

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA PARA GENERAR MICROMUNDOS
PARA LA ASIGNATURA DE ÁLGEBRA**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN
COMPUTACIÓN PRESENTAN:**

BERENICE HERNÁNDEZ MIRANDA

JORGE ALFONSO HACES ÁLVAREZ

DIRECTOR DE TESIS:

M. en E. ROSALBA RODRÍGUEZ CHÁVEZ



México, D.F.

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México por acogernos en sus aulas e instalaciones durante nuestros años de estudio de licenciatura, a los profesores los cuales con su dedicación e instrucción nos entregaron las herramientas necesarias para nuestra futura vida profesional.

BERENICE HERNÁNDEZ MIRANDA

A Rosa Miranda y Raúl Hernández, por ser mi gran ejemplo a seguir, por demostrarme que hasta en los peores momentos se puede salir adelante, por ser un gran ejemplo de lucha. Gracias por ser mis padres, mis amigos y por depositar su confianza en mí. Este logro es de ustedes por que sin su apoyo incondicional no hubiese podido cumplirlo. Por su amor, consejos, enseñanza, educación y bienestar gracias.

A Raúl y Marco Antonio por enseñarme a luchar por lo que se quiere, por apoyarme siempre, y enseñarme que no hay obstáculos para ser mejores seres humanos, mejores hijos, mejores hermanos y mejores padres. Por enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

Mirna, Yamil y Marquito, por siempre brindarme momentos agradables, inolvidables, por brindarme tranquilidad en los momentos más difíciles, por enseñarme que una sonrisa, un gesto o un abrazo son de lo más valioso que se puede tener en esta vida. Por formar parte de tan maravillosa familia.

Gracias a mis amigos y compañeros incondicionales, Elizabeth, Alexei y Ángel por su continuo y afectuoso aliento, por apoyarme siempre, con quienes aprendí dentro y fuera de un salón de clases. Y a todos aquellos compañeros que formaron parte de mi desarrollo como estudiante, y que me brindaron su apoyo en este camino.

A la M. en E. Rosalba Rodríguez Chávez, por ser mi asesora, por guiarme desde que inicie esta carrera, por ser mi amiga, profesora, y un gran ejemplo de persona.

En especial a Jorge Haces, gracias por ser mi acompañante en este trabajo que nos lleva a culminar una etapa importante de nuestra vida.

JORGE ALFONSO HACES ALVAREZ

Le ofrezco mi agradecimiento a la directora de esta tesis , M. en E. Rosalba Rodríguez Chávez, por la dedicación y apoyo que me ha brindado , por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección que ha facilitado la creación de este trabajo. Gracias por la confianza ofrecida desde que llegué a esta facultad.

Un trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales.

Gracias a mi familia, a mis padres Jorge Haces Cajiga y Ma. de la Luz Álvarez Sandoval, a mi hermana Brenda Lizbeth Haces Álvarez y mi madrina Teresa Cajiga Ortiz, porque con ellos compartí una infancia feliz, plena y con mucho amor.

Gracias a mi novia Cristina Velázquez, a sus padres por todo su apoyo, entrega y tiempo.

Gracias a mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión.

Sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el suyo.

A todos, muchas gracias

ÍNDICE

Introducción	1
1. Antecedentes de investigación	5
1.1 Teorías del aprendizaje	7
1.2 Constructivismo en la enseñanza de las matemáticas en Ingeniería.....	10
1.3 La educación en Ingeniería	13
1.3.1 La enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Ingeniería	15
1.3.2 La enseñanza-aprendizaje del álgebra en Ingeniería	21
1.3.3 La enseñanza de las matemáticas	23
1.4 Nuevas Tecnologías de la información y la comunicación	32
1.4.1 Historia de los Micromundos como apoyo a la enseñanza de las Matemáticas	36
1.4.2 Ventajas y desventajas del uso de micromundos en el proceso de enseñanza-aprendizaje	38
2. Ingeniería de conocimiento	41
2.1 Técnicas de adquisición de conocimientos	59
3. Bases de datos	71
3.1 Definición de las bases de datos	73
3.2 Fundamentos teóricos de las bases de datos	75
3.3 Bases de datos relacionales.....	102
3.4 Manejadores de bases de datos	107
4. Inteligencia Artificial	111

4.1 Historia de la inteligencia artificial	114
4.2 Técnicas de la inteligencia artificial	123
5. Desarrollo	143
5.1 Planteamiento.....	145
5.2 Objetivo.....	145
5.3 Metodología	146
5.4 Análisis	152
5.5 Diseño	157
5.5.1 Diagrama de flujo	157
5.5.2 Diseño de la base de datos	159
5.6 Implementación.....	160
6. Pruebas y conclusiones	173
Bibliografía.....	183

INTRODUCCIÓN

La formación científica de los ingenieros es de fundamental importancia para la adquisición de diversas competencias, conocimientos, habilidades y actitudes, por ejemplo: aprendizaje y manejo de Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, así como la resolución de problemas, entre otras.

Las Nuevas Tecnologías de la Información y la comunicación aunadas con la Inteligencia Artificial, apoyan en gran medida al desarrollo impetuoso de la ciencia y la tecnología, permitiendo el desarrollo de diversas metodologías, técnicas y dispositivos utilizados en el manejo y procesamiento de la información de diversas áreas. De manera general, estas tecnologías son usadas para adquirir, almacenar, manipular y transmitir información, entre otros.

La Inteligencia Artificial por su parte, cuenta con los micromundos que son ambientes de esparcimiento artificial apoyado por una computadora que permite la simulación de una situación (real o ideal), que genera un escenario relevante para el aprendizaje de diversas áreas, que en nuestro caso de estudio es enfocado a la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Un micromundo es presentado al usuario por medio de las computadoras, las cuales a su vez se convierten en herramientas útiles ya que aprovechan sus potencialidades de realimentación casi inmediata, de sus representaciones gráficas y de manipulación directa.

En el desarrollo de los micromundos se pueden incorporar técnicas y estrategias de enseñanza las cuales tienen la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Actualmente la técnica ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) ayuda a la formación científica de los futuros Ingenieros, esta técnica tiene por objetivo que los estudiantes aprendan del mundo real y de la acumulación de experiencia por virtud de su propio estudio e investigación. El aprendizaje basado en problemas implica una metodología que sugiere un cambio significativo involucrando la modificación del papel del docente y del estudiante, haciendo al docente desempeñar el papel de facilitador de aprendizaje mismo que apoyará a los estudiantes guiándolos a través de la resolución de problemas planteados. Debe además generar en ellos disposición para trabajar con un método distinto al de la

enseñanza tradicional, realimentándolos constantemente sobre su participación en la solución del problema y reflexionando con ellos sobre las habilidades, actitudes y valores estimulados por la forma de trabajo.

Por otro lado, el estudiante debe cambiar su forma de actuar, debe convertirse en un estudiante activo, que trabaja cooperativamente y que asume la responsabilidad de su proceso de aprendizaje.

El contar con un sistema de micromundos para la asignatura de Álgebra de la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería donde se utiliza la técnica ABP, apoyará al proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo orientar al estudiante hacia la importancia de esta asignatura como una herramienta básica para el resto de la carrera y de la vida de ingenieros que anhelan los estudiantes de nuevo ingreso.

El sistema para generar micromundos tiene como ventajas principales para el docente, el hecho de permitirle ser un mediador/facilitador del aprendizaje, debido a que es capaz de desarrollar conocimientos, habilidades, actitudes y valores en el mismo, por tal motivo el docente puede mejorar su proceso enseñanza-aprendizaje haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, uso de diversas estrategias de aprendizaje, fomentar el uso de aspectos comunicacionales y pedagógicos, así como actualizarse en el conocimiento de su asignatura. Por otro lado, el alumno podrá desarrollar diversas actividades para complementar el conocimiento adquirido en el aula y en otro tipo de material didáctico, lo cual permite una mejor formación como ingeniero, ya que los contenidos y metodología que se presentan en este sistema fomentará en los estudiantes la capacidad de razonar y ser creativos e innovadores en la solución de problemas del área de desarrollo que les compete.

Esta tesis abundará en el capítulo 1, las diferentes teorías del aprendizaje, la educación en ingeniería y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

En el capítulo 2, se abordarán las diferentes técnicas de adquisición de conocimientos que pertenecen a la Ingeniería de conocimiento.

En el capítulo 3, se mostrarán conceptos, definiciones, fundamentos teóricos, bases de datos relacionales y manejadores de bases de datos.

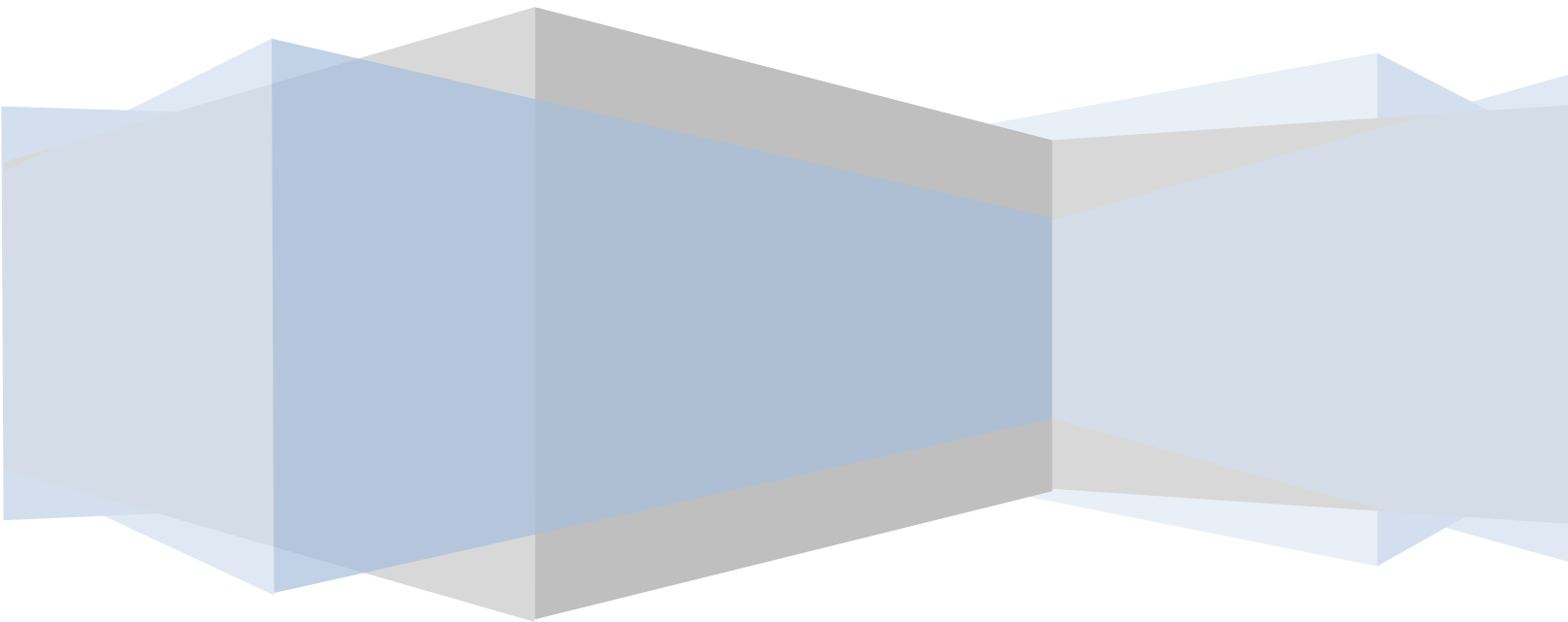
En el capítulo 4, se abordará el tema de inteligencia artificial.

El desarrollo del sistema para generar micromundos para la asignatura de álgebra, comprende planteamiento, objetivo, metodología, análisis y diseño, que se mencionan en el capítulo 5. Para obtener un diseño eficiente, es fundamental un diagrama de flujo, el diseño de la base de datos, e implementación.

Y, por último, se abundará en el capítulo 6, los resultados obtenidos para la implementación y pruebas del sistema.

CAPÍTULO 1

Antecedentes de Investigación



CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEORÍAS DEL APRENDIZAJE

Para abordar el tema de las teorías del aprendizaje es necesario tener claro el concepto de aprendizaje, mismo que se puede definir en términos generales como la adquisición del conocimiento de una cosa por medio del estudio.

La etimología de aprendizaje según (Chávez, 2006, p. 30) proviene de aprender, de la misma familia que prender, emprender, comprender, prensión, prisión, aprehensión, comprensión, empresa, sorpresa. Derivan del verbo latino prehéndere, apprehéndere, que significa “ir a la caza de”, “atrapar”.

Según (Rodríguez, 2006, p.15) señala que el aprendizaje es un proceso que ocurre en el interior del individuo y refleja un cambio relativamente permanente en su comportamiento como resultado de la adquisición de conocimientos, hábitos o experiencias. El aprendizaje permite que el individuo se adapte y adquiera nuevos modos de comportamiento.

Tomado como referencia el concepto anterior, las teorías que rigen al aprendizaje, ayudan a comprender, predecir y controlar el comportamiento humano al tratar de acceder al conocimiento. El objetivo de las teorías del aprendizaje es explicar el método de adquisición de destreza y habilidades, en el razonamiento y en la adquisición de conceptos.

Las teorías del aprendizaje analizan diversos aspectos del proceso de aprendizaje, mismo que abarcan el aspecto cognitivo y el aspecto psico-motor, entendiendo aspecto cognitivo al que se enfoca en el saber, el aspecto psico-motor se enfoca en el saber-hacer y por último el aspecto actitudinal se enfoca en el querer-hacer.

La interpretación del aprendizaje es un término muy amplio, por tal motivo cada una de las teorías existentes enfoca el aprendizaje desde un ángulo distinto, por tal motivo cuando se realiza una investigación sobre las teorías del aprendizaje uno puede detectar que entre ellas se complementan o que simplemente tratan de enfocar su análisis de forma distinta.

Por lo anterior, es necesario enunciar las teorías del aprendizaje enfocando a la educación, debido a que en cierta manera es el enfoque para el desarrollo de Micromundos dentro de la asignatura de Álgebra.

Teoría conductista

Esta teoría está relacionada con el estudio de los estímulos y las respuestas correspondientes, utiliza técnicas para la adquisición, mantenimiento y retención de conocimientos y habilidades, tales como: reforzamientos, moldeamiento por aproximaciones sucesivas, moldeamientos generales, generalización y discriminación.

Analizando esta teoría desde el enfoque de la enseñanza- aprendizaje para los estudiantes, se puede decir que esta conducta trata del aprendizaje que posee el individuo o ser humano a través del tiempo mediante la práctica o interacción con otras personas, básicamente obtiene nuevo aprendizaje mediante la utilización del aprendizaje con el que ya cuenta.

Teoría cognoscitiva

Según (Rodríguez, 2006, p. 20) menciona la corriente cognoscitiva dando énfasis en el estudio de los procesos internos que conducen al aprendizaje, se interesa por los procesos internos que ocurren en el individuo durante el proceso de aprendizaje. En esta teoría el aprendizaje se alcanza por discernimiento y por la facultad del individuo para resolver sus problemas en una actividad creadora, esta teoría se enfoca al desarrollo del proceso mediante el cual el individuo logra aprender algo nuevo. Este proceso consiste en primera instancia en conocer cómo el individuo aprende nuevas cosas y cuál es la base de hipótesis que construye para llegar a ellas.

En segunda instancia el individuo analiza los resultados obtenidos y las capacidades aprendidas mismas que se dividen en seis fases:

- Grupo de formas básicas de aprendizaje
- Las destrezas intelectuales
- La información verbal
- Las estrategias cognoscitivas
- Las destrezas motrices
- Las actitudes

En tercera instancia el individuo analiza los eventos que facilitaron su aprendizaje, lo que hace referencia a las condiciones en que logro un aprendizaje satisfactorio.

Y por último el individuo incursiona en la culminación del proceso enseñanza-aprendizaje, debido a que aplica todo lo aprendido en la teoría de los pasos anteriores, en esta instancia se puede detectar las habilidades adquiridas por el estudiante ya sean intelectuales o estratégicas mismas que le ayuden a conducirse de forma satisfactoria ante cualquier situación de aprendizaje, en dicha situación el estudiante será capaz de aplicar los conocimientos adquiridos.

En esta teoría, según (García, 2007, p. 3) el aprendizaje se subdivide en dos tipos:

- Por percepción: el estudiante se muestra como receptor de una información final.
- Por descubrimiento: el estudiante es dotado de elementos que le serán de utilidad para llegar a la conclusión de determinada información.

En la teoría cognoscitiva el estudiante atraviesa un proceso realmente difícil, ya que dependerá de la responsabilidad y compromiso que esté tenga, para poder adquirir nuevos conocimientos, en forma general el estudiante pasa por un sistema que consiste en almacenar, recuperar y utilizar información lo cual le ayudará a poder resolver un problema de cualquier índole.

Teoría constructivista

La teoría constructivista parte del supuesto de construir el conocimiento y no de descubrirlo, en esta teoría se menciona que el desarrollo de los conocimientos de un individuo se obtiene mediante un proceso de desarrollo de los mecanismos intelectuales, este proceso ocurre desde la infancia hasta la adolescencia y consta de cuatro etapas:

- Etapa de inteligencia sensorio-motora (0 a 2 años aproximadamente)
- Etapa del pensamiento preoperatorio (2 a 7 años)
- Etapa de operaciones concretas (7 a 12 años)
- Período de las operaciones formales (de 11 a 12, ó de 14 a 15 años)

En esta teoría el estudiante es el responsable de su propio proceso de aprendizaje, ya que con base a lo obtenido en las cuatro etapas mencionadas anteriormente él debe ser capaz de construir su propio conocimiento.

La teoría del aprendizaje Constructivista, según (Sánchez, 2005, p. 1) señala que es una de las principales teorías a desarrollar e implantar en los entornos de enseñanza aprendizaje basados en diversos modelos que se centran en la hibridación de estrategias pedagógicas, propias y específicas, de los modelos presenciales y estrategias de los modelos formativos sustentados en algunas tecnologías.

Dentro de la teoría del constructivismo se menciona al “constructivismo social”, ya que éste es el medio por el cual se explica el origen del conocimiento, según dice (Hernández, 2007, p. 6) el constructivismo social es una posición epistemológica la cual define el saber y los conceptos que se relacionan con los criterios y los distintos tipos de conocimiento. Por tanto, se puede decir que el constructivismo social da cuenta de la evolución de los procesos en la construcción del conocimiento, lo anterior se ve reflejado en las formas de aprender de una persona en sociedad.

Más adelante se abundará en la utilidad de la teoría de aprendizaje “constructivismo” en el proceso enseñanza-aprendizaje en sociedad, así como en el proceso del material didáctico digital “Micromundos”.

1.2 Constructivismo en la enseñanza de las matemáticas en Ingeniería.

El Constructivismo es entendido como la construcción propia del conocimiento que se va produciendo día con día como resultado de la interacción entre el ambiente y las disposiciones internas del individuo.

