un nuevo modelo basado en el estudio e integración de estas técnicas de inteligencia artificial para que se encargue de presentar un enfoque práctico, metodológico y científico y que coloque los fundamentos sobre las cuales debe iniciar la construcción de un software del tipo inteligente para que realmente contribuya a mejorar el aprendizaje del estudiante desde un enfoque analítico y representativo de la inteligencia artificial.

La inteligencia artificial en todas sus áreas, presenta una gran cantidad de modelos, técnicas y herramientas que permiten obtener desde la concepción de parámetros principales de análisis hasta la resolución de casos complejos por medio de agentes inteligentes y además utiliza métodos de resolución de problemas basados en estrategias factibles y búsquedas de soluciones para situaciones generales. Por lo cual, esta investigación analiza esos fundamentos y enfoques de inteligencia artificial buscando así elaborar un modelo de análisis que represente la funcionalidad y estructura de componentes de un software inteligente de tutorización, incorporando en la investigación la selección de herramientas e instrumentos de medición pertenecientes al campo de la Inteligencia artificial que brinden una guía inicial para el desarrollo futuro del sistema inteligente con el propósito de que éste sea capaz de identificar la forma en que el estudiante resuelve problemas, brindarle ayuda cuando cometa errores, proveerle el conocimiento que requiera para solucionar problemas con explicaciones en el momento preciso, y que pueda aprender progresivamente del razonamiento, la interacción con el estudiante y su evaluación.

2.2 Justificación

El hecho de que otros países estén abordando problemas similares mediante la aplicación de conocimientos sobre inteligencia artificial en busca de la mejora de los modelos de enseñanza-aprendizaje en su educación y ajustando esas metodologías al uso de herramientas basadas en sistemas inteligentes en diversas disciplinas de la educación tales como medicina, química, botánica, estadística, y otras, demuestra de manera irrefutable de que las instituciones educativas y centros de investigación están brindando sus aportes de conocimiento científico –tecnológico, además según el estudio del estado del arte de la inteligencia artificial en nuestro país que se realizó previamente a la elaboración de este documento, aun no se ha llevado a cabo ninguna investigación referente a temas de inteligencia artificial o sistemas inteligentes aquí en nuestro país por parte de alguna institución educativa o gubernamental, pública o privada, y ni mucho menos se han encontrado informes o datos sobre investigaciones hechas por otros países en el tema de sistemas inteligentes de tutorización orientados a la enseñanza de temas de lógica de programación, lo cual justifica la oportunidad que existe de iniciar la producción de conocimientos y aportes propios al tema de sistemas inteligentes basados en inteligencia artificial.

Por tal motivo se tiene un especial interés en la determinación y aplicación de métodos adecuados así como la creación de un modelo de análisis y representación mediante el diseño usando técnicas de inteligencia artificial que muestren una solución al problema planteado al inicio de este proyecto. Téngase en cuenta que cualquiera que sea el problema a resolver, no existe una técnica única para solucionarlo, sino que puede ser abordado siguiendo aproximaciones distintas, por lo que existen resultados obtenidos hasta la fecha por investigadores de otros países abordando temas similares que justifican la aplicación de estos métodos a la problemática planteada.

Además debe hacerse énfasis en el hecho de que anteriormente se ha realizado por parte del equipo de investigación de la Escuela de Computación un proyecto de investigación en el año 2009 sobre el diseño de un software inteligente de tutorización para la asignatura de Desarrollo de Lógica de Programación, que reportó buenos resultados para la fase de diseño y que además abrió nuevas líneas de análisis y de investigación sobre métodos y técnicas de inteligencia artificial aplicables a un sistema inteligente, con el fin de sentar la base primordial sobre la cual se construirá el software, y que es indudablemente necesario profundizar en esos conocimientos antes de realizar el proceso de desarrollo e implementación de un sistema de este tipo, ya que sin esos conocimientos que reportan el estudio de los métodos de inteligencia artificial, el software sencillamente sería un modelo rígido y sin ningún comportamiento inteligente.

Por lo tanto la necesidad de orientar el proceso de investigación hacia líneas de análisis y desarrollo de un modelo adecuado basado en inteligencia artificial que genere el fundamento sobre el cual se comenzará posteriormente el diseño y desarrollo del software inteligente. Se busca por lo tanto estudiar distintas técnicas y métodos para el desarrollo de sistemas inteligentes basados en inteligencia artificial que abarquen los campos primordiales, tales como: métodos de análisis probabilísticos, evaluación de métodos para el análisis de decisión, estudio y elección de agentes inteligentes, resolución casos mediante técnicas de búsquedas de solución, inferencia lógica, aplicación de las redes bayesianas y redes neuronales, estudio de la minería de datos y el soft-computing, generando así nuevos productos de conocimiento y mostrando evidencias experimentales para el de estudio de la inteligencia artificial.

Además de todo lo expuesto anteriormente, debe verse con especial interés el valor que aportará el estudio de estos nuevos conocimientos en los docentes involucrados en el proyecto y que serán de gran apoyo para la institución en un futuro, ya que en el pensum para la carrera de Ingeniería en Desarrollo de Software de la Escuela especializada en Ingeniería ITCA que fue aprobado a la institución por el Ministerio de Educación en el 2008, se encuentran los módulos denominados: "Aplicación de Inteligencia Artificial en el Desarrollo de Software", "Diseño de Bases de Datos Distribuidas" y "Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma"; las cuales incluyen temas estrechamente vinculados con este proyecto de investigación.

Por lo tanto el que se incluya a docentes en el desarrollo de esta investigación y en las capacitaciones correspondientes reportará un gran beneficio a la institución y al fortalecimiento de la capacidad docente, ya que generará docentes especializados en el campo de la inteligencia artificial y temas a fines. Por ejemplo uno de los módulos abarca el estudio de distintas técnicas de inteligencia artificial y sus aplicación en el desarrollo del software, otro de ellos estudia el diseño de bases de datos distribuidas mediante el gestor Oracle, siendo este gestor de bases de datos el que adapta y maneja sólidamente toda la funcionalidad del Data Mining (o Minería de datos) y que a través de la API Java que incluye, puedan sacar

el máximo partido de los algoritmos disponibles en el gestor como Redes Bayesianas para clasificaciones y predicciones, así como las Reglas de Asociación de patrones los cuales son técnicas aplicadas en la inteligencia artificial.

Otro hecho que justifica esta investigación es el lograr producir y difundir nuevas ideas que mejoren y amplíen el estado del arte de la inteligencia artificial en nuestro país con este proyecto y en otras regiones de Centroamérica ya que aun no se encuentran aportes sobre este tipo de temas, lo cual sería una valiosa oportunidad para que sea impulsado y dirigido por la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, con lo que además se pretende, colocar una semilla de conocimiento mediante artículos, papers, conferencias y demás; en mano de diferentes grupos de investigación nacionales e internacionales, universidades, centros de desarrollo y muy importante aun, la comunidad docente y estudiantil de la institución.

Por lo tanto, la búsqueda y preparación de estos nuevos conocimientos y la comparación de técnicas completas e incompletas para el desarrollo de sistemas inteligentes hasta hoy, así como la formulación, diseño y pruebas de un nuevo modelo representativo basado en técnicas y modelos de inteligencia artificial que pueda ser utilizado en el análisis de decisiones y en la construcción de un sistema inteligente de tutorización para la enseñanza de lógica de programación, es la base sobre la cual se fundamentan los contenidos de este proyecto y con el fin de que se utilice en la aplicación de investigaciones posteriores y para el desarrollo futuro.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Integrar modelos y técnicas de inteligencia artificial en el diseño de un prototipo de sistema inteligente de tutorización como apoyo al aprendizaje del estudiante.

2.3.2 Objetivos específicos

- Estudio de los fundamentos que sustentan las técnicas, métodos y modelos de inteligencia artificial así como su uso para la representación del conocimiento en sistemas inteligentes.
- Diseño de un modelo representativo basado en componentes de inteligencia artificial y de técnicas de desarrollo de software.

- Implementar al diseño del sistema las estrategias de evaluación basados en los estilos cognitivos y de aprendizaje del individuo.

2.4 Hipótesis

La investigación de este proyecto centro su interés en la contribución del conocimiento sobre la aplicación de técnicas y modelos de inteligencia artificial en el diseño de un sistema de tutorización inteligente que contribuya al aprendizaje de los alumnos en áreas de lógica de programación. El estudio de los modelos y técnicas aplicables a sistemas inteligentes de este tipo supondrá el avance del "estado del arte" sobre nuevos conocimientos, tanto en lo relativo a la representación de este sistema que pueda dar lugar a nuevos desarrollos teóricos y la construcción de aplicaciones de mayor calidad. Además se analizarán las técnicas basadas en inteligencia artificial, así como en la integración de estas en la arquitectura de sistemas inteligentes y que permitan incluir aspectos de aprendizaje y enseñanza vinculándolos con otros parámetros propios del estudiante que serán objeto de estudio.

3. ANTECEDENTES

En la Escuela Especializada ITCA-FEPADE se han dado los primeros pasos para implementar soluciones e innovaciones utilizando la tecnología para impartir enseñanza a los alumnos de dicha institución. Podemos mencionar por ejemplo la virtualización de algunas asignaturas, donde haciendo uso del Internet se pueden impartir clases a distancia, aunque esto no presente la aplicación de características propias de un sistema inteligente.

Además en el año 2009 se culminó con el estudio y análisis de requerimientos de información y herramientas necesarias iniciar para el diseño de un sistema de tutorización inteligente para el estudiante, con lo que se logra obtener la información y documentación necesaria para dar los primeros pasos y el impulso a esta nueva fase de análisis de métodos, modelos y técnicas de inteligencia artificial para generar las bases fundamentales que sirvan para la siguiente fase de desarrollo del sistema inteligente de tutorización para la enseñanza de la lógica de programación.

Para incursionar en el desarrollo de este tipo de sistemas, es necesario estudiar a fondo muchos aspectos, tales como: metodologías aplicables de enseñanza, la forma de acumular y presentar el conocimiento en el sistema, cómo utilizar estrategias para resolver cierto tipo de problemas complejos, así como implementar algunas características y mecanismos de procesamiento en las que se destacan las redes neuronales, métodos bayesianos, razonamiento basado en casos, arboles de decisión, entre otros.

Estado del Arte

En varias universidades y centros de investigación se han desarrollado proyectos similares como es el caso de la Universidad de Alcalá: "Sistema Inteligente de Tutorización Avanzado como entrenamiento de los operadores de maquinaria de la empresa GEKA", en España; también, en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires donde se desarrolla el "Diseño y evaluación de sistemas inteligentes tutoriales".

Entre los proyectos más destacados sobre el estudio de sistemas inteligentes se presentan además los siguientes:

- Redes de Análisis de Decisiones: un nuevo modelo gráfico probabilista para sistemas inteligentes de ayuda a la decisión.
- Tutor inteligente en un ambiente virtual de experimentación (TIAVE)
- Sistema tutorial inteligente para la enseñanza en niños con dificultades intelectuales y cognitivas.
- Implementación de minería de datos basada en redes bayesianas para la toma de decisiones en los registros académicos.
- Sistemas tutores inteligentes: redes neuronales para selección del protocolo pedagógico.
- Sistema tutorial inteligente en el tema de análisis y trazado de curvas.
- Sistema Tutorial Inteligente para la enseñanza de las matemáticas a niños.
- Sistema Tutorial Inteligente para aprendizaje de métodos de factorización.

Aquí se presentan unas cuantas aplicaciones; también orientadas a la inteligencia artificial que se han generado en años anteriores:

- Software de planificación autónoma
- Software para el control autónomo
- Software de Diagnostico medico
- Robótica
- Software para el procesamiento de lenguaje y resolución de problemas

Todos estos proyectos de investigación fueron producto de un previo y exhaustivo análisis de modelos y técnicas de inferencia lógica, métodos probabilísticos, arboles de decisión, redes neuronales, algoritmos genéticos, métodos de búsqueda y razonamiento de casos, redes bayesianas, lógica computacional y otros; con los cuales se crearon los fundamentos teóricos para cada proyecto y sobre estos se determinaron que conocimientos de los antes mencionados serian aplicados a cada uno en particular mediante la construcción de nuevas representaciones y métodos con su correspondiente comprobación.