Existen diversos principios del constructivismo, según (Castillo, 2003, p. 56) los principios del constructivismo ayudan a que el aprendizaje sea adquirido por el estudiante de la mejor manera posible, dentro de estos destacan:

- Partir del nivel de desarrollo del estudiante
- La importancia de la construcción del aprendizaje
- La construcción de parte del estudiante de aprendizajes significativos
- Modificar los sistemas de conocimiento de los estudiantes
- Relacionar esquemas de conocimiento ya existentes con los nuevos sistemas

El uso del constructivismo en los estudiantes, consta de dos partes, la primera es la disponibilidad del estudiante para adquirir nuevos conocimientos que enriquezcan su capacidad de aprendizaje, y la segunda, el docente debe tener interés en que el estudiante comprenda de la manera más sencilla lo que se expone en la clase, esto se puede lograr utilizando algunos de los principios del constructivismo, mismos que nos llevan a un resultado satisfactorio de la construcción del conocimiento.

El constructivismo en el proceso de enseñanza de las matemáticas.

Las matemáticas según (Goñi, 2006, p. 7) son una disciplina científica, es universal y su enseñanza en la escuela pretende reflejar esta universalidad, olvidando a menudo que las matemáticas son un producto cultural históricamente surgido del desarrollo del conocimiento humano para satisfacer distintas necesidades sociales con el fin de resolver problemas de la sociedad o bien simplificar la vida del ser humano, todo esto se realiza con la aplicación de las matemáticas a distintas áreas lo cual permite la creación de herramientas que faciliten la vida del ser humano.

La mayor parte de las asignaturas de Ingeniería requieren un conocimiento que permita al estudiante resolver problemas. En la enseñanza de las matemáticas la teoría constructivista es de fundamental importancia debido a que permite que el estudiante aprenda-haciendo, es decir, en primera instancia analice y asimile el concepto proporcionado en teoría, así como las herramientas tecnológicas con las que cuenta. En segunda instancia el estudiante debe proceder a aplicar el conocimiento adquirido para resolver el problema que se le presente.

Las matemáticas como disciplina académica requieren de dedicación en su estudio por parte del estudiante; para que el estudiante construya de forma activa, conciente y responsable el conocimiento de esta ciencia.

El aprendizaje de las matemáticas proporciona bases fundamentales de las carreras de Ingeniería.

En el ámbito ingenieril, el conocimiento sobre las matemáticas que adquieren los estudiantes muchas veces es proporcionado por interacción, esta interacción se efectúa tanto en la realización de trabajos, prácticas de laboratorio y todo tipo de actividades

realizadas en un grupo de trabajo, ya que de esta forma se crea un sistema de trabajo colaborativo que permite el intercambio de opiniones, ideas y discusiones que enriquecen y amplían los puntos de vista de los estudiantes.

El entendimiento de las matemáticas es influenciado por los procesos correlativos al aprendizaje colaborativo, más adelante se abundará en el sistema para generar micromundos de matemáticas, en específico de tópicos de Álgebra, el cual será la imagen de un ambiente de trabajo que a su vez creará ambientes de trabajo de diversos temas o asignaturas.

En general, el constructivismo en la enseñanza de las matemáticas en Ingeniería es un elemento de fundamental importancia para que el estudiante construya su propio conocimiento mediante las herramientas brindadas por el docente, por los libros, manuales, trabajo grupal, talleres, asesorías, y las nuevas herramientas creadas utilizando la tecnología, lenguajes de programación, el descubrimiento de nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje, un ejemplo de ello será el sistema para generar micromundos.

El sistema para generar micromundos del cual se abundará y describirá más adelante es una herramienta que con el uso del constructivismo guiará el aprendizaje del estudiante orientándolo a la resolución de problemas de simulación o reales, los cuales se abordarán desde diferentes puntos de vista, teniendo como finalidad llegar a la solución de un problema, mediante la indagación, análisis, búsqueda y organización de la información obtenida previamente para la resolución de un problema.

A continuación se abundará sobre la función de la educación y la educación en Ingeniería, principalmente se abordará desde el punto de vista de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

1.3 La educación en Ingeniería

La Ley General de Educación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de julio de 1993 misma que presenta su última reforma el 22 de junio del 2009, es la que rige la educación en México y señala que la educación es el medio fundamental para adquirir, transmitir y acrecentar la cultura; lo anterior se logra a través de un proceso permanente mismo que fomenta en el estudiante el interés por el desarrollo y por consecuencia a la transformación de la sociedad. Como estudiantes es de fundamental importancia estar

consientes de que la educación adquirida conforme transcurre el tiempo hace crecer al ser humano, y por tanto se debe tener sentido de solidaridad social, para que de esta forma se pueda actuar de manera responsable ante la sociedad externando los conocimientos adquiridos en beneficio de la misma.

La educación superior en México es considerada por el Gobierno Federal como el principal pilar para el desarrollo del país, por tanto la educación en Ingeniería en México tiene un bien común, ya que sin importar el lugar en que se imparte, ya sea dependencia pública o privada, la educación es fundamental para crear profesionistas de valor.

Además, la educación es un medio estratégico para el desarrollo del país, ya que ayuda a acrecentar el capital humano, social y por supuesto ayuda a incrementar el nivel de inteligencia de los mexicanos de manera individual o colectiva, de tal forma que la educación es la parte fundamental en el sistema educativo mexicano. Un individuo con educación puede tener más oportunidades en la vida.

Debido a que la educación superior es un medio estratégico para el desarrollo del país, el gobierno ha promovido y permitido la creación de instituciones de nivel superior tanto públicas y privadas, de las cuales surge la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional

Autónoma de México.

La Facultad se inició la enseñanza formal de las ciencias en el continente americano, con el objetivo de educar profesionales con los desafíos de la evolución del país exigía y aún sigue prevaleciendo el objetivo.

El marco histórico de la Facultad de Ingeniería UNAM, es extenso, en el fascículo “200 años de enseñanza de la Ingeniería en México” editado por la misma Facultad se presenta una breve semblanza de los principales datos históricos que acontecieron hasta que dicha institución obtuvo el grado de Facultad. A continuación se describe brevemente en la siguiente tabla.

AÑO

ACONTECIMIENTO

1784	El día 15 de enero son promulgadas en México las Ordenanzas, por cuyo título 18 se crea el Real Seminario de Minas
1792	EL 1º de enero se funda el Real Seminario de Minas
1811	El Real Seminario de Minas pasa a ocupar el Palacio de Minería
1822	Al triunfo de la Independencia la Institución cambia su nombre a Colegio Nacional de Minería
1867	Al triunfo de la República, se crea la Escuela Nacional de Ingenieros, constituida por las carreras de Ingeniero Civil, Ingeniero de Minas, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Electricista, Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Hidrógrafo y Agrimensor.
1892	Se celebra el primer centenario de la creación del Real Seminario de Minería
1910	La Escuela Nacional de Ingenieros se integra a la Universidad Nacional
1930	Con fecha 19 de Diciembre se promulga un nuevo estatuto para la Universidad, en el que aparece la Escuela Nacional de Ingenieros con el nombre de Escuela Nacional de Ingeniería
1954	Los alumnos de nuevo ingreso se instalan en Ciudad Universitaria
1956	Se crea la División de Investigación (actualmente Instituto de Ingeniería)
1957	Se establece la División de Estudios Superiores o División de Estudios de Posgrado
1959	La Escuela Nacional de Ingenieros es elevada al grado de Facultad
1959 hasta la fecha	Sigue teniendo el grado de Facultad de Ingeniería, UNAM

Tabla 1. Breve historia de la Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería de la UNAM, expone que la educación es parte fundamental y constituye gran parte de la misión de dicha institución, misma que tiene por

objetivo formar de manera integral recursos humanos, realizar investigación con el objetivo de detectar las necesidades de la sociedad, y de esta manera acrecentar la cultura de los estudiantes y de la sociedad en general.

La Facultad de Ingeniería de la UNAM pretende crear una sociedad de ingenieros competitivos, con habilidades, actitudes y valores que les permitan desarrollar sus capacidades, adquirir conocimientos para ser profesionistas con sentido humanista, social y ecológico. Por lo anterior, el estudiante obtiene estas competencias por medio de la educación académica, cultural y social que se brinda en esta institución líder en la formación de profesionales.

En general las instituciones de nivel superior tienen como objetivo formar profesionales de la Ingeniería con gran sentido humano, mediante diferentes procesos que ayuden a la búsqueda de la calidad, mismos que sirvan de base para crear egresados con un gran valor profesional.

A continuación se abundará sobre el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a nivel superior como parte esencial en la formación de los Ingenieros.

1.3.1 La enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Ingeniería

La Matemática según (Falsetti, 2007, p. 2) siempre ha tenido un lugar privilegiado en el desarrollo humano por su presencia práctica en la vida cotidiana, su protagonismo en el ámbito científico – tecnológico y su influencia en el ámbito artístico. Es además considerada como ámbito privilegiado del pensamiento humano. Este privilegio se obtiene desde temprana edad, desde que tenemos la posibilidad de manipulación concreta (sensorio-motriz); hasta llegar a realizar operaciones mentales como clasificar, cuantificar, ordenar, seriar, ubicar, discernir, comparar, simbolizar, generalizar, representar, construir teniendo en cuenta la percepción espacial, etc. Los factores anteriores se van presentando en forma ascendente en cuanto a complejidad, en el pensamiento humano.

Debido a que las matemáticas son un privilegio en el desarrollo del ser humano, es de suma importancia identificar el proceso enseñanza-aprendizaje que tiene como objetivo adquirir los mejores conocimientos sobre las mismas, ser conscientes que la actividad matemática no puede ser de abordaje sencillo ya que las matemáticas son una ciencia que

requiere de ser razonada y entender las teorías asociadas a ella. La enseñanza – aprendizaje de las matemáticas en Ingeniería tiene como protagonistas al docente y al estudiante los cuales juegan el papel más importante en el proceso, aunque es importante señalar que la enseñanza-aprendizaje depende del nivel educacional en el que se está desarrollando, tanto el docente como el estudiante.

Por ejemplo la enseñanza tradicional universitaria según (Nieto, 2004, p.2) señala que la enseñanza universitaria ha sido muy conservadora y se enseña en un ambiente presencial, y muchas veces el docente no hace uso de las alternativas que surgen de los adelantos tecnológicos en la información y en la comunicación.

Las matemáticas en ingeniería

Las matemáticas “lenguaje de todas las ciencias”, según (Dujet, 2005, p.1) son necesarias para que el estudiante-ingeniero pueda llegar a comprender el conocimiento de las diversas disciplinas de la Ingeniería y las ciencias, así como para ayudarlo a adquirir las técnicas, métodos y destrezas que constituyen las herramientas imprescindibles para la resolución de problemas y la toma de decisiones.

Además, las matemáticas como unidad de las ciencias básicas, son una ciencia que es fundamental en Ingeniería ya que son soporte para el desarrollo de nuevas tecnologías competitivas.

Los objetivos del sistema enseñanza- aprendizaje según (Nieto, 2004, p. 2) que se persiguen con las matemáticas en la Ingeniería son:

- Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias que le permitan enfrentar con éxito problemas que requieren de capacidad analítica e información
- Inducir en el estudiante actitudes y habilidades que le permitan cursar satisfactoriamente las asignaturas propias de su formación profesional
- Crear hábitos de trabajo individual y en equipo para la búsqueda del conocimiento científico y su aplicación en la solución de problemas

- Desarrollar en el estudiante el interés por la investigación aplicada, acercándolo al conocimiento de problemas reales
- Dar a conocer los avances científicos y tecnológicos que pueden serle de gran utilidad en su formación profesional
- Proporcionar una sólida formación en las ciencias básicas necesarias para la comprensión de los fenómenos relacionados con las ingenierías

Durante el proceso enseñanza-aprendizaje el rol del estudiante es importante, así como el rol del docente al ser un orientador/mediador que apoya en la formación de conocimientos, habilidades y actitudes en el estudiante.

Rol del docente en la enseñanza de las matemáticas

En el proceso enseñanza- aprendizaje en Ingeniería el docente tiene una gran misión, su rol hoy en día debe romper el paradigma que durante mucho tiempo se ha creado, esta barrera radica en ser “el maestro”, ser “el responsable”, un trasmisor de conocimientos y habilidades, en que los estudiantes deban ser los repetidores de ideas, principios y teorías; el cambiar de paradigma logrará impulsar el sistema enseñanza- aprendizaje, mismo que logrará potenciar en los estudiantes un cambio positivos. En la actualidad el rol del docente es un mediador de aprendizaje. Donde el aporte conocimientos, habilidades, recursos y propicie mediante estrategias de aprendizaje el involucrar al estudiante.

(Gódino, 2009, p.3) menciona que el docente en su forma especial de comprensión profesional, debe considerar siete categorías de conocimiento que hacen posible la enseñanza:

- 1) Conocimiento del contenido
- 2) Conocimiento pedagógico general
- 3) Conocimiento del currículo
- 4) Conocimiento pedagógico del contenido
- 5) Conocimiento de los estudiantes y sus características
- 6) Conocimiento de los contextos educativos
- 7) Conocimiento de los fines, propósitos y valores de la educación

Estas categorías se entrelazan entre sí, ya que unidas forman un conjunto que llevará al docente a conocer el desarrollo del estudiante. Según (Gódino, 2009, p.4) el conocimiento matemático para la enseñanza es el conocimiento que utiliza el docente en el aula para producir instrucción y crecimiento en el estudiante. Por otro lado, el conocimiento del contenido y el conocimiento del estudiante se relacionan mediante el objetivo de analizar cómo piensa el estudiante, cómo sabe, cómo aprende y todo lo relacionado al aprendizaje.

Para hacer referencia a las categorías de conocimiento enlistadas anteriormente es necesario hablar de la “proficiencia en la enseñanza” misma que según (Gódino, 2009, p.6) ayuda a conocer qué destrezas necesitan desarrollar las personas para llegar a aprovechar los conocimientos que se les brindan, por tal motivo en el rol del docente es necesario que este aplique la teoría de la proficiencia.

La noción de la proficiencia en la enseñanza de las matemáticas contempla diversos factores, que el docente debe cubrir para conocer las deficiencias del estudiante, lo anterior es de suma importancia en el ámbito de la Ingeniería, debido a que los gran parte de los estudiantes de ingeniería no se percatan de las deficiencias que han adquirido a lo largo de su vida estudiantil y por ende las consecuencias de esto las demuestran los altos índices de reprobación en materias del ámbito matemático.

Entre los factores clave para conocer las deficiencias del estudiante esta conocer las matemáticas con profundidad y amplitud, para exponer ante el estudiante con seguridad, y así mismo generar en el este la confianza de preguntar para obtener una respuesta asertiva a su duda.

Por otro lado, identificar al estudiante es un factor importante en el proceso enseñanza aprendizaje, mismo que es fortalecido por la proficiencia, ya que esta sugiere tener sensibilidad para conocer cómo piensan los estudiantes , cómo dan sentido a las matemáticas y sobre todo cómo pueden construir sus conocimientos. Al conocer al estudiante el docente, podrá diseñar, gestionar y desarrollar su propio método enseñanza-aprendizaje que el estudiante a su tutela requiera, este método, se apegará a un contenido diseñado de la manera más factible para que el estudiante pueda comprender al máximo el conocimiento que se le proporciona.

Rol del estudiante en el aprendizaje de las matemáticas

Lo anterior conduce a abordar el rol del estudiante en el aprendizaje de las matemáticas, mismo que en la actualidad juega un papel fundamental en la sociedad estudiantil, debido a que el estudiante refleja el resultado de la inversión del docente y de su propia Facultad.

El proceso de la enseñanza- aprendizaje de las matemáticas en la Ingeniería tiene como protagonista al estudiante ya que en este refleja el trabajo del docente, la inversión de su Facultad y sobretodo él refleja el resultado de las modificaciones que realiza el docente a dicho proceso con el objetivo de mejorar el método de adquisición y desempeño de conocimientos del estudiante.

La creación de entornos productivos de aprendizaje es de fundamental importancia en el rol del estudiante ya que estos implican la creación de comunidades intelectuales en las que los estudiantes se comprometen en actividades intelectuales legítimas.

Por otro lado, el rol del estudiante en Ingeniería debe tener como objetivo obtener una amplia y flexible base de conocimientos de matemáticas, así como un conjunto de capacidades y actitudes que le permitan cumplir con sus responsabilidades.

Para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería, el estudiante según (Moreno, 2007, p.5) debe tener claros los conocimientos básicos y fundamentales de la carrera, así como conocimientos en áreas de oportunidad futura, como son los módulos de salida. Lo fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante de Ingeniería es tener diversas capacidades para aplicar los conocimientos matemáticos obtenidos en la solución de problemas técnicos reales, innovar, emprender acciones o proyectos, generar alternativas de solución a problemas, comunicarse con claridad trabajar en equipo, manejar la incertidumbre en las decisiones, lidiar con la computadora, integrar conocimientos, dar soluciones prácticas, adaptarse a los cambios y tomar decisiones en conjunto.

Un aspecto fundamental en el perfil del estudiante de Ingeniería, se basa en tener la capacidad de resolución de problemas, mediante un proceso de percepción, análisis y resolución de los mismos.

La resolución de problemas es el eje fundamental en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, según (Contreras, 2007, p.2) es importante que el estudiante comprenda que la matemática es un conjunto integrado de resultados y procedimientos, los cuales se

separan para su enseñanza solamente por razones metodológicas. Por lo tanto un problema que surge, por ejemplo, en geometría, puede perfectamente ser resuelto con herramientas del álgebra y viceversa.

Como ya se menciono anteriormente es importante que el estudiante fomente la habilidad de resolver problemas ya que en la medida que resuelve problemas se sienta más seguro y confiado en el manejo de resultados y procedimientos de un determinado ámbito de la matemática, y esto a su vez lo hará formular o re-formular, cuando sea posible, sus problemas en dicho ámbito.

Retomando el perfil del estudiante de Ingeniería, se puede añadir que el estudiante debe contar con la suficiente flexibilidad para que una vez puesto el problema en un determinado contexto, si la solución no se vislumbra, reformular el problema en otro contexto que le parezca razonable.

Según (Contreras, 2007, p.2) es altamente recomendable que el estudiante, incremente sus habilidades para resolver problemas, y por otro lado aprecie y valore la riqueza y variedad de recursos que ofrece la matemática para resolver problemas.

El sistema para generar micromundos es una herramienta que ayudará al estudiante a fomentar su habilidad de resolución de problemas, ya que según (Moreno, 2007, p.8) una estrategia que apoya al proceso de investigación en la enseñanza es el aprendizaje por descubrimiento donde lo que va a ser aprendido no se da en su forma final sino que debe ser reconstruido por el estudiante antes de ser aprendido e incorporado significativamente en la estructura cognitiva. Por lo tanto dicho sistema será una herramienta que proporcionará al estudiante la opción de aprender diversos temas de la enseñanza-aprendizaje del Álgebra mediante un sistema experto que le guiará a través de la resolución de problemas.

1.3.2 La enseñanza-aprendizaje del Álgebra en Ingeniería

A continuación se abundará sobre la enseñanza del Álgebra en Ingeniería contextualizándola en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México según la información estadística correspondiente al semestre 2010-1 publicada en su sitio oficial

de la facultad (http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/estadisticas/matricula_genero.php), en el 2010 cuenta con 11715 estudiantes de los cuales 2314 son de nuevo ingreso.

Estos estudiantes ingresan a tres asignaturas de Ciencias Básicas (Álgebra, Cálculo Diferencial y Geometría Analítica).