Por lo tanto, después de una investigación previa para presentar este anteproyecto, es pertinente mencionar el hecho de que en nuestro país no existe actualmente ninguna investigación orientada al estudio de sistemas inteligentes basados en técnicas de inteligencia artificial. La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, sería la primera en trabajar en este tipo de proyecto.

4. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

Cerca de 300 a. C., Aristóteles fue el primero en describir de manera estructurada un conjunto de reglas, silogismos, que describen una parte del funcionamiento de la mente humana y que, al seguir las paso a paso, producen conclusiones racionales a partir de premisas dadas. En 250 a. C. Ktesibios de Alejandría construyó la primera máquina autocontrolada, un regulador del flujo de agua que actuaba modificando su comportamiento "racionalmente" (correctamente) pero claramente sin razonamiento. En 1315, Ramon Llull tuvo la idea de que el razonamiento podía ser efectuado de manera artificial.

En 1847 George Boole estableció la lógica proposicional (booleana), mucho más completa que los silogismos de Aristóteles, pero aún algo poco potente. En 1879 Gottlob Frege extiende la lógica booleana y obtiene la Lógica de Primer Orden la cual cuenta con un mayor poder de expresión y es utilizada universalmente en la actualidad. En 1903 Lee De Forest inventa el tríodo, también llamado bulbo o válvula de vacío. En 1937 Alan Turing publicó un artículo de bastante repercusión sobre los "Números Calculables", un artículo que estableció las bases teóricas para todas las ciencias de computación, y que puede considerarse el origen oficial de la informática teórica. En este artículo introdujo el concepto de Máquina de Turing, una entidad matemática abstracta que formalizó el concepto de algoritmo y resultó ser la precursora de las computadoras digitales.

Podía conceptualmente leer instrucciones de una cinta de papel perforada y ejecutar todas las operaciones críticas de un computador. El artículo fijó los límites de las ciencias de la computación porque demostró que no es posible resolver problemas con ningún tipo de computador. Con ayuda de su máquina, Turing pudo demostrar que existen problemas irresolubles, de los que ningún ordenador será capaz de obtener su solución, por lo que se le considera el padre de la teoría de la computabilidad. En 1940 Alan Turing y su equipo construyeron el primer computador electromecánico y en 1941 Konrad Zuse creó la primera computadora programable y el primer lenguaje de programación de alto nivel Plankalkül. Las siguientes máquinas más potentes, aunque con igual concepto, fueron la ABC y ENIAC.

En 1943 Warren McCulloch y Walter Pitts presentaron su modelo de neuronas artificiales, el cual se considera el primer trabajo del campo de inteligencia artificial, aun cuando todavía no existía el término. Y como ya se menciona anteriormente en 1950 Turing consolidó el campo de la inteligencia artificial con su artículo Computing Machinery and Intelligence, en el que propuso una prueba concreta para determinar si

una máquina era inteligente o no, su famosa Prueba de Turing por lo que se le considera el padre de la Inteligencia Artificial. Años después Turing se convirtió en el adalid que quienes defendían la posibilidad de emular el pensamiento humano a través de la computación y fue coautor del primer programa para jugar ajedrez.

En 1951 William Shockley inventa el transistor de unión. El invento hizo posible una nueva generación de computadoras mucho más rápidas y pequeñas. En 1956 se acuñó el término "inteligencia artificial" en Dartmouth durante una conferencia convocada por McCarthy, a la cual asistieron, entre otros, Minsky, Newell y Simon. En esta conferencia se hicieron previsiones triunfalistas a diez años que jamás se cumplieron, lo que provocó el abandono casi total de las investigaciones durante quince años.

En 1980 la historia se repitió con el desafío japonés de la quinta generación, que dio lugar al auge de los sistemas expertos pero que no alcanzó muchos de sus objetivos, por lo que este campo sufrió una nueva interrupción en los años noventa. En 1987 Martin Fischles y Oscar Firschein describieron los atributos de un agente inteligente. Al intentar describir con un mayor ámbito (no sólo la comunicación) los atributos de un agente inteligente, la IA se ha expandido a muchas áreas que han creado ramas de investigaciones enormes y diferenciadas.

Dichos atributos del agente inteligente son:

1. Tiene actitudes mentales tales como creencias e intenciones.
2. Tiene la capacidad de obtener conocimiento, es decir, aprender.
3. Puede resolver problemas, incluso particionando problemas complejos en otros más simples.
4. Planifica, predice consecuencias, evalúa alternativas (como en los juegos de ajedrez)
5. Conoce los límites de sus propias habilidades y conocimientos.
6. Puede distinguir a pesar de las similitudes de las situaciones.

DEFINICIONES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En la actualidad se está aún lejos de cumplir la famosa prueba de Turing como cuando se formuló: existirá Inteligencia Artificial cuando no seamos capaces de distinguir entre un ser humano y un programa de computadora en una conversación a ciegas. Como anécdota, muchos de los investigadores sobre IA sostienen que "la inteligencia es un programa capaz de ser ejecutado independientemente de la máquina que lo ejecute". Podemos entonces decir que la IA posee características humanas tales como el aprendizaje, la adaptación, el razonamiento, la autocorrección, el mejoramiento implícito, y la percepción modular del mundo. Así, podemos hablar ya no sólo de un objetivo, sino de muchos, dependiendo del punto de vista o utilidad que pueda encontrarse a la IA.

Se denomina inteligencia artificial a la rama de la informática que desarrolla procesos que imitan a la inteligencia de los seres vivos. La principal aplicación de la inteligencia artificial es la creación de máquinas para la automatización de tareas que requieran un comportamiento inteligente.

Algunos ejemplos de inteligencia artificial se encuentran en el área de control de sistemas, planificación automática, la habilidad de responder a diagnósticos y a consultas de los consumidores, reconocimiento de escritura, reconocimiento del habla y reconocimiento de patrones. Los sistemas de IA actualmente son parte de la rutina en campos como economía, medicina, ingeniería y la milicia, y se ha usado en gran variedad de aplicaciones de software, juegos de estrategia como ajedrez de computador y otros videojuegos.

Algunos principios de la IA llevan a pensar en cuatro vertientes de lo que podría ser la incorporación de inteligencia a los sistemas, tales análisis se presentan en el siguiente cuadro:

<i>Sistemas que piensan como humanos</i>	<i>Sistemas que piensan racionalmente</i>
<i>Sistemas que actúan como humanos</i>	<i>Sistemas que actúan racionalmente</i>

Sistemas que actúan como humanos.

- El modelo es el hombre, el objetivo es construir un sistema que se haga pasar por humano.
- Prueba de Turing: si un sistema la pasa es inteligente.

Capacidades necesarias:

- Procesamiento del lenguaje natural
- Representación del conocimiento
- Razonamiento
- Aprendizaje
- Pasar la Prueba no es el objetivo primordial de la IA.

Sistemas que piensan como humanos.

- El modelo es el funcionamiento de la mente humana.
- Se intenta establecer una teoría sobre el funcionamiento de la mente (experimentación psicológica).
- A partir de la teoría se pueden establecer modelos computacionales.
- Influencia de las neurociencias y de las ciencias cognitivas.

Sistemas que piensan racionalmente.

- Las leyes del pensamiento racional se fundamentan en la lógica (Aristóteles).
- La lógica formal está a la base de los programas inteligentes (logicismo).

Se presentan dos obstáculos:

- Es muy difícil formalizar el conocimiento.
- Hay un gran salto entre la capacidad teórica de la lógica y su realización práctica.

Sistemas que actúan racionalmente.

Actuar racionalmente implica actuar de manera tal que se logren los objetivos deseados, con base en ciertos supuestos. Un agente es algo capaz de percibir y actuar. De acuerdo con este enfoque, se considera la IA como el estudio y construcción de agentes racionales. El paradigma es el agente racional, que se aplica, por ejemplo, a muchos sistemas robóticos. Un agente percibe y actúa, siempre teniendo en cuenta el entorno en el que está situado.

Las capacidades necesarias:

- Percepción
- Procesamiento del lenguaje natural
- Representación del conocimiento
- Razonamiento
- Aprendizaje automático
- Visión de la actuación general y no centrada en el modelo humano.

La IA estudia las habilidades inteligentes de razonamiento, capacidad de extracción de conclusiones y reacciones ante nuevas situaciones de las computadoras y sus programas. También es denominada la rama de las ciencias de la computación dedicada al desarrollo de agentes racionales no vivos.

Para explicar la definición anterior, entiéndase a un agente como cualquier cosa capaz de percibir su entorno (recibir entradas), procesar tales percepciones y actuar en su entorno (proporcionar salidas), y entiéndanse a la racionalidad como la característica que posee una elección de ser correcta.

Por lo tanto, y de manera más específica la inteligencia artificial es la disciplina que se encarga de construir procesos que al ser ejecutados sobre una arquitectura física producen acciones o resultados que maximizan una medida de rendimiento determinada basándose en la secuencia de entradas percibidas y en el conocimiento almacenado en tal arquitectura.

Una de las definiciones que se han dado para describir la IA la sitúa dentro de una disciplina que tiene que ver con las ciencias de la computación que corresponden al esfuerzo por parte de gran cantidad de científicos que durante los últimos treinta años han realizado con el fin de dotar a las computadoras de inteligencia, a partir de esta definición encontramos que una de las técnicas de IA es aquella que se utiliza con el fin de lograr que un determinado programa se comporte de forma inteligente sin pretender tener en cuenta la " forma de razonamiento "empleada para lograr ese comportamiento.

- La IA es el arte de crear maquinas con capacidad de realizar funciones que realizadas por personas requieren de inteligencia. (Kurzweil, 1990)
- La IA es el estudio de cómo lograr que las computadoras realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor. (Rich, Knight, 1991).
- La IA es la rama de la ciencia de la computación que se ocupa de la automatización de la conducta inteligente. (Lugar y Stubblefied, 1993).
- La IA es el campo de estudio que se enfoca a la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales. (Schalkoff, 1990).

INTELIGENCIA ARTIFICIAL CONVENCIONAL.

Se conoce también como IA simbólico-deductiva e IA débil. Está basada en el análisis formal y estadístico del comportamiento humano ante diferentes problemas:

- Razonamiento basado en casos: ayuda a tomar decisiones mientras se resuelven ciertos problemas concretos.
- Sistemas expertos: infieren una solución a través del conocimiento previo del contexto en que se aplica y de ciertas reglas o relaciones.
- Redes bayesianas: propone soluciones mediante inferencia estadística.
- Inteligencia artificial basada en comportamientos: que tienen autonomía y pueden auto-regularse y controlarse para mejorar.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMPUTACIONAL.

La inteligencia computacional (también conocida como IA sub simbólica-inductiva e IA fuerte) implica desarrollo o aprendizaje iterativo ejemplo modificaciones interactivas de los parámetros en sistemas conexionistas). El aprendizaje se realiza basándose en datos empíricos.

Como ocurre casi siempre en el caso de una ciencia recién creada, la inteligencia artificial aborda tantas cuestiones confundibles en un nivel fundamental y conceptual que, adjunto a lo científico, es necesario hacer consideraciones desde el punto de vista de la filosofía.

Gran parte de esta ciencia se junta con temas en la filosofía de la mente, pero hay ciertos temas particulares a la IA. Por ejemplo:

- ¿En qué consiste la inteligencia? ¿Cómo la reconoceríamos en un objeto no humano, si la tuviera?
- ¿Qué sustancia y organización se requiere? ¿Es posible que una criatura hecha de metal, por ejemplo, posea una inteligencia comparable a la humana?
- Aunque una criatura no orgánica pudiera solucionar problemas de la misma manera que un humano, ¿tendría o podría tener consciencia y emociones?

- Suponiendo que podemos hacer robots con una inteligencia comparable a la nuestra, ¿debemos hacerlo?

La psicología ofrece herramientas que permiten la investigación de la mente humana, así como un lenguaje científico para expresar las teorías que se van obteniendo. La lingüística ofrece teorías para la estructura y significado del lenguaje, así como la ciencia de la computación, de la que se toman las herramientas que permiten que la Inteligencia Artificial sea una realidad.

El hombre se ha aplicado a sí mismo el nombre científico de homo sapiens como una valoración de la trascendencia de nuestras habilidades mentales tanto para nuestra vida cotidiana como para nuestro propio sentido de identidad. Los esfuerzos del campo de la inteligencia artificial se enfocan en lograr la comprensión de entidades inteligentes.