Álgebra corresponde al grupo de las ciencias básicas, mismo que en la Facultad de Ingeniería en su División de Ciencias Básicas pretende que el estudiante obtenga conocimientos sólidos en las áreas de matemáticas, física y química, con el objetivo de que el estudiante avance de forma exitosa hasta finalizar la carrera profesional.

Esta asignatura presenta un alto índice de reprobación debido a que es una asignatura formativa, y presenta dentro del estudio de las matemáticas las siguientes problemáticas.

Según (Esquivel, 2006, p.20) cita a Pozo quien señala que las matemáticas el aprendizaje de las matemáticas se realiza de forma memorística, por lo que es ineficaz y tiende a ser repetitivo y a olvidarse con el tiempo. Además que muchos docentes emplean la mecanización como la mejor manera de aprender matemáticas.

Según (Cárdenas, 2007, págs. 485-488) la matemática no se estudian de manera eficaz ya que el docente no tiende a vincular los conceptos con los procedimientos. Simplemente realizan un proceso no indicando que teorías lo están sustentando.

También no se anclan los conocimientos previos con los nuevos, generando así aislar el conocimiento.

Según (Morales, 2005, págs. 17-19) los estudiantes que ingresan a la Universidad presentan rechazo al estudio de las Matemáticas debido a que muchas veces en su núcleo familiar les mencionan que solo son estudiadas por personas inteligentes y además que son difíciles de aprender. Así como el docente tiende a enseñar copiando estereotipos como cuando a él le enseñaron.

Para contrarrestar este índice es necesario que el docente durante el proceso enseñanza-aprendizaje oriente al estudiante la importancia de esta asignatura como una herramienta básica para el resto de la carrera y de la vida de ingenieros que anhelan los estudiantes de nuevo ingreso. El rol docente como se ha mencionado anteriormente en el proceso de enseñanza-aprendizaje es ser un mediador/facilitador del aprendizaje, debido a que es capaz de desarrollar conocimientos, habilidades, actitudes y valores en el mismo, por

tal motivo el docente puede mejorar su proceso enseñanza-aprendizaje haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, uso de diversas estrategias de aprendizaje, fomentar el uso de aspectos comunicacionales y pedagógicos, así como actualizarse en el conocimiento de su asignatura.

La asignatura de Álgebra se encuentra constituida dentro de las Divisiones de Ciencias Básicas, (Nieto, 2004, p.2) menciona que las Divisiones de Ciencias Básicas en las Facultades de Ingeniería a nivel mundial, tiene por objetivo ser la respuesta a la parte fundamental para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje del estudiante.

Según (Nieto, 2004, p.3) las estrategias para cumplir los objetivos de las Ciencias Básicas en forma general, deben ser estrategias educativas que trasciendan el proceso enseñanza-aprendizaje tradicional que se transmite en el aula de clase. Dichas estrategias deben implicar el objetivo de enfrentar al estudiante con problemas reales, y contribuir a que el estudiante adquiera valores y actitudes que lo ayuden a tener la capacidad de adquisición del conocimiento.

La importancia de las Ciencias Básicas en Ingeniería permiten una buena formación de ingenieros ya que proporciona a los estudiantes los fundamentos necesarios que permiten enfrentar los diferentes retos que requieren capacidad analítica e innovación para la solución de problemas.

Por lo anterior, el proceso enseñanza-aprendizaje en las Ciencias Básicas es de fundamental importancia en la formación del ingeniero ya que los contenidos y metodología que se presentan en este proceso fomentan en los estudiantes la capacidad de razonar y ser creativos e innovadores en la solución de problemas del área de desarrollo que les compete.

Por tal motivo el sistema para generar micromundos auxiliará al docente de Álgebra a impartir un nuevo método de resolución de problemas (ABP) del cual se abundará más adelante, con el objetivo de que se puedan desarrollar diversas actividades para complementar el conocimiento del estudiante adquirido en el aula y en otro tipo de material didáctico.

A continuación se abordará la enseñanza de las Matemáticas utilizando el método ABP

1.3.3 La enseñanza de las matemáticas. Resolución de problemas utilizando el método ABP (Aprendizaje basado en problemas)

Según (Falsetti, 2007, p.1) la enseñanza de las matemáticas se ve influenciada por elementos tales como la relación entre la Matemática científica y la escolar, la imagen y la naturaleza de la Matemática, las particularidades de la actividad matemática, la formación didáctica del docente y la evolución en la forma de entender su enseñanza. Cualquiera que sea la influencia de las matemáticas siempre se presentará la tarea de resolución de problemas, ya que tanto como estudiante y como profesional un Ingeniero se enfrenta siempre a diversos problemas.

Según (Egido, 2006, p.4) se puede definir un problema como un conjunto de situaciones en un contexto dado, nuevo para el estudiante, en la que la sola utilización de los esquemas conocidos no es suficiente, sino que deben emplearse elementos precisos de conocimiento y comprensión.

Un buen problema debe interesar al estudiante, guardar relación con sus conocimientos previos, obligar a estructurar el conocimiento, ser representativo de las situaciones de la vida real o profesional, etc.

Cuando al estudiante se le presenta un problema debe examinarlo y resolverlo, para esto el estudiante, guiado por el docente, observa, fija lo que sabe y no sabe, busca, analiza, juzga, evalúa, reflexiona e intercambia. Lo anterior permite utilizar un método de aprendizaje que permita que el estudiante obtenga dichas habilidades para la resolución de problemas.

La resolución de problemas es una habilidad esencial en la vida del estudiante de Ingeniería, debido a que sus áreas de conocimiento requieren que el estudiante no solo pueda realizar análisis y asimilación de conceptos y teoría, sino que es necesario que aprenda descubriendo y construyendo, que parta de la búsqueda de respuestas y soluciones a un problema específico o realidad simulada, aplicando correctamente el uso, manejo y resolución de supuestos prácticos.

Cabe mencionar que el aprendizaje por descubrimiento y construcción tiene como objetivo llevar el aprendizaje humano más allá de la resolución de problemas y de aprender

a aprender. Respecto a lo anterior, (Restrepo, 2005, p. 4) menciona que existen seis eventos pedagógicos que permiten desarrollar el aprendizaje por descubrimiento y construcción:

- Dejar de usar la propia cabeza, es decir, no basarse en los modelos que cada quien tiene en su cabeza
- Ligar lo nuevo con lo ya dominado, o construir puentes de mediación cognitiva
- Categorizar
- Comunicarse con claridad superando el “autoenredo”
- Contrastar, comparar
- Formular hipótesis y tratar de probarlas, para hallar nuevos conocimientos o reafirmar los ya adquiridos.

Entre los métodos que utilizan la anterior estrategia pedagógica, están:

- El seminario investigativo: es una estrategia para aprendizaje activo, donde los participantes deben buscar por sus propios medios y recursos la información en un ambiente de colaboración recíproca.
- El *Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)* en sus distintas modalidades: es una estrategia de enseñanza se utiliza con la finalidad de buscar alternativas cuyo objetivo es la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje.
- El *método basado en proyectos*: un conjunto de atractivas experiencias de aprendizaje que involucran a los estudiantes en proyectos complejos y del mundo real a través de los cuales desarrollan y aplican habilidades y conocimientos.
- El *método tutorial*: la tutoría es un método de enseñanza en que un alumno o un pequeño grupo de alumnos reciben educación personalizada por parte de un maestro.
- El *estudio de casos*: es una herramienta valiosa de investigación, y su mayor fortaleza radica en que a través del mismo se mide y registra la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado.
- La *enseñanza personalizada*: modalidad de enseñanza individualizada, se debe a Fred. S. Keller (de la Universidad de Columbia, Estados Unidos de América) quien defiende la tesis de que cada estudiante debe desarrollarse y estudiar a su propio

ritmo. Menciona, además, que todos los estudiantes pueden alcanzar los mismos objetivos, si se proporciona el tiempo de estudio necesario a cada uno de ellos, porque el ritmo de aprendizaje varía de un estudiante a otro.

- *Simulación y juegos*: en este método se provee de nuevas formas para explorar la realidad y estrategias diferentes para operar sobre ésta. Favorece un espacio para lo espontáneo, en un mundo donde la mayoría de las cosas están reglamentadas. Los juegos y las simulaciones le permiten al grupo descubrir nuevas facetas de su imaginación, pensar en numerosas alternativas para un problema, desarrollar diferentes modos y estilos de pensamiento, y favorecen el cambio de conducta que se enriquece y diversifica en el intercambio grupal. El juego y las simulaciones rescata la fantasía y el espíritu infantil tan frecuentes en la niñez

Para el sistema para generar micromundos se utilizará el *método del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)*, mismo que según (Santillán, 2006, p.1) desprende de la teoría constructivista del aprendizaje, que sirve como sustento importante en los entornos de aprendizaje basados en los modelos B-learning, modelo que se centra en la hibridación de estrategias pedagógicas, de los modelos presenciales y modelos formativos sustentados en las tecnologías Web.

Según el centro virtual de técnicas didácticas, del tecnológico de Monterrey el ABP tiene sus primeras aplicaciones y desarrollo en la escuela de medicina en la [Universidad de Case Western Reserve](#) en los Estados Unidos, a principios de la década de 1950.

En el artículo *Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño* publicado por Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey menciona que el ABP se sustenta en diferentes corrientes teóricas sobre el aprendizaje humano, tiene particular presencia la teoría constructivista, de acuerdo con esta postura en el ABP se siguen tres principios básicos:

- El entendimiento con respecto a una situación de la realidad surge de las interacciones con el medio ambiente
- El conflicto cognitivo al enfrentar cada nueva situación estimula el aprendizaje

- El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las diferentes interpretaciones individuales del mismo fenómeno

Según (Egido, 2006, p.4) el método ABP sitúa al estudiante en el centro de aprendizaje y el docente se coloca estratégicamente en la periferia, desde donde aporta el apoyo y la ayuda apropiados.

Por otro lado (Restrepo, 2005, p.4) dice ABP es un método particular dentro de la estrategia de aprendizaje por descubrimiento y construcción.

El método ABP tiene como finalidad conocer las deficiencias del estudiante en cuanto a sus conocimientos y de esta forma fomentar una nueva manera de adquirir conocimientos mediante una estrategia de aprendizaje.

El método ABP consiste en primera instancia en activar los conocimientos previos que el estudiante a adquirido, es importante que se conozca el nivel de conocimientos del estudiante, para que de esta forma se haga explicito lo que sabe y lo que no para detectar las necesidades en su aprendizaje, según (Egido, 2006, p. 4) al conocer las deficiencias en el aprendizaje del estudiante se pueden integrar conocimientos de diferentes áreas y facilitar la comprensión por parte del estudiante.

Según (Egido, 2006, p.5) menciona que una de las tareas más importantes en la metodología de ABP es la adecuada definición del *problema* que sirve de punto de partida al proceso de aprendizaje.

Contando con el punto de partida en el método ABP, el estudiante procede a identificar las necesidades de aprendizaje para dicho problema, enseguida se le proporciona al estudiante la información necesaria para saciar sus necesidades de aprendizaje y se procede a resolver el problema, y si es que surgen nuevos problemas durante la resolución del primero, se continua con el mismo proceso.

Es importante reconocer la diferencia entre el aprendizaje tradicional y el método ABP, ya que en el método tradicional, después de que el docente proporciona la información que cree que el estudiante debe conocer, el estudiante adquiere los conocimientos proporcionados y por último se plantean diversos problemas sujetos a la información que se le mostró al estudiante.

Por lo tanto, el aprendizaje tradicional viéndolo desde el ámbito matemático es un tanto lineal debido al proceso que se sigue para la resolución de problemas, y por el contrario el método ABP sigue un proceso cíclico, ya que con este se persigue solucionar todos los problemas que surgen en la búsqueda de solución a un problema dado.

En el artículo *Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño* publicado por Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, se presenta una tabla comparativa (Tabla 2) del aprendizaje tradicional comparado con el aprendizaje basado en problemas, la cual sirve para contar con un sustento a favor del método ABP.

En un proceso de aprendizaje tradicional:	En un proceso de Aprendizaje Basado en Problemas:
El docente asume el rol de experto o autoridad formal.	Los docentes tienen el rol de facilitador, tutor, guía, coaprendiz, mentor o asesor.
Los docentes transmiten la información a los estudiantes.	Los estudiantes toman la responsabilidad de aprender y crear alianzas entre estudiante y docente.
Los docentes organizan el contenido en exposiciones de acuerdo a su disciplina.	Los docentes diseñan su curso basado en problemas abiertos. Los docentes incrementan la motivación de los estudiantes presentando problemas reales.
Los estudiantes son vistos como “recipientes vacíos” o receptores pasivos de información.	Los docentes buscan mejorar la iniciativa de los estudiantes y motivarlos. Los estudiantes son vistos como sujetos que pueden aprender por cuenta propia.
Las exposiciones del docente son basadas en comunicación unidireccional; la información es transmitida a un grupo de	Los estudiantes trabajan en equipos para resolver problemas, adquieren y aplican el conocimiento en una variedad de contextos. Además localizan recursos y los docentes los guían en este proceso.

estudiantes.	
Los docentes trabajan por separado.	Los estudiantes conformados en pequeños grupos interactúan con los docentes quienes les ofrecen realimentación.
Los estudiantes absorben, transcriben, memorizan y repiten la información para actividades específicas como pruebas o exámenes.	Los estudiantes participan activamente en la resolución del problema, identifican necesidades de aprendizaje, investigan, aprenden, aplican y resuelven problemas.
El aprendizaje es individual y de competencia.	Los estudiantes experimentan el aprendizaje en un ambiente cooperativo.
Los estudiantes buscan la “respuesta correcta” para tener éxito en un examen.	Los docentes evitan solo una “respuesta correcta” y ayudan a los estudiantes a armar sus preguntas, formular problemas, explorar alternativas y tomar decisiones efectivas.
La evaluación es sumatoria y el docente es el único evaluador.	Los estudiantes evalúan su propio proceso así como los demás miembros del equipo y de todo el grupo. Además el docente implementa una evaluación integral, en la que es importante tanto el proceso como el resultado.

Tabla 2. Aprendizaje tradicional y aprendizaje basado en problemas.

De la figura anterior se advierte un tópico muy importante que trata la evaluación que se hace tanto en el método tradicional como en el método ABP. Por otro lado, si se aplica el método ABP el estudiante puede evaluar según los resultados del aprendizaje de contenidos, de acuerdo al conocimiento que el estudiante aporta al proceso de razonamiento grupal, de acuerdo a las interacciones personales del estudiante con los demás miembros del grupo, por lo que se puede evaluar el grado de conocimientos del estudiante, las deficiencias que él tiene y de esta forma puede proveer al estudiante de realimentación

específica de sus fortalezas y debilidades, de tal modo que pueda aprovechar posibilidades y rectificar las deficiencias identificadas.

Por lo anterior, la evaluación debería contar con la realimentación por parte del docente.

Por otro lado, el rol del estudiante en la evaluación del método ABP según el artículo *Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño* publicado por Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey es:

- Evaluarse a sí mismos.
- Evaluar a los compañeros.
- Evaluar al tutor.
- Evaluar el proceso de trabajo del grupo y sus resultados.

Según (Santillán, 2006, p.1) con el método ABP se espera que los estudiantes aprendan a partir del conocimiento del mundo real y de la acumulación de experiencia por virtud de su propio estudio e investigación. Durante este aprendizaje autodirigido, los estudiantes resuelven problemas al mismo tiempo que discuten, comparan, revisan y debaten permanentemente lo que han aprendido.

La mayoría de estudiantes están acostumbrados al método de aprendizaje tradicional que se ha impartido a lo largo de la vida estudiantil, mismo que estipula que la transferencia de información es de manera pasiva, lo cual es algo que se elimina en el ABP, ya que por el contrario, toda la información que se vierte en el grupo es buscada, aportada, o bien, generada por el mismo grupo, y no se espera a que el docente la imparta.

Al utilizar el método de enseñanza ABP es importante que el estudiante tenga a bien saber que el aprender no significa remplazar un punto de vista por otro, ni sumar nuevo conocimiento al viejo, más bien es una transformación del conocimiento. Esta transformación, a su vez, se da a través del pensamiento activo y original del estudiante. Ya que como se menciona en el artículo *Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño* publicado por Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey el ABP incluye el desarrollo del pensamiento crítico en el mismo proceso de enseñanza - aprendizaje, no lo incorpora como algo adicional sino que es parte del mismo proceso de interacción para aprender.

Lo anterior se logra si el estudiante presenta o está dispuesto a adquirir la mayoría de las siguientes características:

- Disposición para trabajar en grupo
- Tolerancia para enfrentarse a situaciones ambiguas
- Habilidades para la interacción personal tanto intelectual como emocional
- Desarrollo de los poderes imaginativo e intelectual
- Habilidades para la solución de problemas
- Habilidades de comunicación
- Ver su campo de estudio desde una perspectiva más amplia
- Habilidades de pensamiento crítico, reflexivo, imaginativo y sensitivo

En el proceso del ABP, el docente, debería presentar o adquirir las siguientes características:

- Estar dispuesto a considerar el ABP como un método efectivo para adquirir información y para desarrollar la habilidad de pensamiento crítico.
- Considerar al estudiante como principal responsable de su propia educación.
- Concebir al grupo pequeño en el ABP como espacio de integración, dirección y realimentación.
- Debe estar disponible para los estudiantes durante el período de trabajo del grupo sin abandonar su papel de tutor.
- Debe estar preparado y dispuesto para tener asesorías individuales con los estudiantes cuando se requiera.
- Evaluar en el tiempo oportuno a los estudiantes y a los grupos y, estar en contacto con docentes y tutores del área con el fin de mejorar el curso en función de su relación con el contenido de otros cursos.
- Coordinar las actividades de realimentación de los estudiantes a lo largo del período de trabajo del grupo.

Por lo anterior, las características con las que debe contar tanto el estudiante como el docente, se puede dar paso al desarrollo del método ABP con la seguridad de que se

cumplirá el objetivo que busca un desarrollo integral en los estudiantes y conjuga la adquisición de conocimientos propios de la especialidad de estudio, además de habilidades, actitudes y valores. (Restrepo, 2005, p.14) resume el desarrollo del método ABP en 8 pasos:

- Explorar el problema y crear hipótesis
- Tratar de resolver el problema con lo que ya se sabe
- Identificar lo que no se sabe y lo que se necesita saber para resolver el problema
- Priorizar las necesidades de aprendizaje, definir objetivos de aprendizaje nuevo y recursos de información y distribuir tareas de consulta entre los estudiantes
- Autoestudio y preparación
- Compartir la información entre todos
- Aplicar el conocimiento a la solución del problema
- Evaluar el nuevo conocimiento logrado, la solución dada y la efectividad de todo el proceso

Por lo anterior, el aprendizaje basado en problemas implica un cambio significativo que involucra la modificación del papel del docente y del estudiante, haciendo al docente desempeñar el papel de facilitador de aprendizaje mismo que apoyará a los estudiantes guiándolos a través de la resolución de problemas planteados. Debe además generar en ellos disposición para trabajar con un método distinto al de la enseñanza tradicional, realimentándolos constantemente sobre su participación en la solución del problema y reflexionando con ellos sobre las habilidades, actitudes y valores estimulados por la forma de trabajo.

Por otro lado, el estudiante debe cambiar su forma de actuar, debe convertirse en un estudiante activo, que trabaja cooperativamente y que asume la responsabilidad de su proceso de aprendizaje.

1.4 Nuevas Tecnologías de la información y la comunicación

Uno de los grandes factores de cambio en la humanidad en los últimos años, está relacionado directamente con la información y los nuevos avances en la tecnología para su

manipulación, mismos que han tenido un impacto significativo en el comportamiento y las actividades humanas.

A continuación se aborda el concepto de: tecnologías de información (TI)

Según (Olguín 2007, Pág. 8), las tecnologías de información (TI) son metodologías, técnicas y dispositivos utilizados en el manejo y procesamiento de la información. De manera general, comprenden todas las tecnologías que son usadas para adquirir, almacenar, manipular y transmitir información a diferentes áreas, que al mismo tiempo permiten a la organización mejorar su manejo e integración de las necesidades de procesamiento de la información.

Las TI engloban diversos campos como electrónica, comunicaciones, administración e informática, el estudio de éstas proporciona las herramientas necesarias para proveer de habilidades par el análisis, diseño, desarrollo, pruebas, implementación y mantenimiento que permite una solución integrada de TI.

Nuevas tecnologías de la información

Las nuevas tecnologías se centran en los procesos de comunicación principalmente en tres áreas: la informática, el vídeo y la telecomunicación. El término de “Nueva” ha traído algunas discusiones y criterios convergentes, a tal punto que muchos especialistas han optado por llamarles simplemente Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). El adjetivo “Nueva” se les asocia fundamentalmente a que en todas ellas se distinguen transformaciones que erradican las deficiencias de sus antecesoras y por su integración como técnicas interconectadas en una nueva configuración física.

Según (Padrón, 2005, p. S/P) es innegable que el auge de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (NTIC) es cada vez mayor en los diferentes ámbitos de la sociedad a nivel global. Ya que el desarrollo impetuoso de la ciencia y la tecnología ha llevado a la sociedad a entrar en lo que se ha denominado “era de la información” e incluso a pensar en la “sociedad de la información”.

Por lo tanto, la innovación tecnológica consiste en que se pierde la frontera entre un medio de información y otro. Estas NTIC conforman un sistema integrado por:

Las telecomunicaciones: conformadas por los satélites destinados a la transmisión de señales telefónicas, telegráficas y televisivas; la telefonía ha tenido un desarrollo a partir del surgimiento de la señal digital; el fax y el modem; y por la fibra óptica, nuevo conductor de la información en forma luminosa que entre sus múltiples ventajas económicas se distingue el transmitir la señal a grandes distancias sin necesidad de usar repetidores y tener ancho de banda muy amplio.

La informática: caracterizada por los notables avances en materia de hardware y software permiten producir, transmitir, manipular y almacenar la información con mas efectividad, distinguiéndose la multimedia, las redes locales y globales (INTERNET), los bancos interactivos de información, los servicios de mensajería electrónica, etc.

La tecnología audiovisual: perfeccionamiento de la televisión de libre señal, la televisión por cable, la televisión restringida (pago por evento) y la televisión de alta definición.

El impacto social de las NTIC en el proceso enseñanza-aprendizaje, ha propiciado modificaciones en las formas tradicionales de enseñar y aprender.

Según (Cabero, 2002, p.4) Las NTIC y las organizaciones educativas, pueden visualizarse tres niveles o perspectivas diferentes:

1. La necesidad de contar con principios y estructura organizativa para facilitar la incorporación y la utilización eficaz de los recursos audiovisuales, informáticos y nuevas tecnologías en los sistemas de formación.
2. Las ayudas que los medios pueden aportar al desarrollo de la organización y administración del centro.
3. La posible influencia que las nuevas tecnologías pueden tener en las organizaciones educativas.

Según (Olguín, 2005, p. 10) en los últimos años en el ámbito educativo existe mayor demanda en el uso de las TI, entre las cuales se mencionan las siguientes:

- Paquetes de Cómputo, programas de cómputo que permiten captura y procesamiento de datos, creados para resolver requerimientos de tipo general que además permiten la automatización de actividades de educativas.
- Red de Computadoras, agrupación de equipos de cómputo (hardware y software) así como dispositivos de conexión de red (impresoras, switches, routers, ect.) que se pueden comunicar entre sí a través de un medio de transmisión.
- Bases de Datos, conjunto de datos interrelacionados (tablas) con independencia física y lógica, consistentes e íntegros compartidos por diferentes usuarios y programas de aplicación.
- Sistemas basados en el conocimiento (Knowledge Based System, KBS), tecnología que guarda estrecha relación con la inteligencia artificial ya que son sistemas capaces de razonar , cuenta con una base de conocimientos hace una interfaz con una base de datos para acceder los datos para analizar un problema en particular para llegar a una conclusión.
- Sistemas de mapas de conocimiento (Knowledge Map System, KMS), trabajan como las páginas amarillas del conocimiento, contienen una de lista de “diversidad de información” e indican que personas son las adecuadas para un tema en particular, propiciando el intercambio de conocimiento.
- Sistemas de Teleconferencia es el uso de sistemas de video que provee un medio útil para dar conferencias, discursos, clases, etc., de manera virtual, los cuales incrementan la comunicación reduciendo la necesidad de establecer contacto cara a cara, ahorrando así tiempo y dinero.
- Sitios Web, tecnología que frece enlaces a sitios importantes, brinda información específica de un tema en particular o presenta contenidos para intercambiar información y facilitan búsquedas de información avanzada podrían denominarse, portales de conocimientos.
- Minería de Datos (Data Mining), técnica de análisis de datos que tiene la capacidad de extraer los patrones o las desviaciones que puedan pasar inadvertidas durante una

observación normal que ayuda a automatizar la toma de decisiones al extraer los elementos de conocimiento para la solución más óptima acerca de situaciones específicas.

1.4.1 Historia de los Micromundos como apoyo a la enseñanza de las matemáticas.

MICROMUNDOS

Según (Larios, 2005, p. 78) El concepto de micromundo se abordó en el ambiente de la inteligencia artificial (IA), planteado como un ambiente de aprendizaje interactivo sobre la base de las computadoras donde los conceptos previos están incorporados al sistema y donde los estudiantes pueden convertirse en arquitectos activos, constructores de su propio aprendizaje por Seymour Papert.

La concepción de micromundo ha ido evolucionando conforme ha pasado el tiempo. Originalmente, esta noción estuvo ligada a la programación, principalmente con Logo, pero con la aparición de otros programas, que cubren una amplia gama de posibilidades tanto en la capacidad de interacción con el usuario como con respecto a su intencionalidad, se dice que si están concebidos para usarse en la matemática o en la educación matemática, los ambientes posibles se han ido modificando y enriqueciendo.

En general, los micromundos son dominios en los cuales los alumnos pueden explorar y aprender simultáneamente; debido a que son ambientes donde la gente puede explorar y aprender de lo que recibe de la computadora como respuesta de su exploración.

Donde las computadoras se convierten en herramientas útiles al aprovecharse sus potencialidades de realimentación casi inmediata, de sus representaciones gráficas y de manipulación directa que tiene el software como apoyo al aprendizaje de las matemáticas.

Un micromundo tiene objetos y herramientas internas que permiten al usuario realizar operaciones sobre los objetos en su interior, restringidas también por reglas internas. Además, estos ambientes, no están compuestos por un aparato, unas actividades,

el ambiente, el alumno o el profesor, cada uno de éstos por separado, sino que se forma de la interacción de estos elementos dentro de un campo de conocimiento.

Según (Hoyles y Noss, 1987, p. 587) se considera que un micromundo tiene cuatro componentes que interactúan entre sí:

- *El componente técnico* corresponde al soporte utilizado, es decir, y para el caso de los ambientes computacionales, el software que se considera en los ambientes.
- *El componente pedagógico* incluye la planeación y las actividades que realiza el profesor y tiene como función “estructurar la investigación y la exploración de conceptos encarnados en el componente técnico [...] enfocar la reflexión sobre aspectos particulares, sugerir métodos productivos de operaciones, indicar puntos de inicio útiles y generar vínculos con otras actividades”.
- *El componente contextual* se refiere al ambiente social donde se lleva a cabo el micromundo.
- *El componente del alumno* corresponde, básicamente, al sujeto que aprende, tanto desde el punto de vista cognitivo como desde el afectivo.

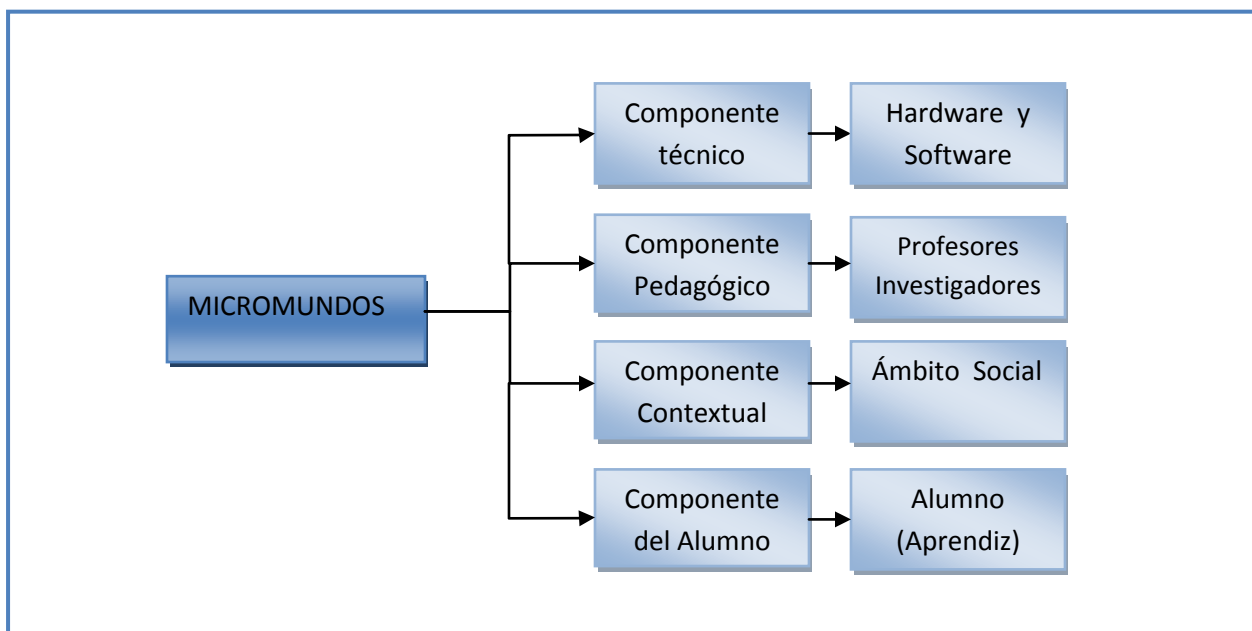


Figura 1. Componentes de los micromundos

Por lo tanto, un micromundo es un ambiente de esparcimiento artificial apoyado por una computadora que permite la simulación de una situación (real o ideal), que genera un escenario relevante para el aprendizaje en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, en el que suceden cosas dependiendo de lo que el aprendiz realiza. En este ambiente el estudiante aprende a partir de los elementos que constituyen el micromundo.

A continuación se presentan las ventajas y desventajas del uso de micromundos.

1.4.2 Ventajas y desventajas del uso de micromundos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en las matemáticas.

Los micromundos forman parte de lo que son las nuevas tecnologías de la información se puede decir son importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que proporcionan diversas ventajas al alumno.

Ventajas del uso de los micromundos:

Alumnos:

Los micromundos son una herramienta que permiten apoyar la educación constructivista, y hacen que el alumno tenga la posibilidad de descubrir y aplicar la experimentación, es decir, aprender explorando y creando.

1. Facilitan el desarrollo de trabajos colaborativos, así como las habilidades de comunicación, el manejo de proyectos y el aprendizaje permanente.
2. Ayudan a desarrollar la creatividad, la capacidad para resolución de problemas y el razonamiento.

Profesor:

1. Son una herramienta de apoyo al estudio que ofrece paquetes comprensivos de enseñanza.

Las desventajas que se presentan con los micromundos en el proceso enseñanza aprendizaje de las matemáticas:

Alumno:

1. El uso de los micromundos rompe con el modelo educativo, donde estudiantes debían procurar el conocimiento, y con ésta herramienta, ahora la comunicación e interacción entre los participantes será mediada a través de un por una computadora, con lo cual se reduce la interacción humana.
2. Los micromundos tienen una gran limitación al ser una NTI, el costo para acceder a este servicio no está al alcance de todos.

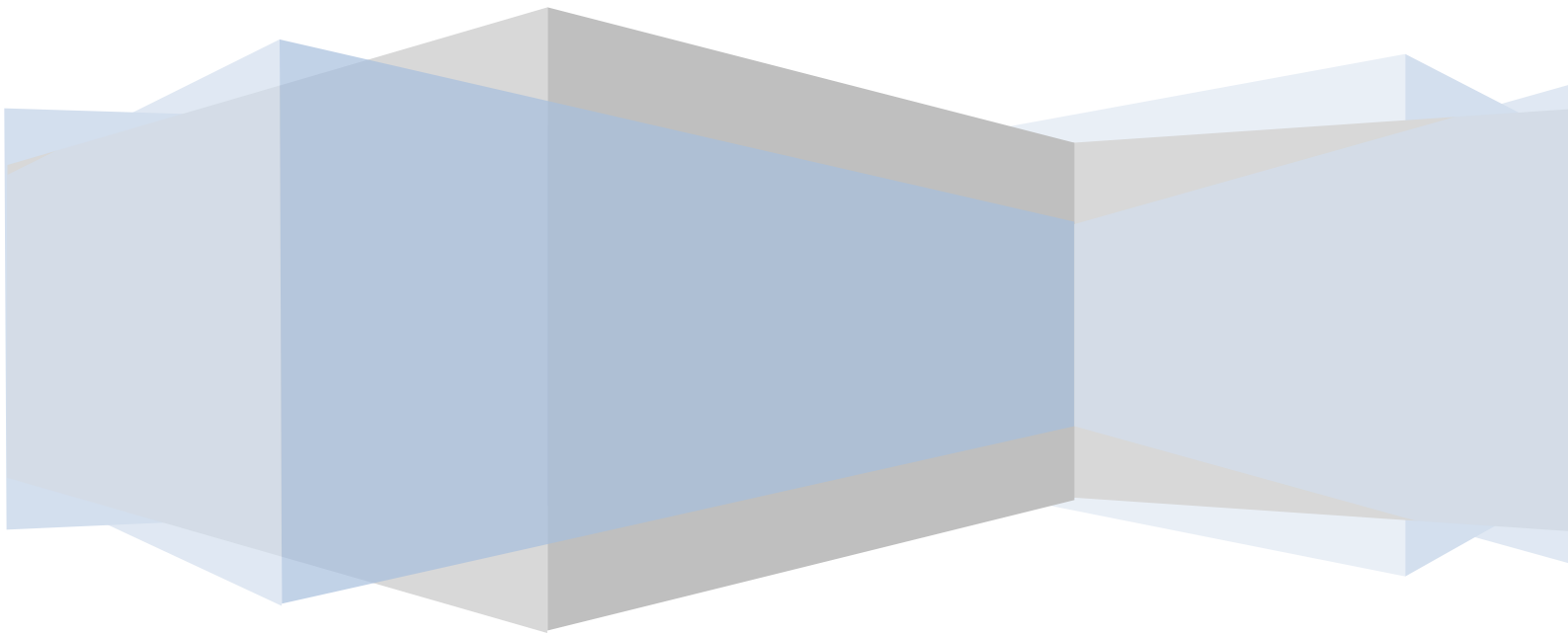
Profesor:

1. El uso de los micromundos reduce la interacción de profesor – alumno, lo cual limita la comunicación y socialización, la cual consistía en que la transmisión de conocimientos, valores y cultura general desde los maestros hacia los alumnos.
3. El profesor requiere capacitación para el diseño de micromundos.
4. El desconocimiento sobre estas nuevas tecnologías de la información y comunicación.

A continuación se abundará el tema de Ingeniería de Conocimiento.

CAPÍTULO 2

Ingeniería de Conocimiento



CAPÍTULO 2. INGENIERÍA DE CONOCIMIENTO

Antes de abordar este capítulo se presenta a continuación una breve descripción de los conceptos fundamentales, para el mejor entendimiento del mismo, tales como son: conocimiento, ingeniero del conocimiento y experto humano.

Conocimiento

Según (Vázquez , 2009, p.59) “Desde el punto de vista de la Inteligencia Artificial(IA), el conocimiento se puede interpretar como la combinación de esquemas o estructuras de datos y procedimientos interpretativos que confieren algún comportamiento inteligente y está formado por hechos, conceptos, procedimientos, ideas abstracciones, reglas y asociaciones utilizadas para modelar el mundo real.”

El *conocimiento* se refiere al aprendizaje individual, en el cual intervienen el proceso de adquisición y almacenamiento del conocimiento cuyo objetivo es incrementar la capacidad del individuo para realizar acciones efectivas.

Tipos de conocimiento

Conocimiento declarativo: según (Pech, 1999, p.29) se puede expresar desde un hecho o atributo poseído por un objeto, persona o concepto abstracto y una o varias relaciones entre estos.

Conocimiento procedural: consiste en un conjunto de reglas (basadas en conocimiento) que los expertos usa en la solución de los problemas. Consiguiendo así la generación de más conocimiento.

Metaconocimiento: es el conocimiento sobre el propio conocimiento y la experiencia, forma parte del Motor de inferencia. En IA el metaconocimiento se refiere al conocimiento sobre la operación de los sistemas basados en conocimiento, es decir, sobre sus capacidades de razonamiento.

Ingeniero de Conocimiento (ICO)

El Ingeniero del Conocimiento (ICO) es un especialista informático, el cual tiene los conocimientos profundos sobre el desarrollo y ejecución de sistemas basados en el conocimiento como en un Sistema Experto (SE), debe conocer las herramientas de su desarrollo, estrategias efectivas de comunicación y contar con conocimientos mínimos de psicología para poder interpretar las expresiones y manifestaciones del experto humano, para que el SE se realice de tal manera que cumpla los objetivos y satisfaga a los usuarios.

El ICO es el encargado de realizar las siguientes actividades:

- Extrae el conocimiento del experto humano por medio del planteamiento de preguntas o algún otro método definido para la Adquisición del conocimiento y lo plasma en una Base de conocimiento.
- Implementa correctamente el conocimiento del experto humano.

Experto Humano: El experto es una persona de reconocido prestigio que decide poner a disposición de muchos su experiencia por medio de un sistema.

Usuario: Persona que va a utilizar el sistema. Su conocimiento debe ser considerado al desarrollar el Sistema Basado en el Conocimiento (SBC).

Ingeniería del conocimiento (IC)

De acuerdo a (Rodríguez, 2002, p. 20) se presentan las siguientes definiciones de Ingeniería del conocimiento:

- Definición estricta: La Ingeniería del Conocimiento tiene que ver con la adquisición, representación, validación, inferenciación, explicación y mantenimiento del conocimiento.

- Definición amplia: La Ingeniería del conocimiento describe el proceso de desarrollo y mantenimiento de Sistemas de Inteligencia Artificial.

La ingeniería de Conocimiento se asocia como rama de la Inteligencia Artificial (IA), debido a que esta “relacionada con la adquisición, representación y el procesamiento del conocimiento”, estrechamente vinculada con el desarrollo de sistemas de software en donde el conocimiento y razonamiento tienen un papel fundamental (Sistema Experto -SE).