Una de las razones de su estudio es el aprender más de nosotros mismos. A diferencia de la filosofía y de la psicología, que también se ocupan de la inteligencia, los esfuerzos de la Inteligencia Artificial están encaminados tanto a la construcción de entidades como a su comprensión.

Otra razón por la cual se estudia la Inteligencia Artificial es debida a que ha sido posible crear sorprendentes y diversos productos de trascendencia. Nadie podría pronosticar con toda precisión lo que se podría esperar en el futuro, es evidente que las computadoras que posean una inteligencia a nivel humano tendrán repercusiones muy importantes en nuestra vida diaria al facilitarnos mucha de nuestras necesidades.

El problema que aborda la inteligencia artificial es uno de los más complejos: ¿Cómo es posible que un diminuto y lento cerebro, sea biológico o electrónico, tenga capacidad de percibir, comprender, predecir y manipular un mundo que en tamaño y complejidad lo excede con creces?, pero a diferencia de la investigación en torno al desplazamiento mayor que la velocidad de la luz o de un dispositivo anti gravitatorio, el investigador del campo de la inteligencia artificial cuenta con pruebas contundentes de que tal búsqueda es totalmente factible.

RAMAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

- Sistemas Expertos (Sistemas basados en Conocimiento).

Programas computacionales que resuelven problemas que normalmente requieren del conocimiento de un especialista o experto humano. Es un sistema capaz de tomar decisiones inteligentes interpretando grandes cantidades de datos sobre un dominio específico de problemas.

- Aprendizaje y Razonamiento Automático.

Máquinas capaces de planificar, tomar decisiones, plantear y evaluar estrategias, aprender a partir de la experiencia, auto reprogramables, etc.

- Robótica.

Artefactos autónomos capaces de llevar a cabo diversas tareas mecánicas de manera flexible e inteligente, cumpliendo con un objetivo y ajustándose al entorno cambiante.

- Procesamiento de Lenguaje Natural.

Sistemas capaces de reconocer, procesar y emular el lenguaje humano.

- Visión por Computadora (Reconocimiento de patrones).

Reconoce y procesa señales, caracteres, patrones, objetos, escenas

- Redes Neurales.

Crear elementos de procesamiento y organizarlos de acuerdo a un modelo basado en las células del cerebro humano (neuronas). Estos sistemas no se programan, se entrenan. Se caracterizan por reconocer objetos partiendo de señales ruidosas.

ÁRBOLES DE DECISIÓN

Los árboles de decisión, anteriormente eran utilizados para fines sociales desde la década de los 60's, pero a partir de mediados de 1970, los propósitos reales de los árboles de decisión empezaron a tomar otro rumbo, comunidades tales como "Machine Learning" y "Pattern Recognition", adoptaron esta herramienta para sus propios usos. Machine Learning, es una sub-área de la Inteligencia Artificial dentro del campo de las ciencias de la computación, mientras que la Pattern Recognition está dentro de la Ingeniería Eléctrica.

Pero Machine Learning es la que más está contribuyendo al desarrollo de los árboles de decisión. Comúnmente los árboles de decisión son tomados tanto como una herramienta en la toma de decisiones empresariales, como una técnica de aplicación en otras áreas, mientras que en la Inteligencia Artificial, son un modelo de predicción. El uso es el mismo, el área es distinta.

Anteriormente, investigaciones previas al documento, muestran como los árboles de decisión son utilizados para fines empresariales y comerciales, programas que aplican la minería de datos u otro sistema, como los expertos, aplican ésta herramienta, y no sólo a nivel empresarial, sino también en los juegos, en especial los de mesa; siendo un caso particular el ajedrez. El ejemplo más significativo hasta el momento, en el cual los árboles de decisión han tomado cierto papel en la Inteligencia Artificial, ha sido el Deep Blue, una súper computadora creada por IBM, la cual implementaba un algoritmo, semejante a un árbol de decisión; y arquitectura, similar al de un jugador personal. Con anterioridad IBM presentó su trabajo con claros fallos, el computador tardaba mucho tiempo en poder realizar las jugadas, eran incluso imprecisas, pero IBM mejoró el sistema con la que trabajaba el computador, así naciendo Deep Blue, el cual tuvo éxito al poder ganar al entonces campeón del ajedrez Gari Kasparov.

A pesar de este punto de suma importancia en la historia de la computación; poco se conoce acerca de los árboles de decisión, la información es escasa, y los medios con los que se cuentan actualmente, impiden poder realizar una búsqueda más exhaustiva; el contenido encontrado es divagante e incluso mediocre, incluso se desconoce otros software que puedan implementar dicha herramienta.

No se posee una investigación previa de los árboles de decisión, el presente documento como tal, es una recopilación de los puntos más importantes descubiertos durante la investigación. Obteniendo así diversas conclusiones derivada de una conclusión general.

El uso de árboles de decisión tuvo su origen en las ciencias sociales con los trabajos de Sonquist y Morgan (1964) y Morgan y Messenger (1979) realizado en el Survey Research Center del Institute for Social Research de la Universidad de Michigan. En estadística, Breiman, Friedman, Olshen y Stone (1984) introdujeron nuevos algoritmos para construcción de árboles y los aplicaron a problemas de regresión y clasificación. El método es conocido como CART (Classification and regression trees) por sus siglas en inglés. Casi al mismo tiempo el proceso de inducción mediante árboles de decisión comenzó a ser usado por la comunidad de "Machine Learning" (Michalski, (1973), Quinlan (1983)) y la comunidad de "Pattern Recognition" (Henrichon y Fu, 1969). "Machine Learning" es un sub-área de Inteligencia Artificial que cae dentro del campo de ciencias de computación. "Pattern Recognition" cae dentro del área de Ingeniería Eléctrica. Hoy en día los que más están contribuyendo al desarrollo de clasificación basada en árboles de decisión es la gente de Machine Learning.




DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

Un árbol de decisión es una herramienta o técnica utilizada para la toma de decisiones. Siendo denominados como árboles de clasificación o de identificación, terminan siendo un modelo de predicción, muy utilizado en el ámbito de la inteligencia artificial.

Un árbol de decisión proporciona una forma para desplegar visualmente un problema y después organizar el trabajo de cálculos que deben realizarse. Son especialmente útiles cuando deben tomarse una serie de decisiones.

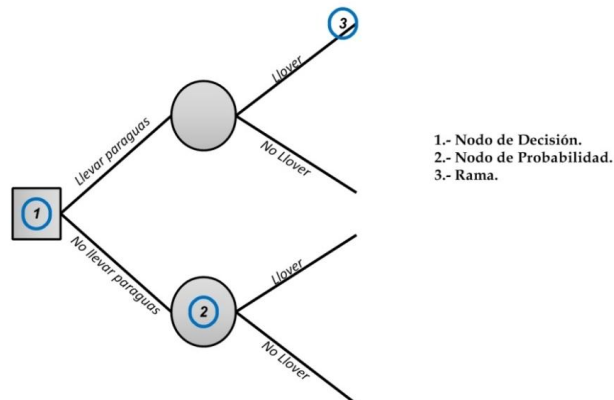
El resultado puede, de esta manera, expresarse como un conjunto de reglas Si-entonces. Por otra parte, los árboles de decisión pueden entenderse como una representación de los procesos involucrados en las tareas de clasificación.

Terminología:

Elemento	Concepto	Figura
Nodos	Nombres o identificadores de los atributos.	
Nodo de decisión	Indica que una decisión necesita tomarse en ese punto del proceso. Está representado por un cuadrado.	
Hojas	Conjuntos, ya clasificados, de ejemplos y etiquetados con el nombre de una clase.	
Nodo de probabilidad	Indica que en ese punto del proceso ocurre un evento aleatorio (estado de la naturaleza). Está representado por un círculo. Indica que en ese punto del proceso Toma de decisiones.	
Nodos Internos	Pueden ser nodos de decisión o de probabilidad, llamados así a todos los nodos dentro del árbol de decisión de un modo más generalizado.	
Rama	Nos muestra los distintos posibles caminos que se pueden emprender dado que tomamos una decisión u ocurre algún evento aleatorio. Son posibles valores del atributo asociado al nodo.	

Ejemplo:

Supóngase que el estado del tiempo es variable y puede que llueva o no. Se tiene que tomar la decisión de llevar paraguas o no.



Como se había mencionado anteriormente el árbol de decisión permite visualizar completamente el problema y los cálculos asociados a éste. Además ayuda a resumir las conclusiones obtenidas al desarrollar la política óptima.

Por ello se realizan árboles de decisión sin hacer los cálculos y luego árboles de decisión con los cálculos incluidos. Dada una base de datos se construyen diagramas de construcciones lógicas, muy similares a los

sistemas de predicción basados en reglas, que sirven para representar y categorizar una serie de condiciones que ocurren de forma sucesiva, para la resolución de un problema.

Los árboles de decisión tienen unas entradas las cuales pueden ser un *objeto* o una *situación* descrita por medio de un conjunto de **atributos** y a partir de esto devuelve una **respuesta**, la cual en últimas es una **decisión** que es tomada a partir de las entradas. Los valores que pueden tomar las entradas y las salidas pueden ser valores **discretos** o **continuos**.

Se utilizan más los valores *discretos por simplicidad*; pero cuando se utilizan valores discretos en las funciones de una aplicación se denomina **clasificación**; y cuando se utilizan los continuos se denomina **regresión**.

Un árbol de decisión lleva a cabo un *test* a medida que este se recorre hacia las hojas para alcanzar así una **decisión**. El árbol de decisión suele contener *nodos internos*, *nodos de probabilidad*, *nodos hojas* y *arcos*. Un **nodo interno** contiene un test sobre algún valor de una de las propiedades.

Un **nodo de probabilidad** indica que debe ocurrir un evento aleatorio de acuerdo a la naturaleza del problema, este tipo de nodos es redondo, los demás son cuadrados. Un **nodo hoja** representa el valor que devolverá el árbol de decisión y finalmente **las ramas** brindan los posibles caminos que se tienen de acuerdo a la decisión tomada.

En el ámbito empresarial, los árboles de decisión son diagramas de decisiones secuenciales que muestran sus posibles resultados. Éstos ayudan a las empresas a determinar cuáles son sus opciones al mostrar distintas decisiones y sus resultados.

La opción que evita una pérdida o produce un beneficio extra tiene un valor. La habilidad de crear una opción, por lo tanto, tiene un valor que puede ser comprado o vendido.

Para tomar una **decisión**, sin importar su naturaleza, es necesario que se *conozca*, se *comprenda*, se *analice* un problema, hasta que se termine por darle **solución**; en algunos los problemas, suelen ser casos tan simples y cotidianos, que el proceso de solución se realiza de forma implícita y llega a solucionarse muy rápidamente, pero existen otros casos en los cuales las consecuencias de una mala o buena elección puede tener desde pequeñas a grandes repercusiones en la vida, y si es en un contexto laboral, en el éxito o fracaso de la organización; ante las posibilidades de futuros fracasos, es necesario usar un método más estructurado que puede dar más seguridad e información para resolver el problema.

Un árbol de decisión, como método permite representar de forma gráfica (un diagrama en forma de árbol), un problema o una interrogante que se presente en un determinado momento; a través de una serie de acciones alternativas, se toma una decisión para resolver el problema.

La construcción de árboles de decisión, es sin duda un método de aprendizaje automático muy utilizado. El dominio de aplicación de los árboles de decisión no está restringido a un ámbito concreto sino que pueden ser utilizados en diversas áreas (desde aplicaciones de diagnóstico médico hasta juegos como el ajedrez o la inteligencia artificial como se mencionaba al principio).

En sí, la estructura de los árboles de decisión provee una funcionalidad sumamente efectiva al momento de tomar decisiones ante determinados problemas, esto dentro de la cual se estiman cuales son las opciones e investigar las posibles consecuencias de seleccionar cada una de ellas.

Contribuyendo a construir una imagen balanceada de los riesgos y recompensas asociados con cada posible curso de acción.

Los árboles de decisión proveen ese método efectivo para la toma de decisiones debido a que:

- Claramente plantean el problema a modo que todas las opciones sean analizadas.
- Permite analizar totalmente las posibles consecuencias de tomar una decisión.
- Provee un esquema para cuantificar el costo de un resultado y la probabilidad de que suceda.
- Ayuda a realizar las mejores decisiones sobre la base de la información existente y de las mejores suposiciones.

Los árboles de decisión se adaptan especialmente bien a ciertos tipos de problemas. Básicamente, los casos para los que son apropiados son aquellos en los que:

- Los ejemplos pueden ser descritos como pares valor-atributo.
- La función objetivo toma valores discretos.
- Se pueden tomar hipótesis con disyunciones.
- Posible existencia de ruido en el conjunto de entrenamiento.
- Los valores de algunos atributos en los ejemplos del conjunto de entrenamiento pueden ser desconocidos.

Algunos ejemplos reales de utilización de este método son: realización de diagnósticos médicos, estudio del riesgo en la concesión de créditos bancarios, elaboración de horarios, etc.

Las ventajas de un árbol de decisión son:

- Resume los puntos de partida, permitiendo la clasificación de nuevos casos siempre y cuando no existan modificaciones sustanciales en las condiciones bajo las cuales se generaron los puntos que sirvieron para su construcción.
- Facilita la interpretación de la decisión adoptada.
- Proporciona un alto grado de comprensión del conocimiento utilizado en la toma de decisiones.

- Explica el comportamiento respecto a una determinada tarea de decisión.
- Reduce el número de variables independientes.
- Es una magnífica herramienta para el control de la gestión empresarial.

REDES NEURONALES

Artificiales es un método muy utilizado en la Inteligencia Artificial pues permite recrear artificialmente las funcionalidades de un complejo cerebro humano, debido a su completa funcionalidad resulta un tanto increíble la idea de recrear la funcionalidad del cerebro de forma artificial en un segmento de código, sin embargo, la lógica funcional de un cerebro actúa de acuerdo a los conocimientos previos y presentes que se adquieren por medio del aprendizaje. Al valerse de ello, por medio de las redes neuronales artificiales se logra almacenar los conocimientos aprendidos útiles para la resolución de problemas previamente delimitados en área, tiempo o categoría, además por medio de sub métodos de aprendizaje un sistema inteligente que emplee el método de redes neuronales artificiales es capaz de optimizar su habilidad de resolución de problemas.

Aunque bien es cierto que no existe un sistema inteligente que emplee un solo método de inteligencia artificial, las redes neuronales artificiales son unos de los métodos más indispensables y más utilizados para dichos sistemas, es un complemento muy funcional que se adapta fácilmente para trabajar en conjuntos con otros métodos propios de la inteligencia artificial.

Ahora bien, al ver la gran cantidad de ventajas y beneficios que se obtiene de un sistema que implementa la inteligencia artificial en el ámbito de enseñanza-aprendizaje no está demás el deseo de implementar en nuestra institución un sistema tutor inteligente para aumentar el aprendizaje de los estudiantes con metodologías más efectivas, por lo que métodos de programación en la inteligencia artificial como las redes neuronales artificiales, entre otras, serán herramientas indispensables para lograr el cometido siendo de primordial interés tener un conocimiento exacto y preciso sobre la implementación de las redes neuronales artificiales para una implementación efectiva en el sistema.

ANTECEDENTES

Conseguir diseñar y construir máquinas capaces de realizar procesos con cierta inteligencia ha sido uno de los principales objetivos de los científicos a lo largo de la historia. De los intentos realizados en este sentido se han llegado a definir las líneas fundamentales para la obtención de máquinas inteligentes: En un principio los esfuerzos estuvieron dirigidos a la obtención de **autómatas**, en el sentido de máquinas que realizaran, con más o menos éxito, alguna función típica de los seres humanos.

DEFINICIONES DE UNA RED NEURONAL

Existen numerosas formas de definir a las redes neuronales; desde las definiciones cortas y genéricas hasta las que intentan explicar más detalladamente qué son las redes neuronales. Por ejemplo:

- 1) Una nueva forma de computación, inspirada en modelos biológicos.
- 2) Un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos procesales organizados en niveles.
- 3) Un sistema de computación compuesto por un gran número de elementos simples, elementos de procesos muy interconectados, los cuales procesan información por medio de su estado dinámico como respuesta a entradas externas.
- 4) Redes neuronales artificiales son redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples (usualmente adaptativos) y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico.
- 5) Una red neuronal es un procesador masivamente paralelo distribuido que es propenso por naturaleza a almacenar conocimiento experimental y hacerlo disponible para su uso. Este mecanismo se parece al cerebro en dos aspectos
- 6) El conocimiento es adquirido por la red a través de un proceso que se denomina aprendizaje.
- 7) El conocimiento se almacena mediante la modificación de la fuerza o peso sináptico de las distintas uniones entre neuronas.
- 8) Una red neuronal es un modelo computacional con un conjunto de propiedades específicas, como son la habilidad de adaptarse o aprender, generalizar u organizar la información, todo ello basado en un procesamiento eminentemente paralelo.

Así que una red neural se puede definir en dos cosas: un intento de imitar nuestra forma de pensar, por otro lado un algoritmo basado en la paralelización masiva, esto es al contrario de los sistemas habituales que se basan en procesar las cosas en serie. Así es también la forma de pensar del ser humano.

Muchas veces se dice que las computadoras han superado al ser humano, sin embargo no somos capaces de mantener una buena conversación con uno, y cosas que para nosotros son tan sencillas como por ejemplo reconocer un rostro, colores. Para las computadoras basadas en algoritmos en serie son casi imposibles. Porque si nosotros hablamos de un animal que por ejemplo "tiene pico" rápidamente pensamos que es un pájaro.

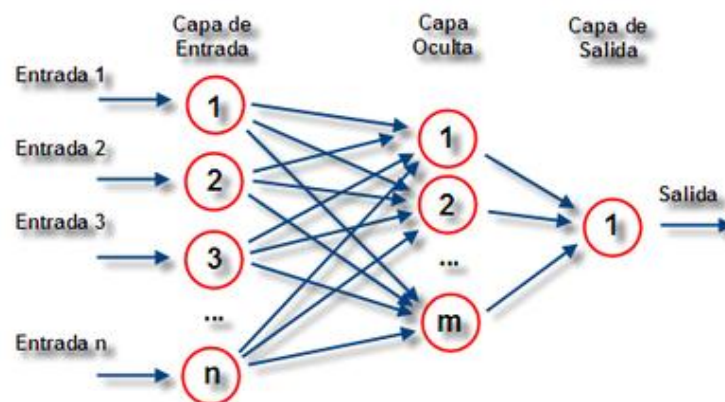
Sin embargo una computadora tendría que buscar recursivamente en sus bases de datos sobre animales, uno por uno, hasta encontrar la mayor coincidencia. Por ejemplo la reunión pasada hablábamos sobre el famoso campeón de ajedrez su oponente se llama "Deep Blue" es una computadora el cual buscaba recursivamente las posibles jugadas que realiza en su turno al ajedrez, pero no elimina las jugadas automáticamente como hace el jugador humano.

Entonces nos preguntamos ¿Cuál es la base de nuestro pensamiento? La clasificación de patrones, y la reacción ante ellos. Durante todo el día estamos clasificando cosas; lo que vemos lo identificamos respecto a un concepto, utilidad, etc. Respondemos con patrones de conducta grabados a situaciones conocidas como puede ser algo tan sencillo como ir de compras.

Distinguimos el estado de ánimo de aquel con quien hablamos, y constantemente analizamos sus gestos y palabras, dividiéndolas según los significados que implican o su entonación. Incluso, cuando juzgamos algo como "bueno" o "malo", cuando pensamos que algo es "justo" o "injusto", no estamos más que haciendo una clasificación...

Parándose a pensar, es fácil ver cómo la mayoría de nuestra actividad responde a este funcionamiento de clasificación de entradas en patrones. La base del aprendizaje es el estímulo positivo/negativo; estímulos positivos refuerzan conductas mientras que los negativos disminuyen la probabilidad de que ocurran. Evidentemente, hay una pequeña base genética para determinar qué es positivo y qué negativo, que luego se complejiza enormemente hasta llegar a un punto en que estamos totalmente condicionados por nuestro ambiente. Somos capaces, incluso, de vencer "instintos" como el de supervivencia o el de reproducción, y de tener una visión muy personal de lo que significa un estímulo positivo y uno negativo.

FUNCIONAMIENTO



Red neuronal artificial perceptrón simple con n neuronas de entrada, m neuronas en su capa oculta y una neurona de salida.

Las redes neuronales consisten en imitar las propiedades de un sistema neuronal real por medio de modelos matemáticos creados por mecanismos artificiales con el objetivo de que un sistema de respuestas parecidas a las que un cerebro.

¿Cómo funcionan las redes neuronales? Cada neurona recibe una serie de entradas por medio de conexiones internas y proporciona una salida. Esta salida está dada por tres funciones:

Una función de propagación, que por lo general consiste en el sumatorio de cada entrada multiplicada por el peso de su interconexión. Si el peso es positivo, la conexión se denomina excitatoria; si es negativo, se denomina inhibitoria.

Una función de activación, que modifica a la anterior. Puede no existir, en este caso la salida sería la función de propagación.

Una función de transferencia, que se aplica al valor que devuelve la función de activación. Se utiliza para acotar la salida de la neurona y generalmente viene dada por la interpretación que queramos darle a dichas salidas.

DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE UNA RNA

El objetivo del programador es modelar matemáticamente el problema que se está tratando y posteriormente formular una solución (programa) por medio de un algoritmo codificado que tenga una serie de propiedades que permitan resolver dicho problema. El proceso por el que los parámetros de la red se adecúan a la solución de cada problema no se denomina genéricamente programación sino que se suele denominar entrenamiento neuronal.

Por ejemplo en una red que se va a aplicar al diagnóstico de imágenes médicas; durante la fase de entrenamiento el sistema recibe imágenes de tejidos que se sabe son cancerígenos y tejidos que se sabe son sanos, así como las respectivas clasificaciones de dichas imágenes. Si el entrenamiento es el adecuado, una vez concluido, el sistema podrá recibir imágenes de tejidos no clasificados y obtener su clasificación sana o no sana con un buen grado de seguridad.

La formulación de modelos del funcionamiento cerebral se aborda hoy desde una óptica multidisciplinar: psicólogos cognitivos, neurofisiólogos, matemáticos, físicos, ingenieros, estudiosos de las ciencias de la computación, convergen en esta temática dando lugar a una "fertilización cruzada", ya que cada disciplina toma de las otras nuevos estilos o aproximaciones en el análisis de problemas

- Enfoque computacional: Desde esta aproximación se intentan desarrollar modelos de computación eficientes, con la máxima potencia y simplicidad. Dentro de este enfoque destacaríamos el área del aprendizaje inductivo y el área de reconocimiento de formas.
- Enfoque cognitivo: Se interesa sobre todo por las capacidades cognitivas de estos modelos, sin considerar la necesidad de mantener una plausibilidad biológica. Busca modelos cognitivos potentes y sencillos, centrándose sobre todo en la problemática de la representación del conocimiento.
- Enfoque biocognitivo: Parecido al anterior pero tomando como premisa la plausibilidad biológica de los modelos. Esto no supone un respeto y fidelidad absolutos a los procesos neurofisiológicos, sino que tratan de recrear las características generales de dichos mecanismos para aplicarlos a las tareas típicamente cognitivas (lenguaje natural, visión, etc.), aprovechando las cualidades inherentes al cerebro como procesador de información.
- Enfoque psicofisiológico: trata de comprender los mecanismos naturales implicados en los procesos cognitivos reales: percepción, razonamiento, memoria, etc. Resulta interesante en cuanto permite poner a prueba teorías psicológicas y neurofisiológicas.

ANALOGÍA CON LAS REDES NEURONALES BIOLÓGICAS

Las neuronas se modelan mediante unidades de proceso. Cada unidad de proceso se compone de una red de conexiones de entrada, una función de red (de propagación), encargada de computar la entrada total combinada de todas las conexiones, un núcleo central de proceso, encargado de aplicar la función de activación, y la salida, por dónde se transmite el valor de activación a otras unidades.

La función de red es típicamente el sumatorio ponderado, mientras que la función de activación suele ser alguna función de umbral o una función sigmoideal.

- Función de propagación o de red: Calcula el valor de base o entrada total a la unidad, generalmente como simple suma ponderada de todas las entradas recibidas, es decir, de las entradas multiplicadas por el peso o valor de las conexiones. Equivale a la combinación de las señales excitatoria e inhibitorias de las neuronas biológicas.
- Función de activación: Es quizás la característica principal o definitoria de las neuronas, la que mejor define el comportamiento de la misma. Se usan diferentes tipos de funciones, desde simples funciones simples de umbral a funciones no lineales. Se encarga de calcular el nivel o estado de activación de la neurona en función de la entrada total.