La ingeniería del conocimiento permite construir aplicaciones informáticas en dominios difíciles para la informática convencional como lo son los SE (sistemas basados en el conocimiento), donde los algoritmos empleados nos son de tipo formal, debido a que el conocimiento, en general, no está bien estructurado, puede ser inconsistente, incompleto e impreciso.

La habilidad de expresar el conocimiento y utilizarlo en un sistema experto es aún más difícil, pues el lenguaje que utiliza un experto no es un lenguaje que la computadora entienda. Por eso es necesario que el IC establezca una comprensión global del área, se forme un diccionario mental de los términos esenciales y desarrolle una comprensión básica de los conceptos clave.

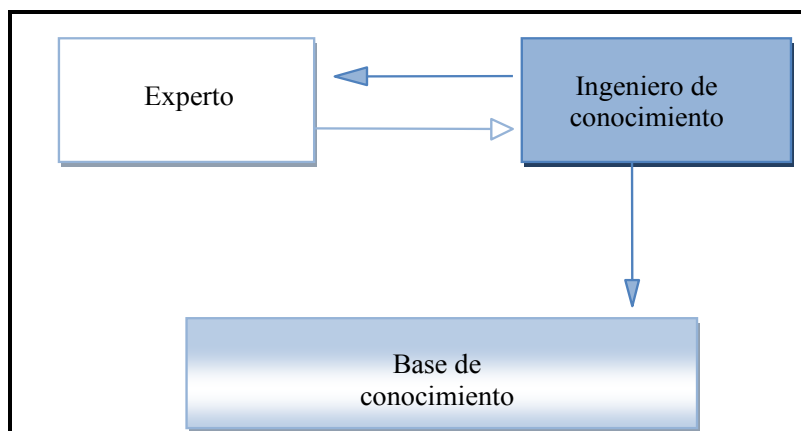


Figura 2. Interacción entre el IC y el experto.

De manera general la Ingeniería del Conocimiento está constituida por tres procesos fundamentales:

- 1) Adquisición del conocimiento: fase en la cual mediante expertos humanos en el dominio del conocimiento.
- 2) Representación del conocimiento: en la cual interviene de manera fundamental el ingeniero del conocimiento encargado de codificar y hacer explícitas las reglas u otros procedimientos, todo esto para que los expertos humanos sean capaces de resolver problemas reales, en la construcción de un SE dicha cooperación del experto humano con el Ingeniero de conocimiento.
- 3) Base de Conocimiento: última fase y es en la cual la información entra tal como llega, ya que el orden no influye en los resultados obtenidos. Sucede así porque cada elemento de conocimiento es comprensible por sí mismo, tomado de forma aislada y, por lo tanto, no es necesario referirse al contexto en el cual está inserto. La información puede ser representada mediante reglas de producción. Las reglas de producción constituyen el método más utilizado para construir bases de conocimientos. Llamadas también implicaciones lógicas. Su estructura es la siguiente: para unas ciertas causas, unos efectos; o, para determinadas condiciones, ciertas consecuencias. Esto se define a menudo como programación orientada a las reglas.

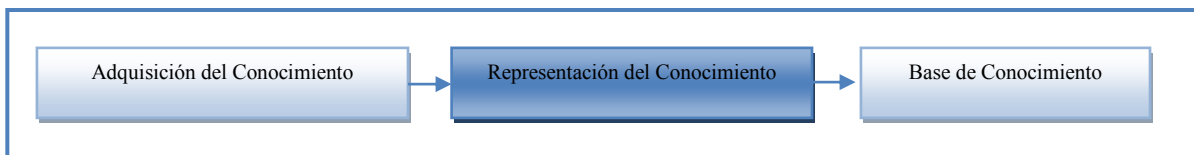


Figura 3. Ingeniería del Conocimiento de manera general

La Ingeniería del Conocimiento se define como una disciplina que permite construir sistemas expertos (SE), mediante procesos fundamentales como son: adquisición del conocimiento, representación del conocimiento, validación del conocimiento, inferencia del conocimiento, explicación y justificación.

El objetivo de la Ingeniería del conocimiento es construir sistemas basados en el conocimiento de expertos humanos y auxiliado del proceso de Adquisición del conocimiento obtener el conocimiento requerido para construir un determinado sistema. Se debe tener en cuenta que el proceso de adquisición del conocimiento se lleva a cabo durante

todo el desarrollo del sistema, desde el momento en que se comienza a estudiar el problema y su solución, hasta su evolución.

Procesos Fundamentales de la Ingeniería del Conocimiento

Adquisición del Conocimiento (AC)

Es importante saber que éste proceso requiere de fuentes de conocimiento, de las cuales se da una breve descripción a continuación:

- Fuente de Conocimiento Estática (Fuente Secundaria): el contenido no se puede variar por lo cual se debe seleccionar las fuentes más apropiadas que están relacionadas con el problema para adquirir los conocimientos básicos del dominio, todo aquel conocimiento tangible a nosotros, por ejemplo un libro, una revista, un artículo, una película, etc.
- Fuente de Conocimiento Dinámica (Fuente Primaria): variable, cambiante e inexacta, basado en la experiencia, entre otros. El hombre realiza parte de este tipo de fuente, en particular, el Experto.

El proceso de Adquisición del conocimiento se define como la labor de extracción del conocimiento de las fuentes.

Por lo tanto, la Adquisición del Conocimiento es el proceso central en la creación de sistemas basados en el conocimiento para sistemas expertos. El ingeniero del conocimiento se encarga de crear y organizar un sistema de adquisición de conocimiento, con su respectiva base de conocimiento, a partir de la captación e interrogación de la experiencia previa del experto. En la práctica, puede producirse un sistema experto inadecuado cuando el experto no lo es tanto, o sus conocimientos no se presten a la formulación de reglas, por falta de estructuración, o porque la adquisición del conocimiento estuvo mal hecha.

En el ámbito educativo, el docente:

- Es el experto encargado de organizar el conocimiento y el proceso de adquisición por parte del estudiante.
- El diseño instruccional permite organizar el proceso de adquisición del conocimiento por parte del estudiante.
- Tiene como función principal facilitar la adquisición del conocimiento.

El conocimiento adquirido en esta etapa puede ser: específico sobre el entorno del problema y los procedimientos de solución.

El objetivo de la Adquisición del Conocimiento es comprender cómo un individuo lleva a cabo una actividad de modo que la misma pueda ser automatizada.

Etapas de la Adquisición del conocimiento.

Según (Vázquez, 2009, págs.61-62). En el proceso de Adquisición del conocimiento se identifican 5 etapas para la extracción del conocimiento a continuación son descritas de manera general:

1. *Identificación.* Durante esta etapa, el problema y sus características principales son reconocidos. El problema es dividido en subproblemas (si es necesario), los participantes son identificados, y se describen los recursos. El Ingeniero de conocimiento aprende de la situación y lo plasma todo cumpliendo con el propósito de la aplicación de IA.
2. *Entendimiento.* El conocimiento importante para una situación de decisión puede estar diferenciado. Por tanto, esto es necesario para determinar los conceptos y las relaciones usadas. Estas y muchas otras cuestiones son respondidas durante el entendimiento, por ejemplo: ¿Cuál información es usada y cómo puede ser representada en la Base de conocimiento? ¿Son las reglas un buen medio de representación? ¿Cómo extraer los conocimientos de manera segura?

3. *Formalización.* El conocimiento es adquirido por la representación en la Base de conocimiento. La forma en la cual el conocimiento es organizado y representado puede determinar la metodología de adquisición. Por ejemplo, en los sistemas basados en reglas, debe ser organizado en términos de reglas. En esta etapa la Adquisición del conocimiento en realidad es mezclada con la Representación del conocimiento. Aquí, varias piezas de software y hardware también son examinadas. Esta etapa es muy difícil porque en ella está involucrada la extracción del conocimiento de los expertos humanos.

4. *Implementación.* Esta etapa involucra la programación del conocimiento en la computadora. Sin embargo, las mejoras del conocimiento están hechas con adquisiciones adicionales o cambios. Un prototipo de SE es desarrollado en esta etapa.

5. *Pruebas.* En la etapa final, el Ingeniero de conocimiento prueba el sistema por medio de ejemplos. Los resultados son mostrados al experto humano y las reglas (o cualquier Representación del conocimiento) son revisadas de ser necesario. En otras palabras, se examina la validez del conocimiento.

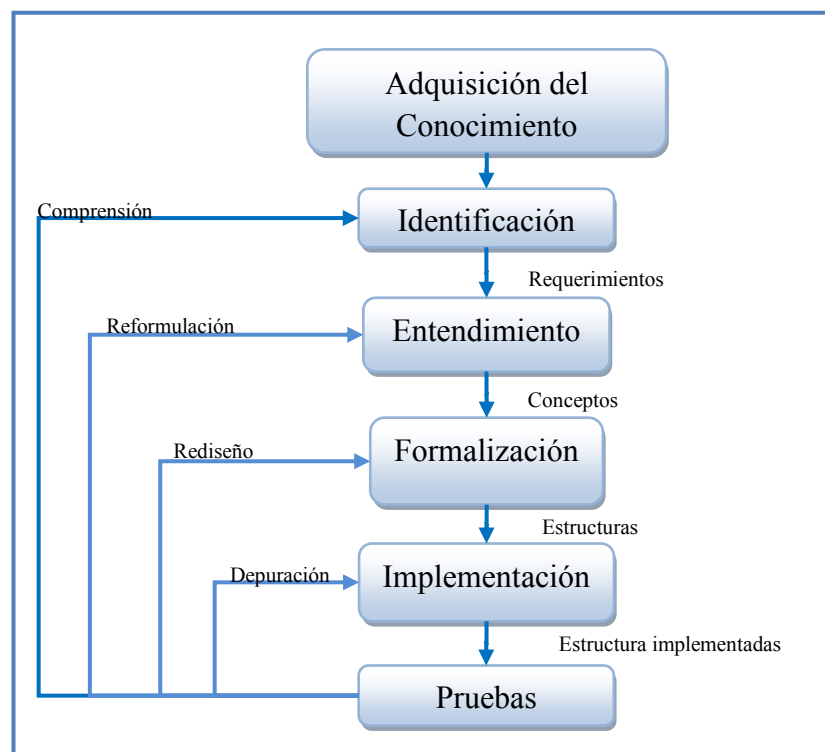


Figura 4. Etapas de la Adquisición del Conocimiento

Representación del Conocimiento (Knowledge Representation KR)

Representación del Conocimiento (KR): Proceso que consiste en llevar el conocimiento extraído de las fuentes y representarlo en una forma inteligible, es decir, que sea entendible para quienes lo utilicen.

La representación del conocimiento propone diferentes clases de estructuras y esquemas para organizar y almacenar el conocimiento en un sistema inteligente artificial. La elección de un esquema en particular dependerá del tipo de problema que se quiere resolver y de los métodos de inferencia que se utilizarán.

Según (Vázquez, 2009 p.73). La selección correcta de la representación del conocimiento, debe cumplir con los siguientes puntos:

- Sencilla. Fácil de modificar y manipular por procedimientos manuales o mediante técnicas automáticas.
- Fácil de modificar. Permitir la incorporación de nuevo conocimiento de forma sencilla.
- Transparente. Facilitar la detección de incoherencias y faltas de consistencia.
- Independiente. Facilitar la reutilización de sentencias, procedimientos, etc. Así como permitir, la inclusión, modificación o exclusión de una unidad de conocimiento sin que afecte al resto de la Base de conocimiento ni al resto del SE.
- Relacional. Permita establecer relaciones entre los conocimientos.

Los esquemas KR (Representación del Conocimiento) consisten de: reglas de lógica simbólica, redes semánticas, redes de producción, gráficos conceptuales, árboles de decisiones, frames o slots y diagramas lógicos.

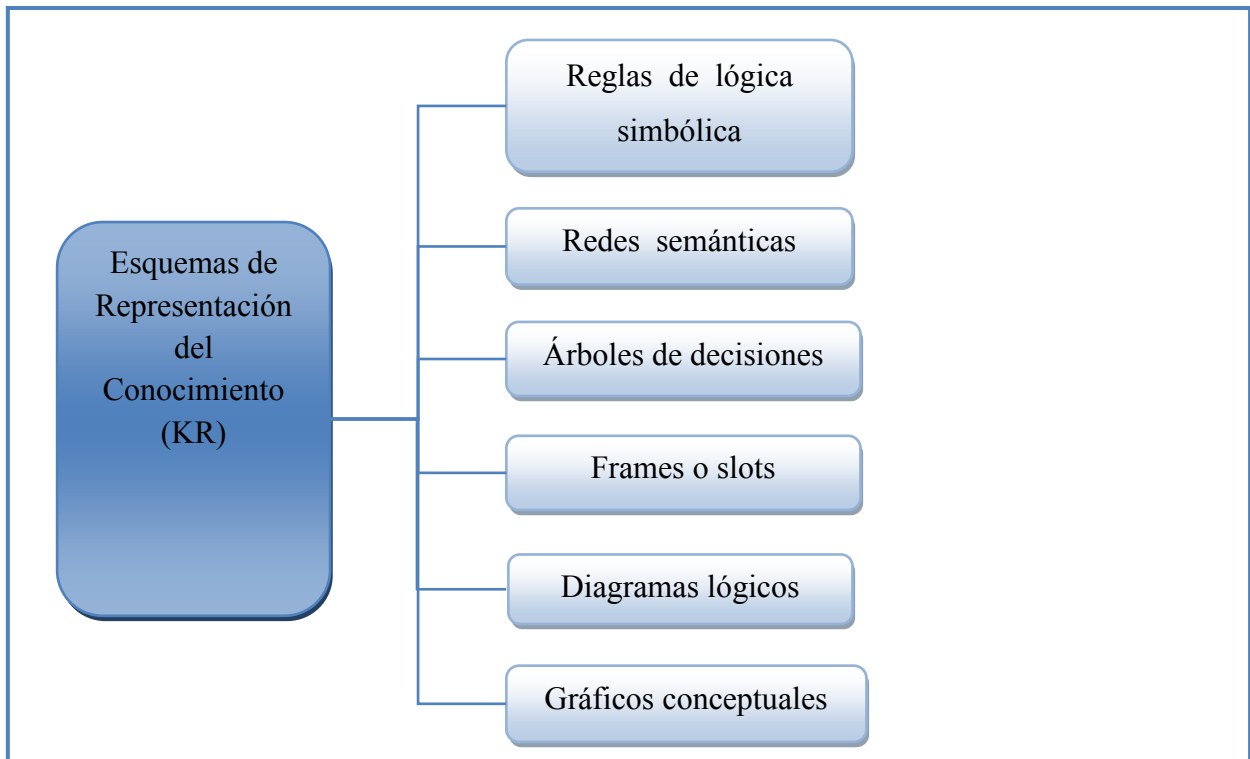


Figura 5. Esquemas KR

1. Reglas de lógica simbólica

- Lógica proposicional

La forma más básica de la representación formal del conocimiento es la booleana o proposicional, en la cual cada proposición o hecho es representado por un símbolo y se evalúa su verdad (V) o su falsedad (F). Como resultado de la evaluación de una proposición sencilla o compuesta, se pueden generar las tablas de verdad. Las sentencias son Fórmulas Bien Definidas (FBD) se construyen usando los símbolos (p, q, r,...) y una serie de operadores lógicos o conectivos booleanos como:

Operador Lógico	Símbolo	Operador Lógico	Símbolo
Conjunción	\wedge	Implicación	\rightarrow
Disyunción	\vee	Equivalencia	\equiv
Negación	\sim		

Tabla 3. Operadores lógicos

Esta sintaxis aparentemente simple permite formular proposiciones un poco más sofisticadas como:

$$P \wedge Q \rightarrow S ; (P \text{ y } Q) \text{ implican } S$$

Según (Barco, 2004, p.124)El mecanismo de inferencia utilizado en la lógica proposicional, se basa en las siguientes reglas:

1. Modus Ponendo Ponens (Afirmando afirma)

Nos indica que si su implicación es cierta y su antecedente es cierto, entonces su consecuente es verdadero.

$$[(P \rightarrow Q) \wedge P] \rightarrow Q$$

2. Modus Tollendo Tollens (Negando niega)

Nos indica que si su implicación es cierta y su consecuente es falso, entonces su antecedente es falso.

$$[(P \rightarrow Q) \wedge \sim Q] \rightarrow \sim P$$

3. Modus Tollendo ponens (Negando afirma)

Si una disyunción es verdadera y una de sus proposiciones es falsa, entonces la otra proposición es verdadera.

$$[(P \vee Q) \wedge \sim Q] \rightarrow P$$

- Lógica de predicados.

La lógica de predicados se refiere a la forma en la que la lógica se relaciona con la forma de las frases lógicas más que con su significado, es decir, está relacionado con la sintaxis más que con la semántica de dichas las frases.

La lógica de predicados es un lenguaje formal con sintaxis y gramática propias, capaz de valorar enunciados lógicos y extraer conclusiones para la creación de nuevos enunciados.

El alfabeto en la lógica de predicados está conformado por los símbolos que construyen los enunciados, entre los que se encuentran: predicados, variables, funciones, constantes, conjunciones, cuantificadores.

- Constantes: son los elementos más simples en la lógica de predicados, se usan para representar un elemento específico del dominio. Puede ser cualquier objeto de intereses (físicos o abstractos como ideas y puntos de vista). Se simbolizan con letras mayúsculas.
- Variables: se emplean para representar un conjunto de elementos del dominio sin especificar algún elemento en concreto. Para un símbolo de variable se emplea un conjunto de minúsculas.
- Funciones: se emplean para identificar elementos del dominio. Describe un elemento identificándolo como el resultado único de la aplicación de una transformación entre otros elementos del dominio. Se usan letras minúsculas para representarlas y los argumentos pueden ser cualquier término válido.

Es importante mencionar, que mientras el resultado de evaluar una función da como resultado un elemento del universo, la evaluación de un predicado en la lógica binaria es verdadera o falsa.

- Predicados: se emplean para representar relaciones dentro del dominio e indican que un elemento se relaciona en alguna otra forma específica, además se emplean para conformar fórmulas atómicas. Tiene un valor de verdadero si los elementos dados están relacionados de modo específico y de falso si no lo están.
 - Operadores lógicos: para expresar proposiciones compuestas se emplean operadores lógicos que combinan fórmulas para construir FBD más complejas. Entre los operadores lógicos de uso común, se encuentran: conjunción (\wedge , Y, AND), disyunción (\vee , O, OR), negación (\sim , NO, NOT), implicación (\rightarrow , p implica q) y equivalencia (\equiv).
 - Cuantificadores: se emplean para conformar hechos simples. Incluyen los cuantificadores existenciales (\exists , Existe) y universales (\forall , Para todo).
4. Redes Semánticas. Según (Vázquez, 2009, p.81). Una red semántica, también llamada red asociativa, se basa en la representación gráfica de las relaciones entre los elementos

de un dominio, los componentes básicos son los nodos y los enlaces. Los nodos son usados para representar elementos del dominio, un atributo, un estado, una entidad o un evento y gráficamente se muestran como rectángulos rotulados con los nombres de los elementos representados. Los enlaces (ligas o arcos) simbolizan las relaciones entre los elementos, la forma gráfica de ubicar un enlace es como un vector desde un nodo a otro, titulado con el nombre de las relaciones representadas.