- **Conexiones ponderadas:** hacen el papel de las conexiones sinápticas, el peso de la conexión equivale a la fuerza o efectividad de la sinapsis. Las existencias de conexiones determinan si es posible que una unidad influya sobre otra, el valor de los pesos y el signo de los mismos definen el tipo (excitatoria/inhibitorio) y la intensidad de la influencia.
- **Salida:** calcula la salida de la neurona en función de la activación de la misma, aunque normalmente no se aplica más que la función identidad, y se toma como salida el valor de activación. El valor de salida cumpliría la función de la tasa de disparo en las neuronas biológicas. De momento consideramos el caso más simple, aunque en el apartado de sistemas neurofuzzy veremos un caso en que se utiliza una función de salida diferente a la identidad.

Ventajas

Las redes neuronales artificiales (RNA) tienen muchas ventajas debido a que está basado en la estructura del sistema nervioso, principalmente el cerebro.

Aprendizaje: habilidad de aprender mediante una etapa que se llama etapa de aprendizaje. Consiste en proporcionar los datos de entrada y al mismo tiempo indicarle cual será la salida o solución.

Auto organización: crea su propia representación de la información en su interior, descargando al usuario de esto.

Tolerancia a fallos: Debido a que una RNA almacena la información de forma redundante, ésta puede seguir respondiendo de manera aceptable aun si se daña parcialmente.

APRENDIZAJE:

Para cada tipo de aprendizaje encontramos varios modelos propuestos por diferentes autores:

Aprendizaje por corrección de error

Consiste en ajustar los pesos de las conexiones de la red en función de la diferencia entre los valores deseados y los obtenidos en la salida de la red; es decir, en función del error cometido en la salida.

Un algoritmo muy conocido que permite un aprendizaje rápido es propuesto por Widrow 60, denominado regla delta o regla del mínimo error cuadrado (LMS Error: Least-Mean-Squared Error), que se aplicó en las redes desarrolladas por los mismos, conocidas como ADALINE y MADALINE).

Widrow 60 definieron una función que permitiría cuantificar el error global cometido en cualquier momento durante el proceso de entrenamiento de la red, lo cual es importante, ya que cuanto más información se tenga sobre el error cometido, más rápido se puede aprender.

Aprendizaje por refuerzo

Es un aprendizaje más lento que el anterior, que se basa en la idea de no disponer de un ejemplo completo del comportamiento deseado; es decir, de no indicar durante el entrenamiento exactamente la salida que se desea que proporcione la red ante una determinada entrada.

En el aprendizaje por refuerzo la función del supervisor se reduce a indicar mediante una señal de refuerzo si la salida obtenida en la red se ajusta a la deseada (éxito = +1 o fracaso = -1), y en función de ello se ajustan los pesos basándose en un mecanismo de probabilidades.

Aprendizaje estocástico

Este tipo de aprendizaje consiste básicamente en realizar cambios aleatorios en los valores de los pesos de las conexiones de la red y evaluar su efecto a partir del objetivo deseado y de distribuciones de probabilidad.

En el aprendizaje estocástico se suele hacer una analogía en términos termodinámicos, asociando la red neuronal con un sólido físico que tiene cierto estado energético. En el caso de la red, la energía de la misma representaría el grado de estabilidad de la red, de tal forma que el estado de mínima energía correspondería a una situación en la que los pesos de las conexiones consiguen que su funcionamiento sea el que más se ajusta al objetivo deseado.

Según lo anterior, el aprendizaje consistiría en realizar un cambio aleatorio de los valores de los pesos y determinar la energía de la red. Si la energía es menor después del cambio; es decir, si el comportamiento de la red se acerca al deseado, se acepta el cambio; de lo contrario, se aceptaría el cambio en función de una determinada y preestablecida distribución de probabilidades.

Estructuras de conexión de atrás hacia delante

Una red neuronal se determina por la neurona y la matriz de pesos. El comportamiento de la red depende en gran medida del comportamiento de la matriz de pesos. Hay tres tipos de capas de neuronas: la de entrada, las ocultas y la de salida. Entre dos capas de neuronas existe una red de pesos de conexión, que puede ser de los siguientes tipos: Hacia delante, hacia atrás, lateral y de retardo.

Tamaño de las Redes Neuronales

En una red multicapa de propagación hacia delante, puede haber una o más capas *ocultas* entre las capas de entrada y salida. El tamaño de las redes depende del número de capas y del número de neuronas ocultas por capa.

Número de capas: en una red multicapa, hay una o más capas de neuronas ocultas entre la entrada y la salida. El número de capas se cuenta a menudo a partir del número de capas de pesos (en vez de las capas de neuronas).

Número de unidades ocultas: El número de unidades ocultas está directamente relacionado con las capacidades de la red. Para que el comportamiento de la red sea correcto (esto es, generalización), se tiene que determinar apropiadamente el número de neuronas de la capa oculta.

Desventajas

Desafortunadamente, las máquinas hoy en día son serie - sólo ejecutan una instrucción a la vez. Por ello, modelar procesos paralelos en máquinas serie puede ser un proceso que consuma mucho tiempo. Como todo en este día y época, el tiempo es esencial, lo que a menudo deja las redes neuronales fuera de las soluciones viables a un problema.

Otros problemas con las redes neuronales son la falta de reglas definitorias que ayuden a construir una red para un problema dado - hay muchos factores a tomar en cuenta: el algoritmo de aprendizaje, la arquitectura, el número de neuronas por capa, el número de capas, la representación de los datos y mucho más. De nuevo, con el tiempo siendo tan importante, las compañías no pueden permitirse invertir tiempo de desarrollo para resolver los problemas eficientemente. Esto puede cambiar al avanzar las redes neuronales.

APLICACIONES DE LAS REDES NEURONALES

Las redes neuronales son una tecnología computacional emergente que puede utilizarse en un gran número y variedad de aplicaciones, tanto como comerciales como militares.

Hay muchos tipos diferentes de redes neuronales, cada uno de los cuales tiene una aplicación particular más apropiada. Separándolas según las distintas disciplinas algunos ejemplos de sus aplicaciones son:

Empresa:

- Reconocimiento de caracteres escritos.
- Identificación de candidatos para posiciones específicas.
- Optimización de plazas y horarios en líneas de vuelo.
- Explotación de bases de datos.
- Evaluación de probabilidad de formaciones geológicas y petrolíferas.
- Síntesis de voz desde texto.

Medio Ambiente

- Analizar tendencias y patrones.
- Previsión del tiempo.

Finanzas

- Previsión de la evolución de los precios.
- Valoración del riesgo de los créditos.
- Identificación de falsificaciones.
- Interpretación de firmas.

Manufacturación

- Robots automatizados y sistemas de control (visión artificial y sensores de presión, temperatura, gas, etc.)
- Control de producción en líneas de proceso.
- Filtrado de señales.

Medicina

- Analizadores del habla para la ayuda de audición de sordos profundos.
- Diagnóstico y tratamiento a partir de síntomas y/o de datos analíticos (encefalograma).
- Monitorización en cirugía.
- Lectoras de Rayos X.
- Entendimiento de causa de ataques epilépticos.

Militares

- Clasificación de las señales de radar.
- Creación de armas inteligentes.
- Optimización del uso de recursos escasos.

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizaron reuniones previas con un asesor externo a la institución para analizar algunos temas de inteligencia artificial y también con el propósito de enfocar el rumbo de la investigación desde un inicio a temas puntuales que permitieron agregar más valor a esta, así como para delimitarla.

Con el propósito de determinar el área de estudio adecuada y el rumbo específico de la investigación para este año 2010 se planificaron entrevistas con profesionales sobre temas de inteligencia artificial, donde recientemente se obtuvo la valiosa colaboración del Ing. Eduardo Rivera, profesional graduado como Máster en Inteligencia Artificial, con Especialidad en Minería de Datos, de la Universidad Politécnica de Cataluña, actualmente desempeña el cargo de Director Programas del Centro de Estudio de Postgrados de la Universidad Don Bosco, El Salvador.

En la entrevista que se le realizó en el mes de febrero del presente año, se obtuvieron excelentes resultados, así como nuevos enfoques para la investigación y se construyeron las bases para la formulación de nuevos alcances y la determinación del estudio nuevas áreas sumamente importantes para la creación progresiva de sistemas inteligentes desde sus fundamentos de análisis lógico y de patrones

Otra actividad de suma importancia que permitirá generar los conocimientos necesarios para el proyecto son las reuniones del equipo de investigación conformado por la Directora, Docente investigador, Docente colaborador de la Escuela de Ingeniería en Computación y los alumnos más destacados de la carrera que han sido seleccionados por su excelente rendimiento académico y habilidades de análisis e investigación. Estas reuniones se definieron periódicamente por semana para aportar, analizar y evaluar los avances del proyecto

Además de estas actividades a continuación se coordinaron otras actividades a realizar en el proceso de investigación, que se han clasificado en dos grupos: en el primer grupo están las actividades “básicas”, es decir, las que no se refieren a ningún campo de aplicación concreto, mientras que en el otro grupo hemos incluido dos tareas aplicadas.

A) Actividades básicas

Definición formal del enfoque basado en inteligencia artificial

En esta línea de investigación se busca definir un marco teórico que sustente el diseño y la forma de evaluación del sistemas inteligentes de tutorización y aprendizaje, presentando las diferentes visiones existentes acerca de los diseño, planteando un marco teórico general con base en la ingeniería de software, los sistemas inteligentes, la psicología cognitiva y las ciencias de la educación y elaborando una extensión metodológica específica que cautele los aspectos para el diseño del sistema inteligente para la resolución de problemas.

Además aquí se recomendarán las estrategias para trabajar en los aspectos metodológicos de diseño de técnicas y modelos, proponer la arquitectura del sistema inteligente de tutorización e identificar los modelos adecuados para el estudiante, la selección de la metodología de enseñanza y el modelo del tutor en el software.

Estudio de modelos, técnicas y algoritmos de inteligencia artificial.

En esta línea de investigación se explora la posibilidad de utilizar herramientas que asistan al ingeniero encargado de la investigación y al equipo en el proceso de diseño y desarrollo del modelo del sistema inteligente orientado a enseñar la lógica de programación así como analizar la necesidad de generar modelos de representación propios para este tipo de sistemas que en particular dirige su atención temas de lógica de programación.

El objetivo es conocer y aplicar métodos probabilísticos, de decisión y de razonamiento lógico, que se adapten al sistema y que a la vez permita una representación prácticamente equivalente a la de los modelos actuales, pero siendo mucho más fácil de construir y de aplicar a la enseñanza y aprendizaje de lógica de programación.

En ese punto de la investigación profundizó en aspectos relevantes sobre inteligencia artificial, sus modelos y herramientas, con el fin de orientarlas al desarrollo futuro del sistema además de escoger las técnicas más aplicables para la resolución de problemas en el sistema. Podemos mencionar algunas tales como:

- Razonamiento basado en casos
- Árboles de decisión
- Redes bayesianas
- Algoritmos genéticos
- Algoritmos racionales
- Sistemas de Deducción y Razonamiento
- Redes neuronales
- Curvas Roc para análisis y pruebas de diagnóstico
- Sistemas Multiagentes
- Agentes racionales, entre otros.

B) Actividades de aplicación

Análisis de metodologías de enseñanza aplicadas al sistema inteligente mediante técnicas y métodos de inteligencia artificial.

Se estudiarán las metodologías que existen en la enseñanza formal, así como los teoremas de aprendizaje, con esto se busca generar una integración entre esa forma de enseñanza por parte del profesor hacia el estudiante, e incorporarla mediante técnicas de inteligencia artificial en el sistema inteligente de tutorización. Para lograr esto la investigación deberá apoyarse en el conocimiento y experiencia de expertos pedagogos y los conocimientos adquiridos por los docentes involucrados en el proyecto de investigación.

Formulación y evaluación del modelo basado en inteligencia artificial para el sistema inteligente de tutorización.

El equipo responsable del proyecto integrará sobre las bases de conocimiento adquirido para el sistema inteligente, los conceptos que son parte de la inteligencia artificial para generar un modelo basado en las técnicas de inteligencia artificial.

6. AVANCES Y RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados obtenidos del proyecto de investigación son los siguientes:

- Desarrollo de un nuevo modelo representativo basado en la aplicación de técnicas de inteligencia artificial para un sistema inteligente de tutorización para la enseñanza de temas de lógica de programación.
- Publicación de artículos con derechos de propiedad de la institución sobre temas de Inteligencia Artificial aplicada a un software como herramienta de aprendizaje.
- Espacio web de investigación en la página de la Escuela de Ingeniería en Computación para mostrar los avances y resultados.

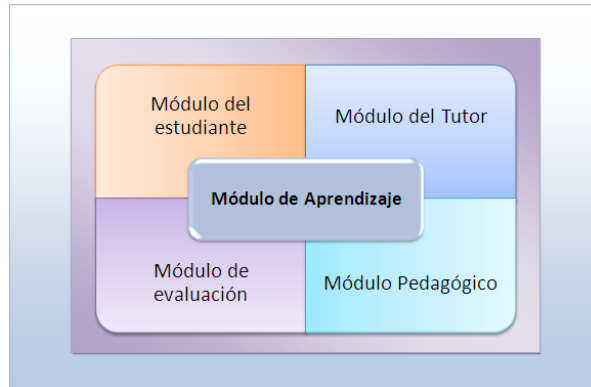
Algunos de los resultados transversales obtenidos en el desarrollo de ésta investigación han sido los siguientes:

- Docentes capacitados en temas de inteligencia artificial mediante áreas de aplicación de inteligencia artificial.
- Alumnos adquirieron conocimientos sobre inteligencia artificial y la aplicación de técnicas orientadas al software al participar de la investigación.
- Charla de inteligencia artificial para la población docente y estudiantil de la Escuela de Ingeniería en Computación impartida por el Ing. Eduardo Rivera, Master en Inteligencia Artificial en el mes de octubre.
- El material recopilado en la investigación estará accesible en la biblioteca y la Escuela de Ingeniería de Computación de ITCA-FEPADE para usos posteriores o consultas.

Entre algunos de los resultados se desarrolló la arquitectura y modelo de sistema basado en componentes de la tecnología de la información tales como: Software Educativo, Bases de datos Inteligentes y Software Inteligente (mediante Agentes inteligentes), combinados con un componente Psicopedagógico para crear una herramienta de autoevaluación que tenga en cuenta factores psicológicos, estilos cognitivos y de aprendizaje.

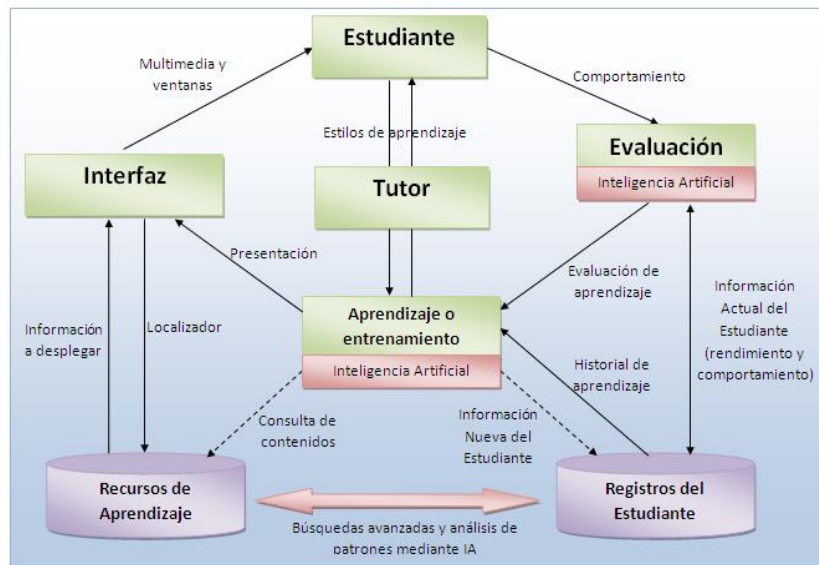
Arquitectura del sistema inteligente

Este sistema se construirá bajo la teoría de agentes inteligentes, y la creación de espacios de aprendizaje manejados mediante estos también; teniendo en cuenta que agente inteligente como "entidades que perciben y actúan en un entorno de forma razonada". Se realizará el diseño bajo las técnicas de ingeniería de software teniendo en cuenta esto se construirá un conjunto de agentes inteligentes cuyo funcionamiento es mediado por esta arquitectura y basados en técnicas de inteligencia artificial.



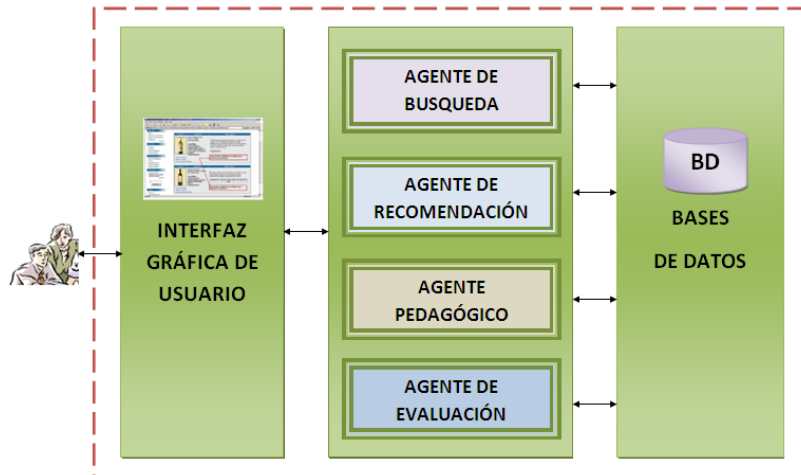
Módulos que integran el sistema inteligente de tutorización.

Estos módulos serán construidos en base a los modelos de desarrollo de la programación orientada a objetos, aplicando solo en los módulos respectivos los algoritmos basados en técnicas de inteligencia artificial. Existirán por tanto agentes que tendrán un papel primordial en algunas tareas del sistema lo que permitirá interactuar entre si. El siguiente modelo muestra la interacción que tendrán los componentes, módulos y demás en el sistema y cuáles de ellos tendrán su base en la aplicación de inteligencia artificial.



Arquitectura del sistema inteligente.

Los agentes serán construidos bajo las técnicas de construcción de sistemas inteligentes. Cada agente se construirá bajo modelos de sistemas aplicando la ingeniería de software y técnicas de inteligencia artificial, el funcionamiento de estos será bajo ambientes de ventanas para facilitar los procesos. Entre los agentes que intervienen en el sistema encontramos:



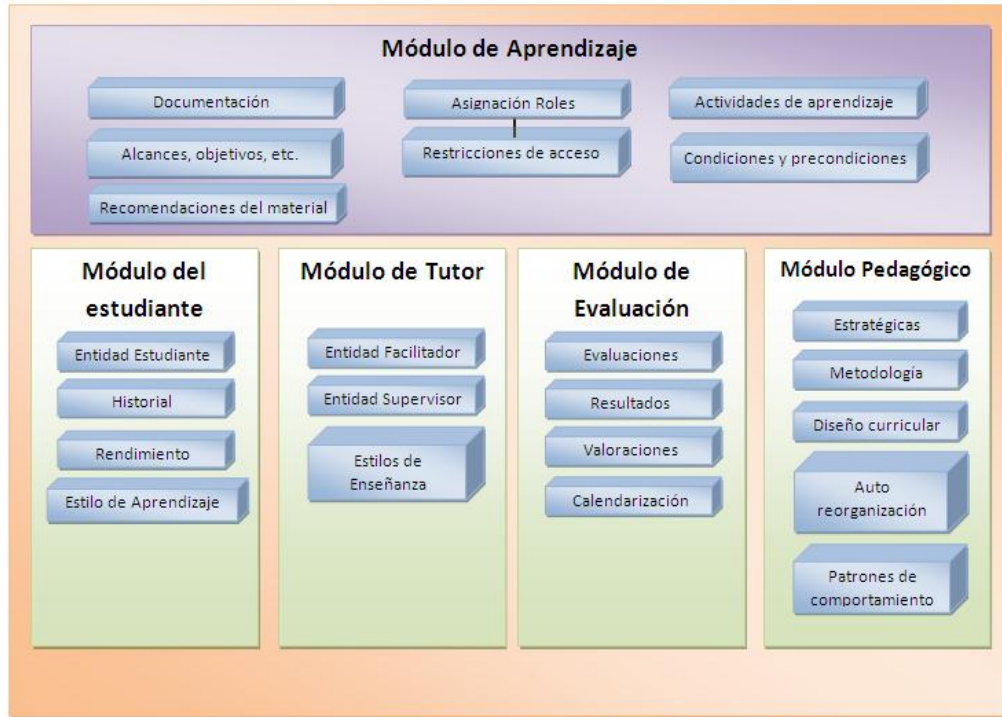
Arquitectura del sistema basado en agentes inteligentes

Agentes de Búsqueda: para búsqueda de información y recursos, se establecerá además una búsqueda más avanzada de información y recursos, que será autónomo y proactivo. Este agente se construirá basado en heurística.

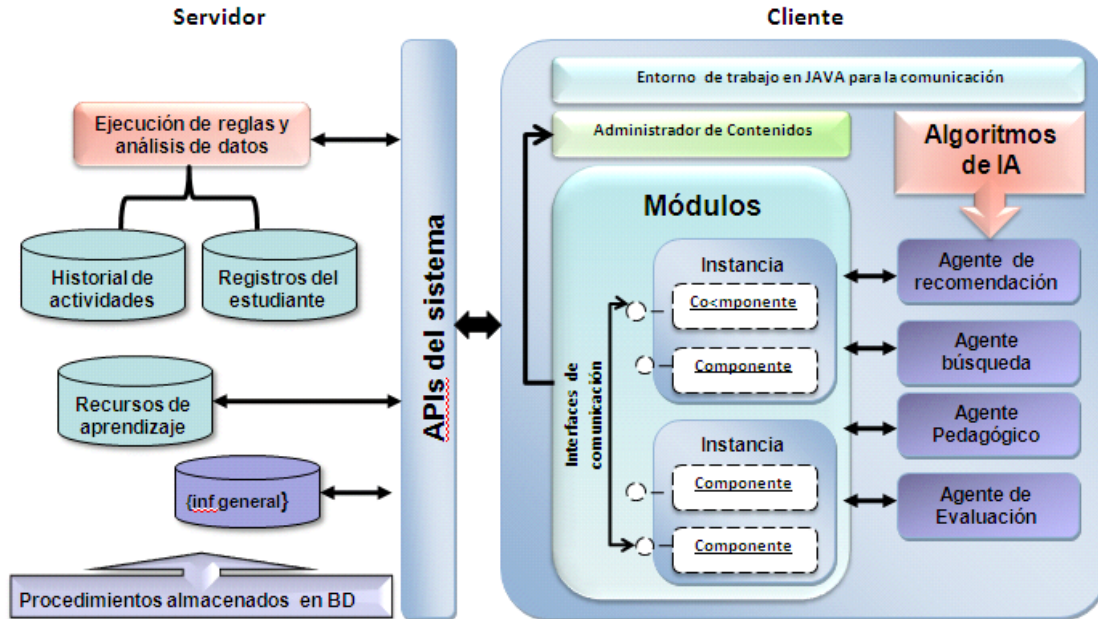
Agentes de Interfaz: este agente será útil en la presentación de información, administrar y gestionar los recursos multimedia, ofreciendo adaptabilidad y va incluido en todos los demás agentes.

Agente Evaluación: este agente será construido para guiar los procesos de evaluación. Este agente contará con una base de conocimiento dinámica muy amplia en la que se apoyará para tomar decisiones dentro de los procesos de evaluación.

Agente de Recomendación: agente con capacidad de razonamiento necesaria para hacer recomendaciones a los usuarios y demás agentes sobre cualquier circunstancia o cambio en los procesos de evaluación y de contenidos según el avance del estudiante.



Componentes en el modelo del sistema inteligente



Modelo de la plataforma para el sistema inteligente (Agentes Inteligentes y algoritmos de IA)

7. CONCLUSIONES

La inteligencia artificial es una ciencia que está proceso de desarrollo, algunos han pretendido que no es posible, dada la evidencia lograda a la fecha, pero otro mencionan que si es posible, justamente porque es una ciencia joven con alto potencial de desarrollo.