Modelo de Representación del conocimiento declarativa, fue introducido por Ross Quillian en 1968, originalmente desarrollado como un modelo psicológico de la memoria asociativa humana conocido como memoria semántica.

Existen dos relaciones más utilizadas en las redes semánticas las cuales son:

- ES-UN. Es un enlace que se emplea para representar el hecho de que un elemento es miembro de una clase de elementos que tienen un conjunto de propiedades distintivos, en común. Un nodo que representa una ilustración de una clase es una instancia (ejemplo) de la clase. Los conceptos de una clase y de un enlace ES-UN se utilizan también para representar situaciones, acciones y eventos.
- ES-SUBCONJUNTO.

“Las redes semánticas son una representación gráfica de saber sobre objetos y sus relaciones”.

El razonamiento con redes semánticas es directo puesto que las asociaciones se pueden hacer simplemente rastreando los enlaces en el sistema, a este mecanismo se le llama propagación de la activación. Desafortunadamente, ninguna regla semántica rigurosa guía tal razonamiento. La interpretación de las estructuras de la red depende solamente del programa que las manipula, es decir, que no existe ninguna convención del significado, por esta razón, las inferencias que se derivan de la manipulación de la red no son necesariamente válidas

5. Gráficos Conceptuales (Mapas de Conocimiento). Son representaciones o expresiones gráficas que incluyen el conocimiento requerido para la solución de un problema, en los

cuales se expresa el conocimiento en forma de relaciones secuenciales de precedencia, de jerarquía que se dan en los factores relevantes que afectan el problema y su solución.

Por lo general relaciones de tipo causa- efecto.

El tamaño de cada mapa de conocimiento depende del nivel de detalle que se quiera dar al análisis y solución del problema.

6. Árboles de Decisiones. Según (Rodríguez, 2002, p.27). Se conceptualiza como la representación de los espacios de búsqueda de soluciones a un problema, donde el tamaño de cada espacio de búsqueda esta dado por el número de nodos (ramas) en el árbol.

Están compuestos por nodos que representan las metas y por ramas que representan decisiones (conclusiones o resultados).

Es el encargado de integrar estrategias de búsqueda con relación de conocimiento.

La graficación de estos árboles de decisión sigue el orden que se explica a continuación.

- El nodo inicial se grafica a la izquierda, y los efectos parciales o finales a la derecha.
- Un efecto parcial se constituye en una causa(rama de un árbol) hasta llegar al nodo final que da los resultados o conclusión al problema.

7. Frames (Marcos) o Slots:

Se trata de estructuras de datos para la representación de objetos. Un frame es, la división de objetos, o también de situaciones, en sus componentes. Estos componentes son introducidos en los slots (ranuras) correspondientes del frame. Los slots pueden estar a su vez subdivididos en facets (facetas o atributos para una definición más precisa).

Según (Vázquez, 2009, p. 82) “consiste en una colección de atributos que definen el estado de un objeto y su relación con otros objetos. Los atributos también son llamados slots, ranuras, casillas o campos y hacen referencia a los valores de los datos. Este

modelo parte de que existen muchas posibilidades de que los seres humanos tienen la capacidad de interpretar nuevas situaciones sobre la Base del conocimiento lograda de experiencias en situaciones similares. Esta destreza posibilita que nuestro conocimiento crezca con cada experiencia en lugar de partir de condiciones iniciales en cada situación”.

Los marcos están organizados jerárquicamente, conectados entre sí, estableciendo un mecanismo de herencia.

Los marcos se emplean para organizar nuestra comprensión básica de las cosas que típicamente son ciertas para algunas clases generales de elementos. Pero antes de que se pueda utilizar un marco, es necesario verificar que sea aplicable a la situación actual.

Los estados que puede presentar un marco están definidos por el sistema y son los siguientes:

- Activo: cuando se da el caso en el que se encuentra presente en la lista de hipótesis, para confirmarlo o eliminarlo
- Semiactivo: cuando las hipótesis sean sugeridas mediante varias alternativas, pero sin suficiente relevancia como para ser consideradas.
- Inactivos: cuando el objeto es eliminado o nunca es instanciado para ser considerado.

La estructura de control está determinada por el caso específico, pero algunos criterios seguidos son:

- Ordenar datos.
- Activar ciertas hipótesis asociadas a situaciones específicas.
- Ordenar las hipótesis.
- Verificar la hipótesis más importante.
- Instanciar la hipótesis ejecutada recientemente.

Los marcos al ser una forma de representación mediante objetos combina el aspecto procedural y declarativo. Los marcos comparten varias características con las redes semánticas, ambas son estructuras de propósito general, en las cuales es posible representar conjuntos particulares de conocimiento dentro de un dominio específico. Así, un marco representa una clase de elementos y de manera equivalente un nodo de clase se emplea para representar tales elementos en una red semántica. Es común desarrollar redes en que los nodos sean marcos.

Antes de su utilización, el Frame es un almacén pre-estructurado de datos. La configuración del Frame y las definiciones de los slots están ya fijadas. A lo largo del procesamiento se van llenando los slots con contenido. En este proceso puede haber varios Frames con la misma estructura pero diferente contenido.

Los valores de un slot (slot-values) son heredados. De esta forma no hace falta modificar más que el valor jerárquicamente superior en el slot y todas las instancias subordinadas del Frame obtienen el nuevo valor.

Para el procesamiento de los Frames deben existir reglas y procedimientos incorporados en el concepto, al igual que en la red semántica. Los procedimientos asociados a los slots son activados por determinados acontecimientos.

Los objetivos de los frames son:

- Agrupar hechos
- Asociar el conocimiento procedimental con algunos hechos o grupos de hechos.

8. Diagramas Lógicos

Representación del conocimiento se puede clasificar en dos clases de esquemas: declarativos y procedimentales.

- Esquemas Declarativos.- La representación del conocimiento hace énfasis en la acumulación de hechos estáticos junto con una información limitada que describe cómo se va a emplear el conocimiento.

- Esquemas Procedimentales.- Enfatiza la representación del conocimiento en forma de reglas dinámicas que describen procedimientos para usar el conocimiento.

Según (Vázquez, 2009, p.57). La ingeniería del conocimiento se basa en cinco actividades:

1. Adquisición del conocimiento.

Es extracción del conocimiento de los expertos humanos, libros, documentos, sensores, archivos de computadora, entre otros.

2. Representación del conocimiento.

Se organiza en la Base de conocimiento.

3. Validación del Conocimiento

Todo el conocimiento extraído del experto debe asemejarse a la realidad, es decir, que todo el trabajo que vaya a realizar el sistema sea igual al que realizaría un experto.

4. Inferencia del Conocimiento

Inferencia se refiere al diseño del software que habilitará a la computadora para ser inferencias basadas en el conocimiento y entonces proporciona al usuario avisos sobre ciertos tópicos.

5. Explicación y Justificación

Se refiere al diseño y programación de la capacidad de explicación.

La Ingeniería del Conocimiento engloba la interacción de los procesos mencionados en párrafos anteriores.

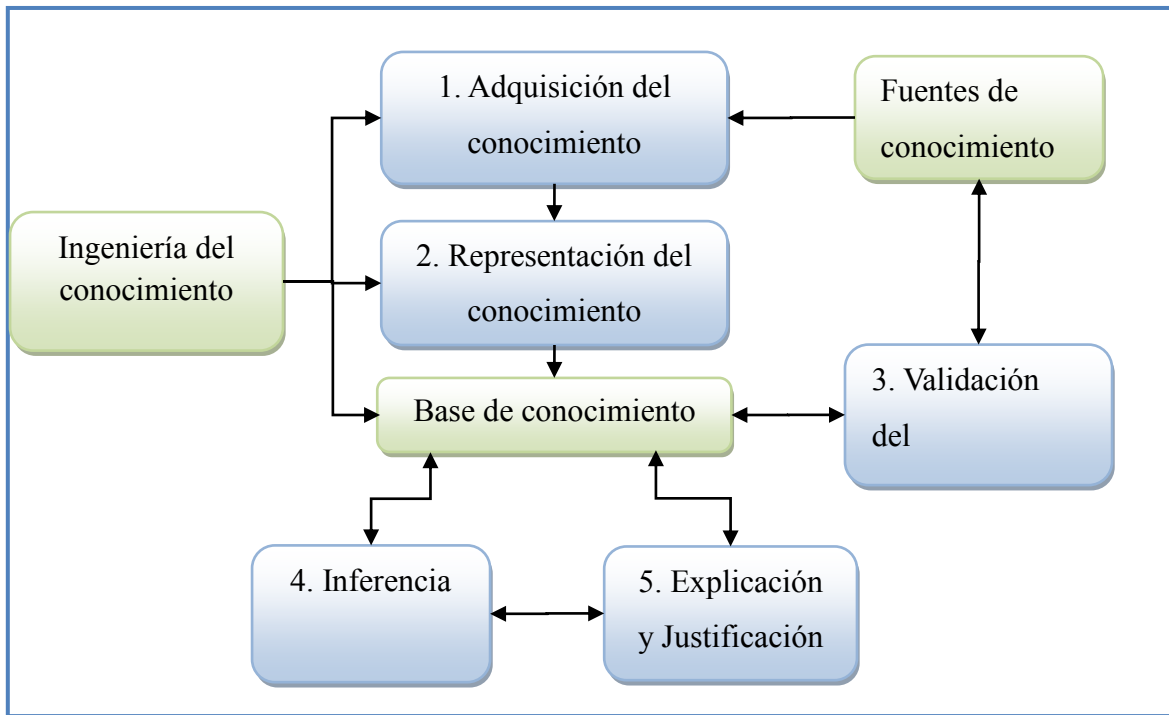


Figura 6. Procesos de la ingeniería del conocimiento

2.1 Técnicas de Adquisición de Conocimiento

La obtención del conocimiento se logra por medio de métodos manuales o mediante la utilización de computadoras, sin embargo, se clasifican en tres grandes grupos de métodos para la extracción del conocimiento los cuales son: manuales, semiautomatizados y automatizados.

Es importante saber que las técnicas de Adquisición de Conocimiento están contenidas dentro de los Métodos de Adquisición de Conocimiento por lo cual antes de profundizar en dicho tema, se da una breve introducción acerca de los Métodos de Adquisición de Conocimiento mencionados en el párrafo anterior.

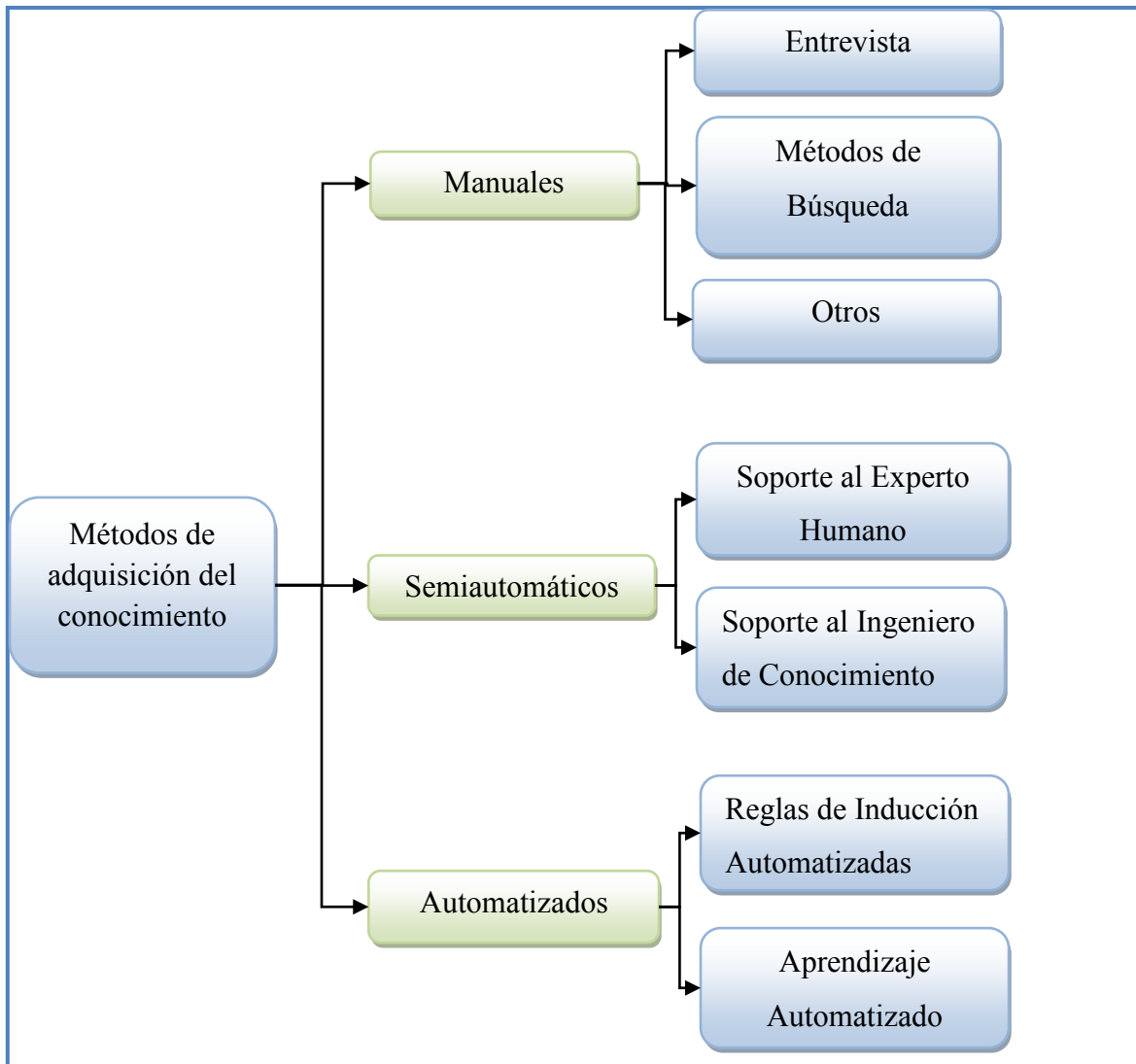


Figura 7. Métodos de adquisición de conocimiento

Métodos Manuales.

Este tipo de métodos están fundamentalmente estructurados por medio de algún tipo de entrevista, donde el IC obtiene el conocimiento mediante la interacción directa del Experto Humano y/o de otras fuentes (conocimiento documentado), posteriormente lo codifica en la base de conocimiento.

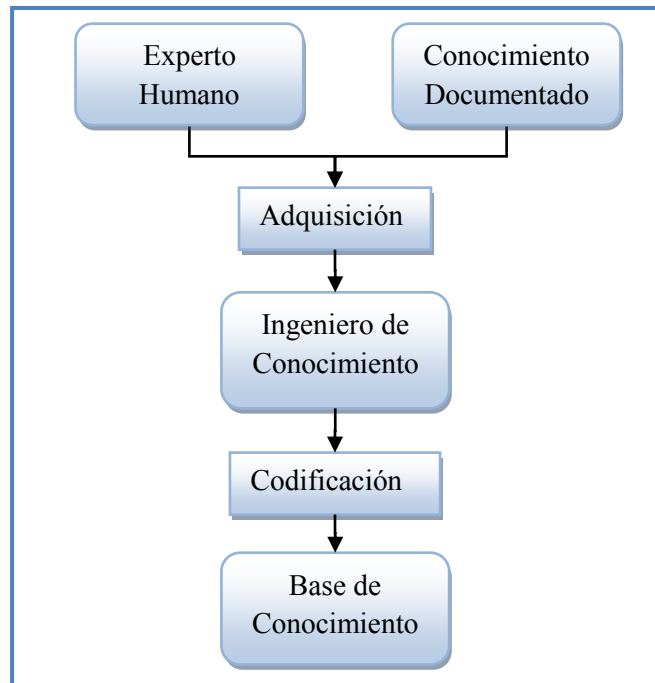


Figura 8. Métodos Manuales

De acuerdo con (Rodríguez, 2002, p. 23) los métodos pueden ser:

- Entrevistas:

Se obtiene el conocimiento mediante el planteamiento de preguntas y problemas. Se trata de una técnica que está guiada por el conocimiento que va aportando el experto.

En esta técnica puede ser:

- Estructurada en la cual se realizan preguntas específicas relativas a las características del sistema. La entrevista estructurada es proceso sistemático orientado a objetivos. Lo anterior precisa una comunicación organizada entre el Ingeniero de conocimiento y el experto humano. La estructura reduce los problemas de interpretación propios de la entrevista no estructurada, y eso permite que el Ingeniero de conocimiento prevea la distorsión causada por la subjetividad del experto humano en el dominio. En una entrevista estructurada, el Ingeniero de conocimiento, requiere centrar la atención en actividades importantes que son parte del proceso, como:

- Estudiar el material disponible en el dominio para identificar de los aspectos más relevantes del conocimiento.
- Revisar las capacidades previstas del SE. Identificar los objetivos de las preguntas que se harán durante la sesión de la Adquisición del conocimiento.
- Formalizar la planeación de las entrevistas estructuradas. Incluyendo la planificación para asistir a las reuniones, la definición del periodo de sesiones para la adquisición de conocimientos, objetivos y agendas e identificar y refinar mejores áreas para realizar preguntas.
- Escribir preguntas simples, enfocarse en algún tipo de pregunta, en algún nivel y técnicas para realizar preguntas.
- Asegurar que el experto humano en el dominio entienda el propósito y los objetivos de la sesión y alentar al experto humano para establecer una preparación previa a la entrevista.
- Seguir a las directrices para la realización de la entrevista.
- Usar un control direccional para mantener la estructura de la entrevista.

Las entrevistas estructuradas conforman un método ideal, cuando se va a llevar a cabo una serie de entrevistas durante un periodo de tiempo, ya que permiten repetir preguntas, estableciendo una comparación y verificación entre las respuestas dadas por el experto humano.

- Semiestructurada en donde se realizan preguntas abiertas y puntos a cubrir. Se hace uso de este tipo de entrevista cuando existe información que se desea obtener de manera puntual. Se puede empezar con una lista de preguntas o temas que se quiera abordar durante la entrevista, sin embargo, no es necesario que el orden en el que se abordan los temas o preguntas, sea estricto, pero si es necesario que se cubran todos los

puntos. Conforme transcurre la entrevista, ésta se puede convertir en una conversación con el experto humano.

- No estructurada con preguntas generales para obtener la mayor cantidad de información posible. Este tipo de entrevista es usada como punto de partida, puesto que muchas entrevistas para la Adquisición del conocimiento son conducidas de manera informal, por lo tanto ayuda a la obtención rápida de una estructura básica del dominio. El rol del Ingeniero de conocimiento en una entrevista no estructurada es formular preguntas espontáneas, lo cual no siempre es una tarea fácil, ya que puede conducir problemáticas.

En este método se tiene una desventaja, pues el experto muchas veces no es consciente del conocimiento que tiene o que se le está pidiendo, por lo que induce a la formalización del conocimiento en múltiples sistemas de representación y en muchos casos innecesario.

2. Métodos de Búsqueda

El proceso de búsqueda se refiere a un juego de técnicas que rastrean el proceso de razonamiento de un Experto Humano, un enfoque destacado entre los psicólogos cognoscitivos, quienes están interesados en analizar “la trayectoria de los pensamientos” del Experto Humano, cuando llega a la solución de un problema.