Nuestra propuesta de un Sistema Inteligente de Tutorización de aprendizaje puede proporcionar un avance tecnológico en el ámbito del conocimiento. Hemos podido comprobar a lo largo de este proyecto que es imprescindible que exista una interactividad del sistema y por parte del alumno, basándose en ella como premisa fundamental, en el que el sistema no solamente mantiene despierta cierta atención durante el aprendizaje sino que, además, a partir de las respuestas y acciones que realiza el alumno, es capaz de guiar y tutorizar su estudio, convirtiendo este en práctica y experiencia.

Se trabajaron varios diseños de módulos del sistema y la arquitectura del mismo, en donde los agentes de evaluación de interfaz, entre otros generaron nuevos enfoques sobre la arquitectura pertinente para la construcción del sistema.

Por otra parte se inicio el estudio y construcción de modelos y estrategias de evaluación teniendo en cuenta los factores psicológicos, estilos de aprendizaje y cognitivo e incluyendo ahí las técnicas de inteligencia artificial estudiadas.

La interfaz y presentación, además del estudio de las diferentes arquitecturas y técnicas de presentación, se deben contemplar en la posterior fase de desarrollo del prototipo del sistema donde se harán los estudios sobre los elementos hipermedia mas adaptables. Para el 2011 se espera tener el primer prototipo del sistema inteligente terminado y probado integrado por todo conjunto de agentes inteligentes, por lo que es necesario terminar la construcción de cada uno de los agentes en la práctica, y luego se procederá a cada una de las respectivas pruebas e implementación.

8. RECOMENDACIONES

Sería aconsejable darle continuidad a las siguientes recomendaciones:

1. Diseñar y evaluar las interfaces a ser utilizados en el sistema, para verificar desde un principio que cumplen con los criterios de interoperabilidad.
2. Diseñar los módulos del sistema incorporando donde sea posible técnicas y algoritmos de inteligencia artificial en el sistema.

3. Desde una perspectiva práctica el trabajo inicial realizado para el proyecto debería continuar ampliándose y así completar todas las fases de diseño normal de un software analizando como puede darse la integración del conjunto de técnicas de inteligencia artificial.
4. Deberá tenerse sumo cuidado al momento de diseñar el contenido de acuerdo al estilo de aprendizaje del estudiante aplicando para esto las técnicas o métodos adecuados de búsquedas y selección de información basados en IA.
5. Crear un marco delimitado de cuáles serán las habilidades esperadas que obtenga el estudiante por cada contenido abarcado y su correspondiente evaluación.
6. El sistema debe Tutorizar al estudiante a fin de que pueda cumplir los objetivos del tema en tiempo y forma y asistirlo al mismo en los procesos de trabajo y evaluación
7. Incluir un modulo de diagnóstico sobre el rendimiento académico de los estudiantes y proveerles de herramientas para mejorar su aprendizaje.
8. Dejar al máximo posible que el sistema sea lo suficientemente flexible para permitir que cada estudiante, de acuerdo a su nivel inicial y a su estilo de aprendizaje pudiera elegir "su propio" método de enseñanza.

9. GLOSARIO

Conocimiento procedural: Conocimiento descrito en una serie de procedimientos que permiten resolver un problema.

Enseñanza socrática: Enseñanza que se enfoca en formular preguntas a los estudiantes en vez de darles respuestas, moldeando una mente inquisitiva y exploradora mediante el sondeo continuo, a través de preguntas, sobre un tema.

Psicopedagogía: es la ciencia que permite estudiar a la persona y el entorno en el que se desarrolla su aprendizaje, según el ambiente o en diversos contextos dentro de la Educación

Cognoscitivismo: es una teoría del conocimiento que profesa que la comprensión de las cosas se basa en la percepción de los objetos y de las relaciones e interacciones entre ellos. El cognoscitivismo establece que la apreciación de la realidad es adecuada cuando se pueden establecer relaciones entre las entidades.

RUP: proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas.

Sistema Inteligente: Es un programa de computación que reúne características y comportamientos asimilables al de la inteligencia humana o animal.

Agente Inteligente: es aquel que emprende la mejor acción posible ante una situación dada.

Agente racional: hace lo correcto, en términos conceptuales, cada elemento de la tabla que define la función del agente se tendría que rellenar correctamente.

Agente de software: también llamados robots o softbots en entornos ricos y prácticamente ilimitados. El agente de software debe elegir, en tiempo real una entre muchas posibilidades

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Roger S. Pressman (2005). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. México, McGraw Hill, Sexta Edición.

Stuart J. Russell, Peter Norvig (2004). *Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno*. Prentice-Hall, 2da Edición

Guillermo Romero Jiménez y María Concepción Pérez Ocampo (1999). Sistema Tutorial Inteligente para el Autoentrenamiento en Sintonización de Sistemas de Control (SITSIN).

Revista IIE, Págs. 34 -39.

Yharllan Alex Rojas Correa / Teodulo Alfredo Muñoz (2007). *Mentor: Sistema Tutorial Inteligente para el Desarrollo de Habilidades en la Solución de Problemas Matemáticos*. Revista de investigación, Universidad La Salle, ISSN: 1657-6772, Colombia.

Ian Sommerville (2004). *Ingeniería del Software*. Prentice-Hall, Séptima Edición

Horia Nicolai Teodorescu, Junzo Watada, Lakhmi C. Jain (2009). *Intelligent Systems and Technologies: Methods and Applications (Studies in Computational Intelligence)*. Editorial Springer. Primera Edición.

Zulma Cataldi, Fernando J. Lage (2009). *Sistemas Tutores Inteligentes: Procedimientos, métodos, técnicas y herramientas para su creación*. Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad de Ingeniería. Artículo de Virtual Educa

Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, SeCyT 2007-2008. Proyecto de Investigación y Desarrollo: *Modelado del tutor basado en redes neuronales para un sistema tutor inteligente*. Programa código 25/C099.

García-Martínez, R., Britos, P., Ierache, J., Merlino, H., Ochoa, M. Fernández, E. (2007). *Líneas de Investigación del Laboratorio de Sistemas Inteligentes*. IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación Pág. 109-113

Hernández J., Plácido A. y Martín F. *Sistemas de Tutor Inteligente para enseñar a resolver problemas de electrónica*. Universidad de las Palmas de G.C., Departamento de Informática.

Fernando J. Lage y Zulma Cataldi. *Modelo de Sistemas Tutor Inteligente distribuido para educación a distancia*. LIEMA - Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Universidad Tecnológica Nacional Argentina

Martha W. Evens, Stefan Brande (2001). CIRCSIM-Tutor: An Intelligent Tutoring System Using Natural Language Dialogue. Midwest AI and Cognitive Science Conference, Oxford OH, pp. 16–23

sitios web

www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/MacarioMaterial/Sti.htm

Costa, Mario. *Sistemas Tutores Inteligentes*.

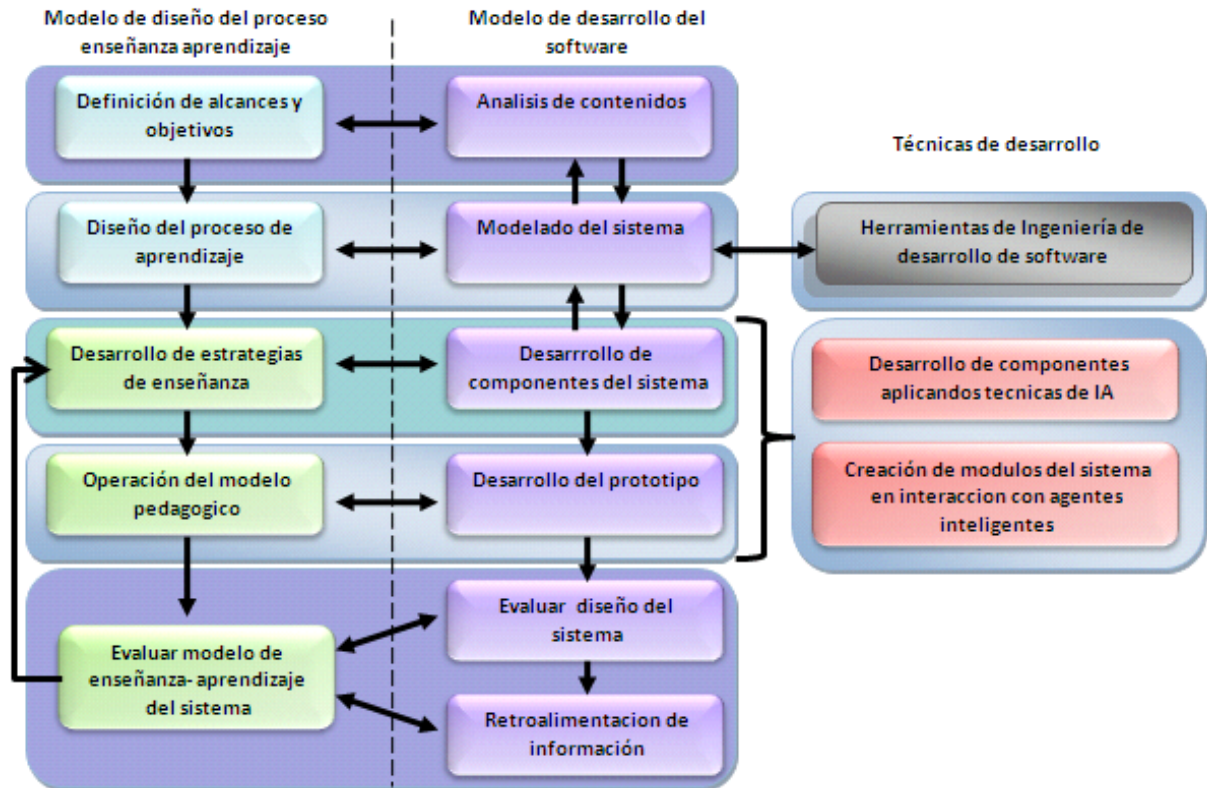
Última actualización: 2002

<http://aepia.lcc.uma.es/index.php/ia/issue/view/109>

Inteligencia Artificial Vol. 7, No 20 (2003)