El Ingeniero de conocimiento puede usar este método para encontrar el motivo para el cual la información está siendo usada y como está siendo usada.

Existen dentro de los métodos de búsqueda dos tipos: formal e informal, se destacan principalmente: Análisis de protocolo que es el más usado y las Observaciones respectivamente.

- Protocolos:

Es una entrevista en la cual se tiene un objetivo específico, la comunicación es organizada y se reducen los problemas de interpretación.

La ventaja de este método es cuando el ingeniero de conocimiento sabe cuál es el problema, ya que permite la representación del conocimiento de manera uniforme.

Por otra parte, la desventaja es que el ingeniero de conocimiento requiere una formación previa sobre determinado problema.

Otros diversos métodos manuales

Se puede hacer uso de otro tipo de métodos para extraer el conocimiento de los expertos humanos. Como ejemplo se tienen los siguientes:

- Casos de análisis. En los que se pregunta al experto humano sobre la forma en la que maneja casos específicos, varios expertos humanos pueden ser consultados, usualmente este método se analiza la documentación proporcionada por el experto humano.
- Análisis de casos particulares. Se seleccionan casos de investigación, difíciles o que presentan especial interés para los expertos humanos, quienes pueden someterlos a discusión
- Comentarios. El Ingeniero de conocimiento pregunta a los expertos humanos y da un comentario rápido a lo que ellos están haciendo, este método es soportado por videos de los expertos en acción.
- Mapas conceptuales. Gráficas o diagramas pueden ser utilizados para dar soporte a los otros métodos de Adquisición del conocimiento.
- Lluvia de ideas. Se utiliza cuando se solicita la opinión de varios expertos humanos y es útil para generar ideas.
- Prototipos. Si se trabaja con un prototipo del sistema se estará tomando un rumbo muy eficaz para inducir la contribución del conocimiento del experto humano, los

cambios pueden hacerse instantáneamente y a los expertos humanos les gusta participar activamente en el sistema.

- Escalamiento multidimensional. Identifica varios niveles de conocimiento y después se acomoda en forma de una matriz de distancia. Por medio del ajuste de la regresión de mínimos cuadrados, se analizan, integran e interpretan varias dimensiones.
- Examen. En esta técnica el Ingeniero de conocimiento prepara una serie de pruebas para que el experto los resuelva y explique como ha hecho, para así obtener los conocimientos necesarios.
- Informes. El experto explica en forma oral y escrita los distintos tipos de problemas que enfrenta y cómo los resuelve.

Esta técnica es muy útil en los primeros pasos de desarrollo de la base de conocimientos. La desventaja es que el experto tiene que dedicar tiempo y esfuerzo a realizar su tarea.

Los métodos manuales son lentos, tienen costo elevado y tienden a la inexactitud. Sin embargo pueden capturar información que otros métodos no pueden.

Métodos Semiautomatizados.

Según (Vázquez, 2009, p.69). Están divididos en dos categorías, los que apoyan al Experto Humano a la construcción de la base de conocimiento y los que ayudan a los ingenieros del conocimiento a ejecutar sus tareas necesarias de manera eficiente.

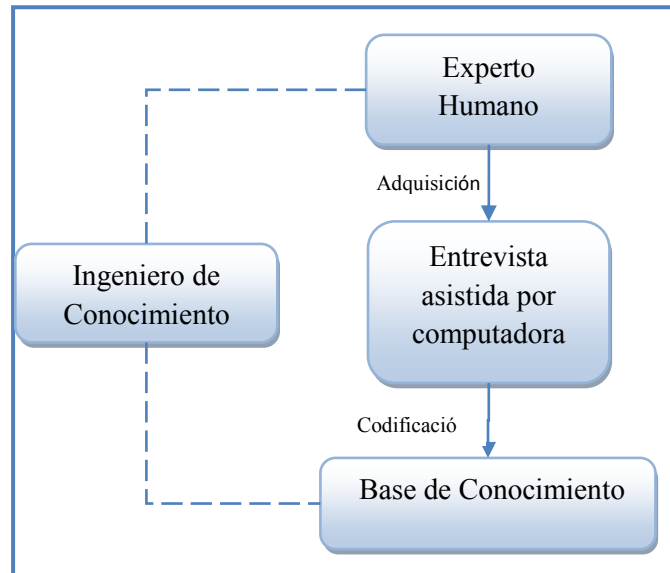


Figura 9. Métodos Semiautomatizados

Entre las técnicas de adquisición de conocimiento semiautomatizadas se destacan:

1. Soporte (apoyo) al Experto Humano

Ofrecen soporte a los expertos humanos para construir las Bases de conocimiento aunque los ingenieros de conocimiento les ayuden poco. El proceso de Adquisición de conocimiento suele ser caro debido a que los ingenieros de conocimiento no poseen los conocimientos como el experto, por lo que suele ser lenta la comunicación entre ambos. El experto humano con el uso de estas herramientas aprende a usar la interface y ejecutar el proceso, estructurar el modelo de acuerdo al rendimiento que se espera.

La herramienta óptima para adquirir conocimiento debe ofrecer la posibilidad para agregar conocimiento en la Base de conocimiento, refinar e incluso corregir el conocimiento existente.

- Análisis de Rejilla (Repertory Grid Analysis)

Se utiliza esta técnica cuando el experto humano no puede expresar y estructurar su razonamiento claramente. Está basado en el modelo de Kelly del pensamiento humano llamado Teoría de Construcción Personal, que busca predecir y controlar eventos por medio de la formulación de teorías, probando hipótesis y analizando resultados de los

experimentos. El conocimiento y las percepciones sobre el mundo están clasificadas y organizadas por cada individuo como un modelo personal perceptual.

2. Soporte (apoyo) al Ingeniero de Conocimiento

Son técnicas que requieren del experto humano y del Ingeniero de conocimiento y que ejecutan las tareas necesarias de una manera eficiente y eficaz.

Existen diversos tipos de herramientas pueden ser desarrolladas para dar soporte al proceso de adquisición del conocimiento, por ello, a continuación se muestran algunas de las más representativas:

- Editores e Interfaces, buscar facilitar la manipulación del conocimiento en el sistema para evitar al máximo los errores en un ambiente amigable al experto humano.
- Explicación, proporciona ayuda al usuario, al Ingeniero de conocimiento y al experto humano, para refinar y mejorar la Base de conocimiento.
- Documentación, ayuda al Ingeniero de conocimiento en la adquisición, estructura, análisis y documentación del conocimiento del experto humano.

Métodos Automatizados.

En los métodos de este tipo el rol del Experto Humano y del Ingeniero de Conocimiento son minimizados al máximo e incluso eliminados.

Los objetivos de los métodos automatizados son:

- Eliminar la necesidad de contar con un experto humano.
- Eliminar la necesidad de contar con un Ingeniero de conocimiento.
- Mejorar la productividad de la ingeniería del conocimiento.
- Mejorar la calidad del conocimiento adquirido.

Los principales métodos son:

1. Reglas de Inducción Automatizadas.

La inducción es un proceso de razonamiento que va de lo particular a lo general. Los métodos de inducción utilizan diversos algoritmos para convertir una matriz de conocimiento de atributos, valores y selecciones de reglas, donde los algoritmos pueden variar respecto a los métodos estadísticos de las redes neuronales.

El algoritmo más popular es el ID3 (Interactive Dichotomizer Version 3), el cual primero convierte la matriz de conocimiento en un árbol de decisión. Los atributos irrelevantes son eliminados y los atributos relevantes son organizados de una manera eficiente.

Un sistema de inducción para generar reglas ofrece algunas ventajas de las cuales se destacan:

- Permite que los SE sean usados en campos más complicados.
- El experto humano o el analista pueden ser los constructores.
- Puede generar nuevo conocimiento.

Existen varias desventajas que con la implementación del método de inducción de reglas tales como:

- La generación de reglas muy complejas para un humano ya que la forma en la cual se clasifican los atributos y propiedades de los problemas no es como normalmente se realizaría.
- EL experto humano debe especificar los atributos más significativos para que el sistema genere las reglas.
- Para obtener mejores resultados se deben tener grandes cantidades de reglas por lo que depende de la capacidad del sistema la cantidad de reglas que se usarán.
- El método es bueno sólo para problemas basados en reglas.

- El número de atributos de los objetos que generan las reglas debe ser muy pequeños.
- El número de ejemplos necesarios puede ser muy grande.
- El método es limitado para situaciones con certeza (determinísticos).

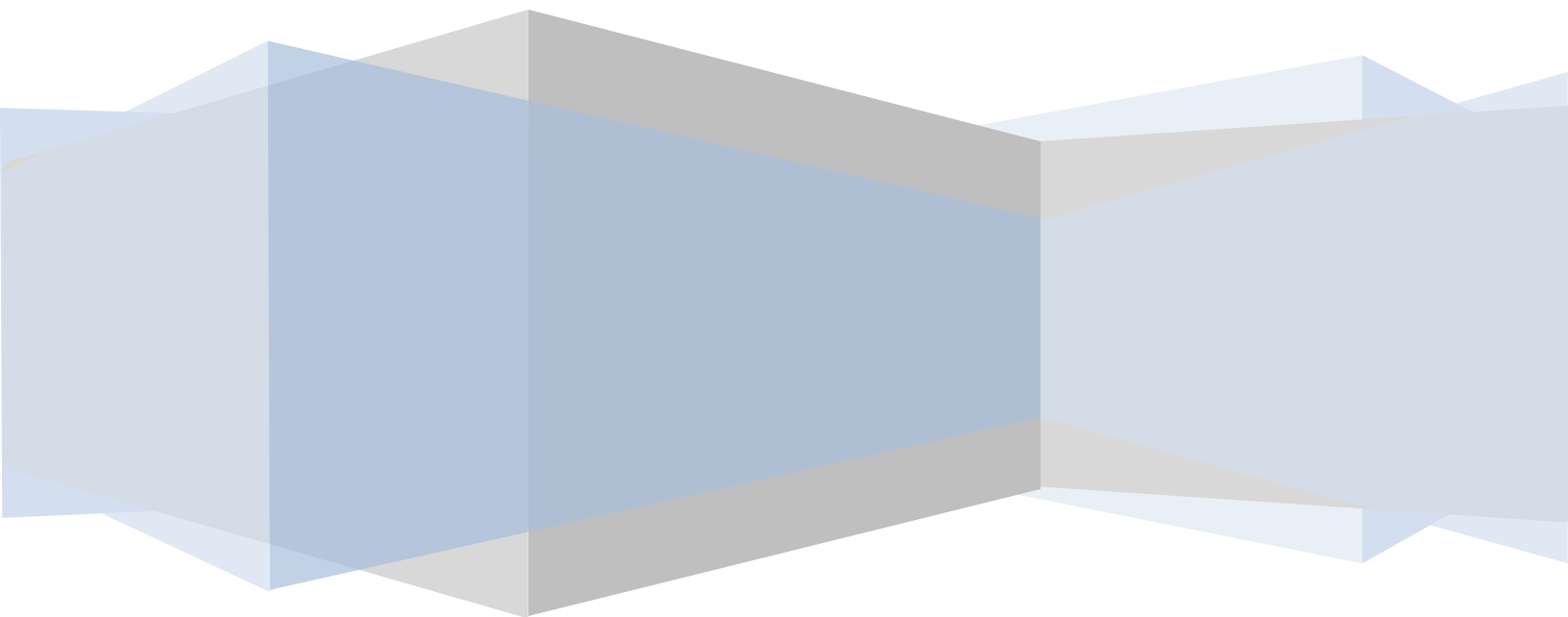
2. Aprendizaje Automatizado.

Mediante programas heurísticos las computadoras aprenden de la experiencia. El aprendizaje depende de cómo se adquiere y se almacena el conocimiento en las computadoras para que puedan aprender.

A continuación se revisarán los fundamentos de las bases de datos, entre otros.

CAPÍTULO 3

Bases de Datos



CAPÍTULO 3. BASES DE DATOS

En la actualidad los usuarios cada vez demandan más recursos en cuanto a tecnología, por tanto surgen las evoluciones en los sistemas, y por ende en las bases de datos. Las bases de datos son fundamentales en los sistemas de información debido a que estas se utilizan en todas las áreas profesionales como la investigación, tecnología, arte, educación, sistemas médicos, programas de ingeniería, programas de desarrollo, de diseño, sistemas de información geográfica, entre otros.

3.1 Definición de las bases de datos

Para definir “bases de datos” es importante tener claro qué es un dato e información debido a que estos elementos son fundamentales para el desarrollo de las bases de datos, según (Juárez, 2006, p.45):

- Dato: es un conjunto de caracteres con algún significado, pueden ser numéricos, alfabéticos, o alfanuméricos, este es la unidad mínima de información. Un dato dentro de una base de datos responde a la función (objeto, atributo, valor).
- Información: es un conjunto ordenado de datos los cuales son manejados según la necesidad del usuario, para que un conjunto de datos pueda ser procesado eficientemente y pueda dar lugar a información, primero se debe guardar lógicamente en archivos.

La información es el recurso más valioso en una base de datos, por tanto esta debe ser:

- Accesible: es la facilidad y rapidez para poder acceder a ella
- Clara: debe ser integra y fácil de entender
- Precisa: lo más exacta posible
- Propia: Debe haber la mayor similitud entre el resultado creado y lo que el usuario pide
- Oportuna: El proceso de entrada-procesamiento-entrega al usuario debe ser en el menor tiempo posible

- Flexible: la información se puede adaptar a la toma de decisiones que mejor convenga
- Verificable: la información debe ser totalmente fiable para que se pueda verificar en el momento deseado
- Imparcial: La información debe poder modificarse tanto por el administrador, como por el usuario dueño de la base
- Cuantificable: la información puede ser el resultado de cualquier dato procesado.

Para llegar a definir “bases de datos”, se debe remontar a lo que eran los archivos y conjuntos de datos, ya que según (Arreguin, 2006, p. 9) se entiende como un archivo a un conjunto de datos interrelacionados, recolectados, que satisfacen las necesidades de información de una comunidad determinada de usuarios, estos son los que dieron auge a la creación de numerosas bases de datos.

Algunos autores han dado varias definiciones de una base de datos, mismas que difieren en el enfoque que se les dé:

Se puede decir que una base de datos es un conjunto de archivos dedicados a guardar información relacionada entre sí, con referencia entre ellos de manera que se complementen y con la posibilidad de relacionarlos en base a diferentes criterios.

La definición anterior es un tanto general, para poder dar una definición más completa es necesario que se consideren algunas de las propiedades de una base de datos, mismas que según (Aguilar, 2006, p. 17) son:

- Representa algún aspecto del mundo real, llamado universo de discurso (UoD, Universe of Discourse) del cual provienen los datos.
- Es un conjunto de datos lógicamente coherente, con significado implícito. Un grupo de datos sin relación entre sí, agrupados de forma aleatoria, no se considera una base de datos.
- Toda base de datos se diseña, se crea y se carga con datos, con un objetivo determinado, y está dirigida a un grupo de usuarios, interesados en el contenido de la base de datos.

Según (Gómez, 2007, p.18) una base de datos es un conjunto de datos que pertenecen al mismo contexto, almacenados sistemáticamente para su posterior uso, es una colección de datos estructurados según un modelo que refleje las relaciones y restricciones existentes en el mundo real. Los datos que han de ser compartidos por diferentes usuarios y aplicaciones, deben mantenerse independientes de éstas, y su definición y descripción han de ser únicas estando almacenadas junto a los mismos.

Por otro lado (Juárez, 2006, p.45) dice que una base de datos es un conjunto de datos almacenados entre los que existen relaciones lógicas y que ha sido diseñada para satisfacer los requerimientos de información de una empresa u organización.

Lo anterior conduce a que, las bases de datos son un conjunto de información relacionada no redundante (es decir, no debe existir información repetida o duplicada en diferentes tablas), que está organizada, sistematizada y que debe encauzarse en un propósito específico de una comunidad. Del mismo modo tiene que cumplir con los objetivos de independencia (es la capacidad de hacer modificaciones en el modelo físico o lógico sin alterar ninguna aplicación y estructura de datos), integridad (se refiere a la consistencia de los datos y a su vez a que los valores que posean, mismos que deben ser validos de acuerdo a las dependencias funcionales entre las tablas) y la seguridad de datos ante los múltiples usuarios que la utilicen, debido a que cualquier tipo de datos que se utiliza en una base, es de fundamental importancia que no sufra cambios por usuarios que no están debidamente acreditados para hacerlos.

Algunos términos como redundancia, consistencia, independencia, integridad y seguridad se abundarán con detalle más adelante.

3.2 Fundamentos históricos y teóricos de las bases de datos.

Las bases de datos datan desde los años 60, a la fecha, a lo largo de estos años han surgido diversos acontecimientos que permiten mejoras en los diversos software, que han desarrollado diversas compañías dedicadas a la creación de herramientas para el manejo de las bases de datos.

A continuación se presenta una cronología de los eventos más importantes en las bases de datos según (Arreguin, 2006, p. 10) tabla 4 .

Año	Descripción
1960	Uso de los archivos separados ISAM (Index Sequential Access Method) y VSAM (Virtual StorGE Access Method) fueron sistemas administradores de archivos.
1964	El término Base de datos, primero usado en las Fuerzas Militares de EEUU aparece en las publicaciones. IBM introduce IDS (Almacén de Datos Integrado).
1969	IBM introduce IMS, una base de datos jerárquica (con el fin de programas de conquista especial, permite construir cadenas de registros entre ficheros y recorre dichas cadenas). En octubre el DBTG (Database Task Group) envió su primer informe a la PLC, proponiendo un Lenguaje de Descripción de Datos (DLL) para describir una base de datos y un Lenguaje de Manipulación de Datos (DML). Los primeros SGBD (Sistemas Gobernadores de Bases de Datos) se caracterizan por la separación de la descripción de los datos de la manipulación de estos por los programas de aplicación.
1970	E.F. Codd hizo un documento describiendo el modelo relacional (definición de modelo relacional) basado en la simplicidad matemática del álgebra relacional.
1971	Se produjo un informe (DBTG) surgiendo por primera vez dos lenguajes de descripción de datos, uno para el esquema y otro para el subesquema. Se forma una comisión llamada Comisión de Lenguajes de descripción de Datos (DDLDC).
1972	Finales de 1971 y principios de este año aparece el primer borrador del modelo Codasyl con una arquitectura con una arquitectura de dos niveles: un esquema que proporciona la vista del sistema y un subesquema que proporciona la vista del sistema y un subesquema que proporciona la vista del usuario.
1973	La DDLDC publicó su propuesta en el Journal od Development, reconociendo que le proceso de desarrollo en lenguajes de bases de datos debería ser evolutivo (COBOL).