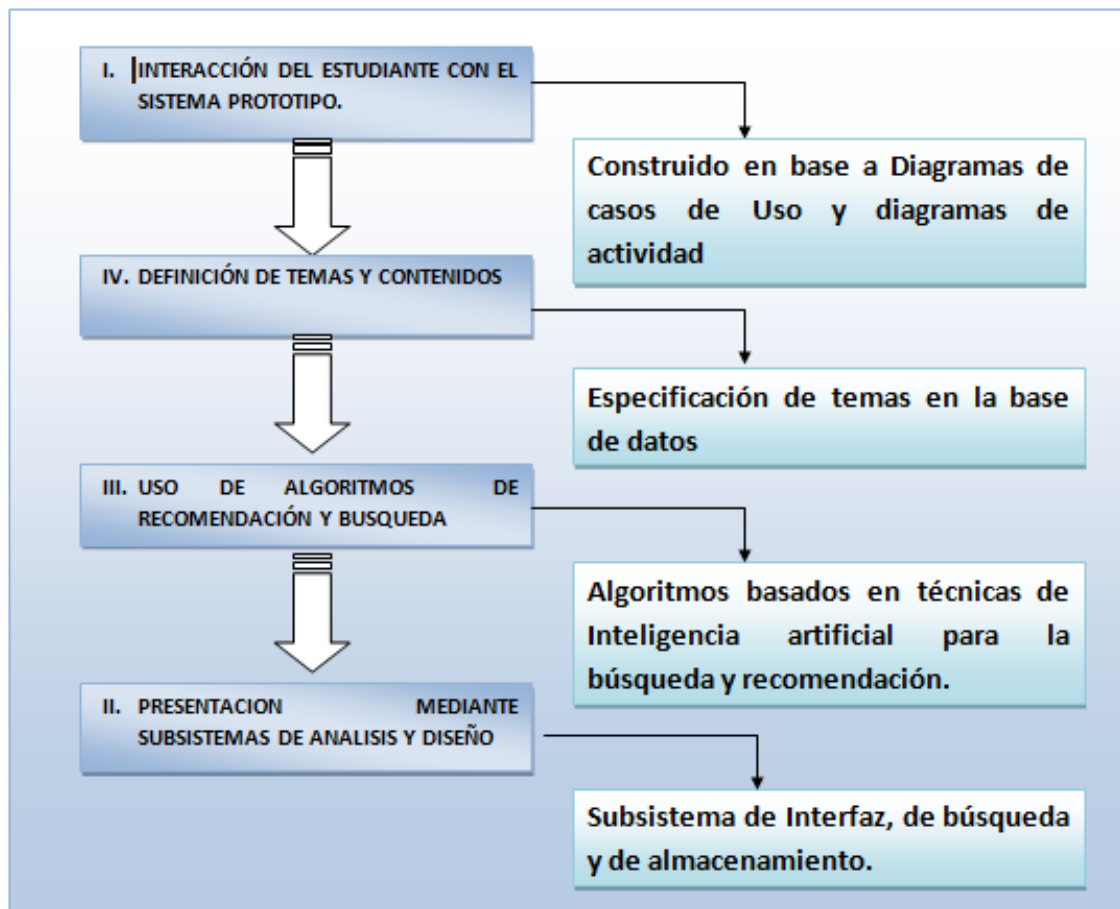
ANEXO 1

MODELO DEL CICLO DESARROLLO DEL SISTEMA INTELIGENTE



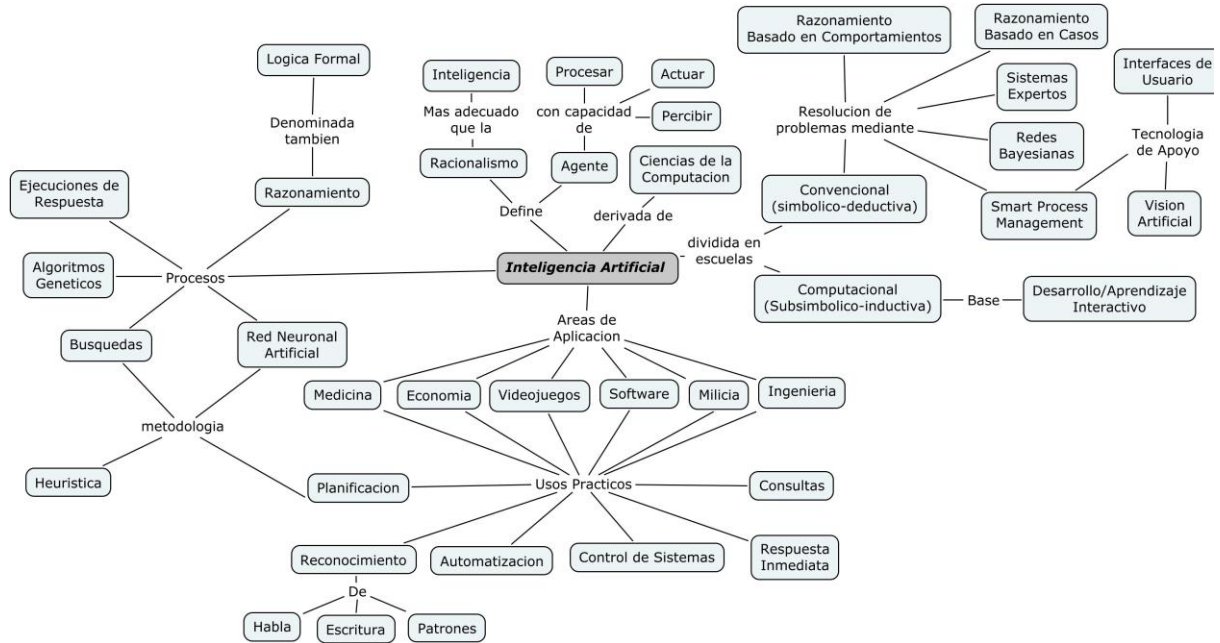
ANEXO 2

DISEÑO DE PROCESOS PARA LA RECOMENDACIÓN DE CONTENIDOS

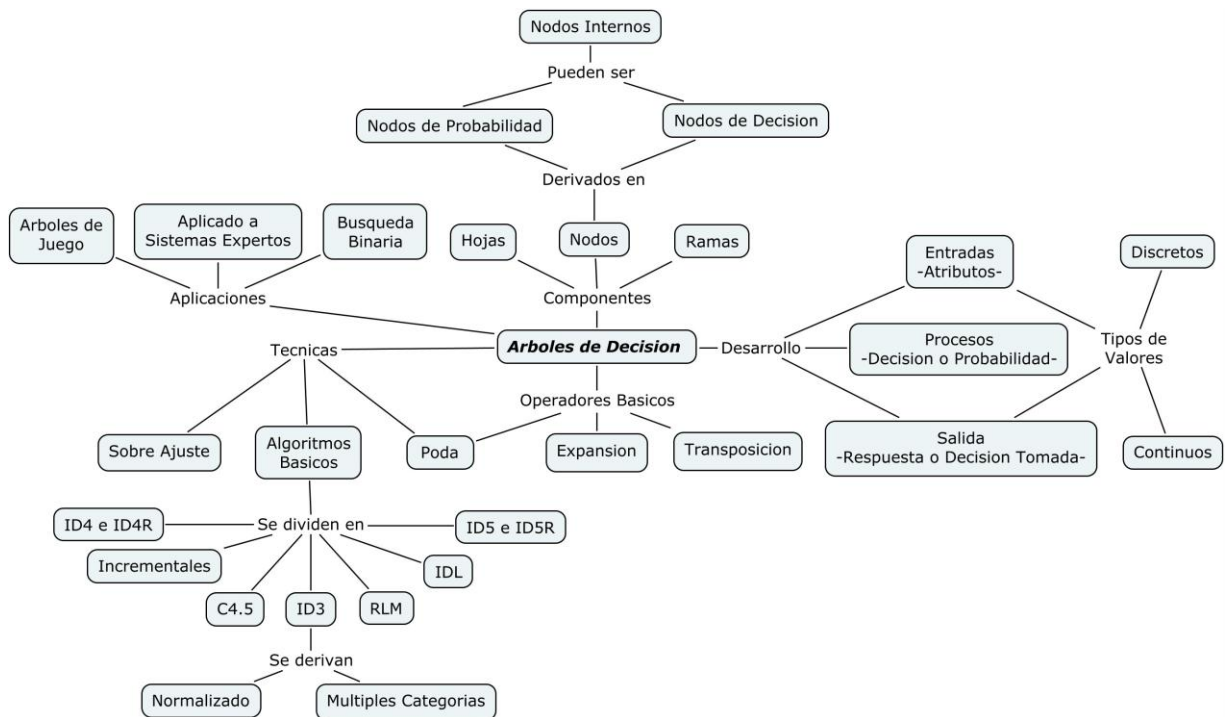


ANEXO 3 – MAPAS CONCEPTUALES

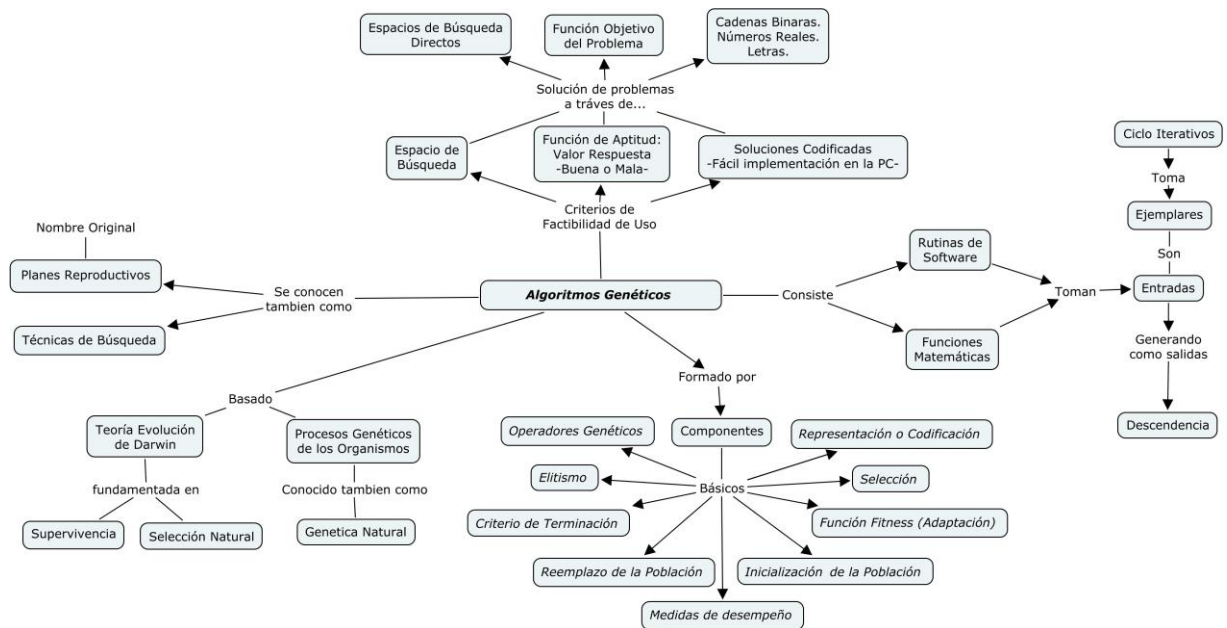
Inteligencia Artificial



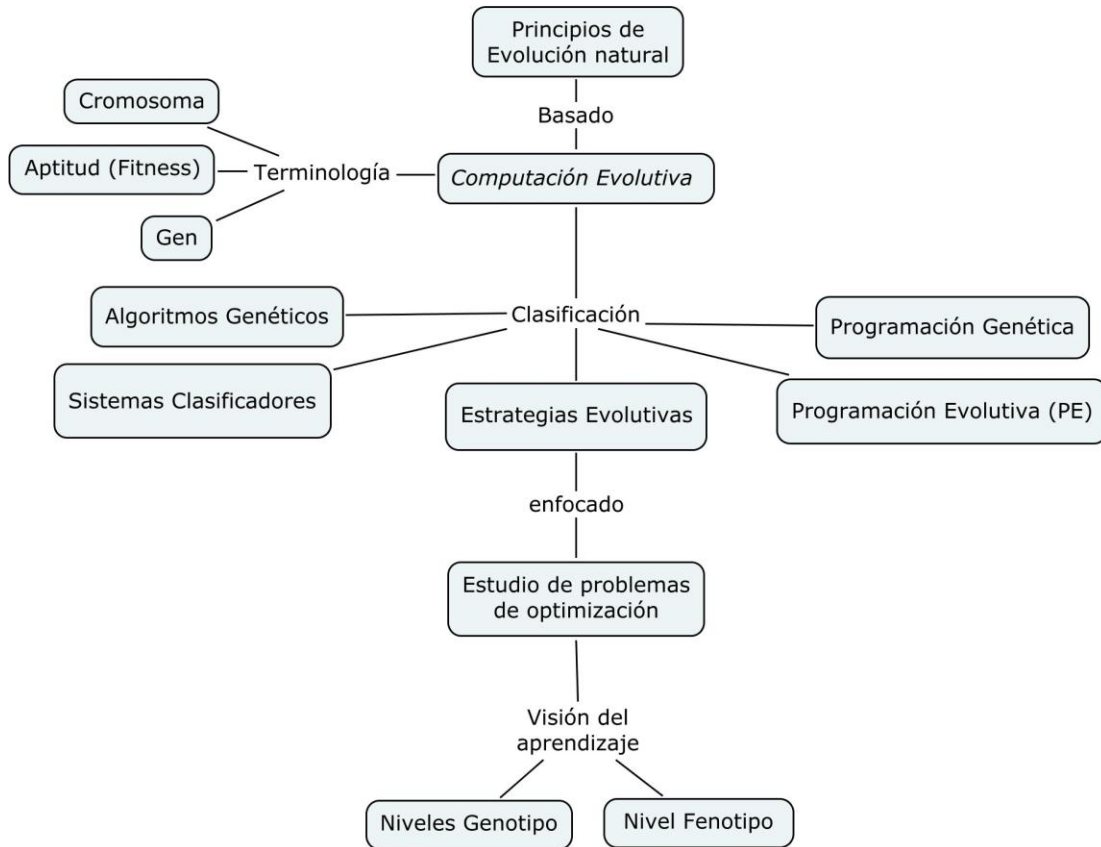
ÁRBOLES DE DECISIÓN



ALGORITMOS GENÉTICOS



COMPUTACIÓN EVOLUTIVA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial tanto como trabajadores y empresarios.

VALORES

- Excelencia**
- Espiritualidad**
- Comunicación**
- Integridad**
- Cooperación**

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

República de El Salvador en la América Central

FORMANDO PROFESIONALES PARA EL FUTURO



Nuestro método "APRENDER HACIENDO" es la diferencia
www.itca.edu.sv