1976	DER Chen. Surge el SQL. Chen introduce el modelo entidad-vínculo (ER)
1977	Oracle Corp. Se establece. Surge QUEL (Quero Lenguaje) del sistema INGRES. Surge el lenguaje QBE (Quero by Example) desarrollado por IBM.
1978	Oracle hace la primera implementación real del modelo relacional. La comisión técnica X3H2 ha comenzado a estandarizar el modelo de red. Se lanzó una definición borrador de un esquema de almacenamiento, pero jamás ha sido aprobada ninguna versión final.
1979	Primer RDBMS comercial Oracle V2.
1980	Se funda Informix (3° generación de DBMS), cerca de 10000 usando DBMS en EEUU. Para PC Paradox. Evolución del modelo relacional.
1981	IBM comenzó a comercializar el SQL. La pequeña compañía Ashton- Tate introduce DBASE II (no es de DBMS, es de archivos). Las facilidades de Codasyl incluyen un lenguaje de descripción de datos (DDL) de subesquema y un correspondiente Lenguaje de Manipulación de Datos (DML) Cobol JoD de 1981.
1982	Inician los esfuerzos de ANSI SQL.
1983	Oracle libera sus primera DBMS que corren en mainframes, minicomputadoras y PC's. IBM lanzó al mercado su producto DATABASE2, más conocido por su abreviatura DB2. Se disolvió la principal comisión Codasyl que se ocupaba del modelo, porque terminó su objetivo al crear un modelo con éxito, que ANSI tomó a su cargo para estandarizar.

1984	<p>Ashton- Tate introduce DB III.</p> <p>El trabajo sobre el modelo de res (ANSI, 1984 a,b,c y d) basado en el modelo Codasyl, está casi completo, mientras que el modelo relacional (ANSI/SPARC 1984) está todavía en la etapa inicial (Gallagher, 1984).</p>
1985	<p>Comenzaron a conectar las computadoras por medio de redes de área local (LAN).</p> <p>IBM introduce DB2 para maxicomputadoras o mainframes bajo Sistema Operativo MVS.</p>
1986	<p>Informix pasa a ser una compañía pública.</p> <p>Oracle libera su primer DBMS con capacidades de distribución.</p> <p>Se publica el estándar ANSI SQL.</p> <p>El Dr. Date define BD distribuidas.</p> <p>SQL fue adaptado como el estándar ANSI (American National Standarts Institute), para los lenguajes de DB relacionales.</p> <p>Los lenguajes usados son: SQL Structure Quero Language, QUEL Query Language, qbe Query By Example.</p> <p>DB orientadas a objetos.</p> <p>Primera generación Gbase francesa Grápale. Surge la primera generación de SGNDOO (Sistema Gobernador de DB Orientada a Objetos).</p>
1987	<p>ISO (International Standards Organization) adopta el estándar SQL.</p>
1988	<p>Se libera SQL Server para OS/2 por parte de Microsoft y SyBase. Libera Oracle V6.</p> <p>Ashton-Tate introduce DBASE IV. Ontologic lanza Vbase.</p> <p>Symbolics introdujo Static (apoyo a inteligencia artificial como LISP – Lenguaje de procesamiento de Listas).</p>
1989	<p>ANSI-89 SQL. El estándar fue actualizado.</p>

	<p>Se forma SQL Access Group. Se utiliza la arquitectura cliente/servidor y plataforma común.</p> <p>Segunda etapa de SGBDOO.</p>
1990	<p>Ashton-Tate introduce dBase IV.</p> <p>Tercera generación de BD 0.0 (Integridad en forma más rápida y simple), sobre todo en áreas de investigación.</p>
1991	<p>Modelo orientado a objetos (autores: Jeffcoate, Guilfoyle y Deutsch).</p> <p>Oracle alcanza el poder de 1000 TPS en una máquina de cómputo paralelo.</p> <p>Las bases de objetos (también conocidas como bases de datos orientadas a objetos o bases de datos objetuales).</p> <p>El ODMG (Object Management Group, hoy día Object Data Management).</p> <p>El uso creciente de Unified Modeling Language (UML) para la especificación y diseño de sistemas de información propicia que sus datos se gestionen en bases de objetos de una manera más natural (tecnología de objetos del principio al final) que es SGBDs.</p>
1992	<p>ANSI – 92 SQL</p> <p>Triggers (disparador: acciones ejecutadas automáticamente).</p> <p>SQL Access Group publica las especificaciones CLIENTE.</p> <p>Microsoft libera ODBC 1.0 para Windows.</p>
1993	<p>Oracle implanta DB distribuidas.</p> <p>Access puede trabajar con datos dependientes de dBase, Paradox, Foxpro.</p> <p>Paradox 4.0 de Borland anuncia PAL (Paradox Applications Language for Windows).</p> <p>SyBase anuncio la versión 10.0, una versión completamente nueva de SQL Server y sin</p>

	<p>intervención de Microsoft.</p> <p>Libera Oracle 7 para Unix. Se desarrolla un Ambiente de Desarrollo Cooperativo (CDE) de Oracle.</p> <p>Microsoft libera su versión de SQL Server de 32 para Windows NT.</p>
1994	<p>FoxPro Microsoft.</p> <p>Microsoft libera ODBC 2.0 para Windows.</p> <p>Liberan Oracle 7 para PC.</p> <p>En abril Microsoft anunció que se desarrollaría su propio producto servidor de bases de datos. Las versiones posteriores de Microsoft SQL Server traían recuerdos de SQL Server de SyBase. Microsoft permite portar las especificaciones de ODBC a otras plataformas no Windows por parte de Visigenic Software.</p> <p>ODBC 2.0 SDK es disponible para los UNIX de SUN, HP e IBM.</p> <p>SQL Access Group se fusiona con X/Open.</p>
1995	<p>Se anuncia DB2/2 de IBM.</p> <p>Oracle 7.1.</p> <p>SQL Server 6.0 de Microsoft (puede trabajar con Access, Lotus Approach y Borland Paradox).</p> <p>En este año Informix tenía el 34.5% del mercado RDBMS para UNIX.</p> <p>El SDK de ODBC está disponible para SCO UNIX, OS/2, Macintosh y Power Macintosh.</p>
1996	<p>Mejor DB Oracle 7.2.</p>

	<p>Oracle Parallel Server incrementa performance introduciendo operaciones en paralelo y asíncronas.</p> <p>Oracle Universal Server transfiere desde PC a poderosos servidores de redes.</p> <p>Oracle 8 está en versión Beta.</p> <p>Javasoft está preparando una especificación para unir aplicaciones Java con Bases de Datos relacionales.</p> <p>La subsidiaria de Sun Microsystems dispone de una herramienta que permite unir aplicaciones Java a BD ODBC. Java Database Connectivity (JDBC) crea un cambio uniforme para que las aplicaciones Java accedan a diferentes bases de datos SQL.</p>
1997	<p>Herramientas OLAP (On Line Analitical Processing) ventajas de BD en bloques de tres dimensiones. Oracle se encuentra en la versión 8.i, SQL server de SyBase en la 11 y SQL Server de Microsoft en la 6.5.</p> <p>Se introducen nuevos conceptos en las bases de datos como: Datawarehousing (formulada por bases de datos que pueden manejar una cantidad enorme de información), bases de datos orientadas a objetos, JDBC (Java Data Base Connectivity) éste en un API (Interface de Aplicación) que une a Java con la Bases de datos.</p>
1999	<p>Se publica SQL2000 en el que se agregan expresiones regulares, consultas recursivas (para relaciones jerárquicas), triggers y algunas características orientadas a objetos.</p>
2001	<p>Command Prompt, Inc. lanzó Mammonth PostgreSQL, la más antigua distribución comercial de PostgreSQL.</p>
2003	<p>SQL introduce algunas características de XML, cambios en las funciones, estandarización del objeto sequence y de las columnas autonuméricas.</p>
2006	<p>La norma ISO/IEC 9075-14:2006 define las maneras en las cuales el SQL se puede utilizar conjuntamente con XML. Define maneras de importar y guardar datos XML en</p>

	una base de datos SQL. Facilita el manejo de aplicaciones para integrar es uso de XQuery dentro del código SQL, para el uso concurrente a datos ordinarios.
2007	EnterpriseDB anunció el Postgres Resource Center y EnterpriseDB Postgres, diseñados para ser una completamente configurada distribución de PostgreSQL incluyendo muchos módulos contribuidos y agregados
2008	Se introduce el uso de la cláusula ORDER BY en SQL2008

Tabla 4. Cronología de las bases de datos

Conceptos básicos

Para una comprensión más clara de las bases de datos es necesario identificar los tecnicismos que se utilizan de manera cotidiana en el ambiente de las bases de datos, dentro de los conceptos básicos están:

- **Entidad:** persona, lugar, objeto o evento de interés acerca del cual se recogen o procesan datos. Esta se representa por medio de un rectángulo, mismo que contiene dentro el nombre de la entidad.

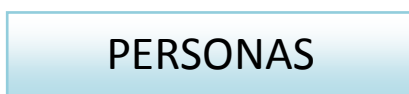


Figura 10. Identidad.

Las entidades se dividen en dos tipos, que son:

- Regulares o fuertes, que son las entidades normales que tienen existencia por sí mismas sin depender de otras (su representación gráfica es la mostrada en la figura anterior).
- Débiles, su existencia depende de otras. Su representación gráfica es con doble recuadro.

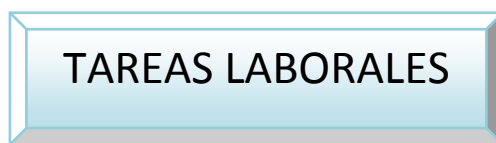


Figura 11. Identidades.

- **Atributo:** es una característica de una entidad o de una relación en función de lo que nos interesa en nuestra aplicación. Su representación gráfica es una elipse.



Figura 12. Atributo.

Los atributos se clasifican en:

- Simples, no están divididos en subpartes
- Compuestos, estos están divididos en subpartes, una forma clara de ejemplificar este tipo de atributos es, por ejemplo el atributo fecha, este es un atributo compuesto, ya que fecha se subdivide en tres atributos como día, mes y año.

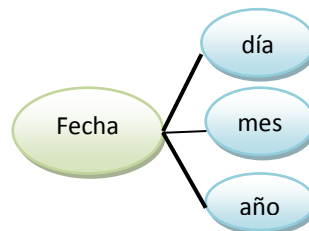


Figura 13. Atributos.

- Monovaluados, solo pueden tener un valor para una entidad particular.
- Multivaluados, pueden tener más de un valor para una entidad.

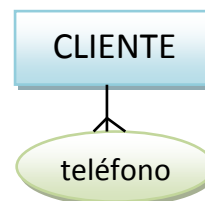


Figura 14. Atributos multivaluados.

- Almacenados o derivados, son atributos cuyo valor para una entidad puede obtenerse en función de los valores almacenados en otros atributos. Su representación gráfica es mediante una elipse con línea discontinua.

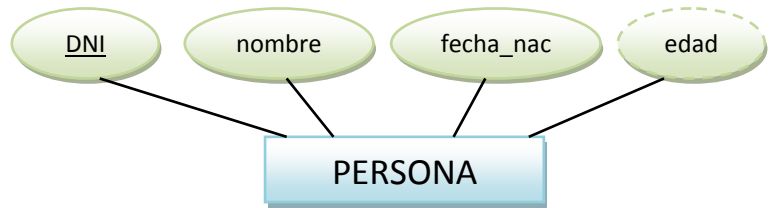


Figura 15. Entidad.

- **Identificador**, Se trata de uno o más campos cuyos valores son únicos en cada ejemplar de una entidad. Se indican subrayando el nombre del identificador.

Para que un atributo sea considerado buen identificador tiene que cumplir:

- ✓ Deben distinguir a cada ejemplar teniendo en cuenta las entidades que utiliza el modelo. No tiene que ser un identificador absoluto
- ✓ Todos los ejemplares de una entidad deben tener el mismo identificador
- ✓ Cuando un atributo es importante aun cuando no tenga una entidad concreta asociada, entonces se trata de una entidad y no de un atributo.

Es importante señalar que al conjunto de valores que puede tomar un atributo se le llama *dominio* del atributo.

- Toda entidad debe tener al menos un atributo que permita diferenciar unas entidades particulares de otras, es decir que no toman nunca el mismo valor para dos entidades particulares diferentes. A estos atributos se les llaman **claves**, la representación gráfica de las claves se señala subrayando la palabra que etiqueta al atributo.

Las claves también ayudan a identificar unívocamente a las relaciones y así a distinguir relaciones entre sí.

- Superclave, es un conjunto de uno o más atributos que, tomados colectivamente, permiten identificar de forma única una entidad en el conjunto de entidades.
 - Clave candidata, son también superclaves mínimas debido a que son superclaves tales que sus subconjuntos no son superclaves.
 - Clave primaria, es la clave elegida por el diseñador de la base de datos como elemento principal para identificar las entidades dentro de un conjunto de entidades. Esta clave se debe elegir de manera que sus atributos nunca, o muy raramente cambien.
- **Tabla**, es un conjunto de datos dispuesto en una estructura de filas y columnas. En una tabla las filas se denominan registros y las columnas campos; la primera fila contiene los nombres de campo. Cada campo contiene determinado tipo de datos y tiene una longitud expresada en el número de caracteres máximo del campo. Para crear una tabla es necesario definir su estructura:
 - El nombre de la tabla
 - Los tipos de dato de cada campo
 - Las propiedades o características de cada campo
 - El campo clave

Los datos pueden ser de diversos tipos.

Tipo de dato	Almacena	Tamaño
Texto	Caracteres alfanuméricos	Hasta 255 bytes
Memo	Caracteres alfanuméricos	Hasta 64000 bytes
Numérico	Valores enteros o fraccionarios	1,2,4 u 8 bytes
Fecha/Hora	Fechas y horas	8 bytes
Moneda	Valores de moneda	8 bytes
Autonumerado	Valor numérico de incremento automático	8 bytes
Si/No	Valores Booleanos (verdadero / falso)	1 byte
Objeto OLE	Imágenes o gráficos	Hasta 1Gb.

Tabla 5. Tipos de datos en una base de datos.

Es importante señalar que dentro de los datos de tipo numérico se clasifican en:

Valor de campo	Rango	Lugares decimales	Tamaño
Byte	0-255	Ninguno	1 byte
Entero	-32.768 a 32.767	Ninguno	2 bytes
Entero largo	-2.147.486.648 a -2.147.486.647	Ninguno	4 bytes
Simple	$-3.4 \cdot 10$ a $3.4 \cdot 10$	7	4 bytes
Doble	$-1.797 \cdot 10$ a $1.797 \cdot 10$	15	8 bytes

Tabla 6. Clasificación de los datos tipo numérico.

Según (Juárez, 2006, p. 47) en una tabla es de fundamental importancia identificar las propiedades de un campo como se mostrarán en la siguiente tabla, mismas que son de gran ayuda para el manejo de la apariencia que tienen los campos, evitar la introducción incorrecta de los mismos, especificar valores predeterminados, acelerar la búsqueda y ordenar una tabla mediante índices.

Propiedades del campo	Utilidad
Tamaño de campo	Ajusta el tamaño de un campo de tipo texto o limita el rango de valores permitidos en un campo numérico
Máscara de entrada	Presentación de un formato de un campo para no escribirlos y los datos se ajusten a la máscara
Reglas de validación	Permite limitar los datos introducidos en un campo
Texto de validación	Texto que se muestra al infringir la regla de validación

Tabla 7. Propiedades de un campo.

- **Relaciones:** son el elemento del modelo de bases de datos que permite relacionar en sí los datos del mismo. Son también vistas como una tabla, ya que tiene como atributos los nombres de las columnas de una tabla, y también cada tupla corresponde a una fila de la tabla, para el caso de las bases de datos según (Martínez, 2006, p. 44) una tupla es la que representa un conjunto de valores relacionados permanentemente, dicho conjunto puede representar tanto entidades como relaciones. Por lo tanto se puede decir que una relación describe la interacción entre dos o más entidades. Su representación gráfica es mediante un rombo.



Figura 16. Relación.

Un ejemplo gráfico de una relación es:



Figura 17. Relación.

Dependiendo del número de entidades que se relacionan, o de la relación que se denota por medio de líneas que unen los atributos con los conjuntos de entidades y los conjuntos de entidades con las relaciones, dependiendo de lo anterior existirá una relación binaria, doble, ternaria o reflexiva.

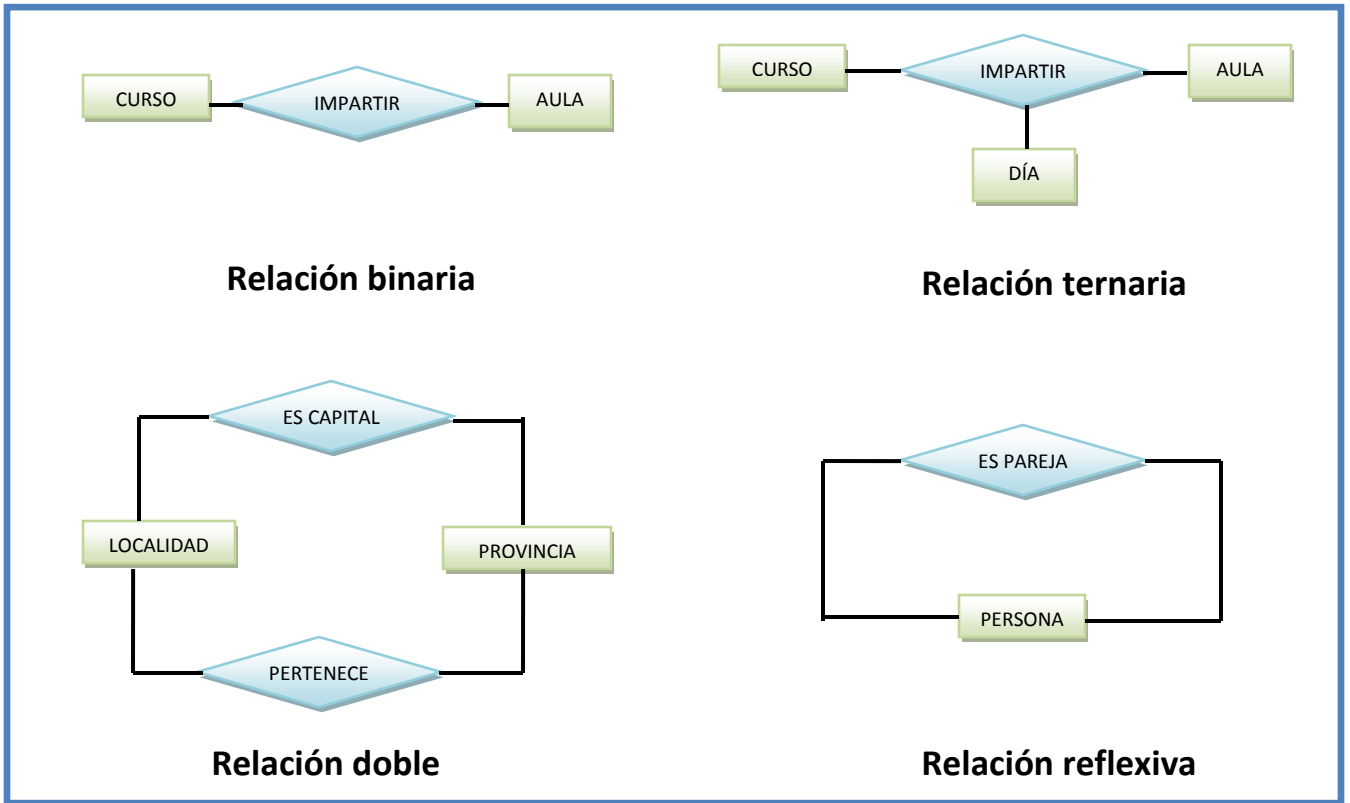


Figura 18. Relaciones de bases de datos.

- **Conjunto de entidades**, que son el conjunto de entidades que comparten las mismas propiedades o atributos.

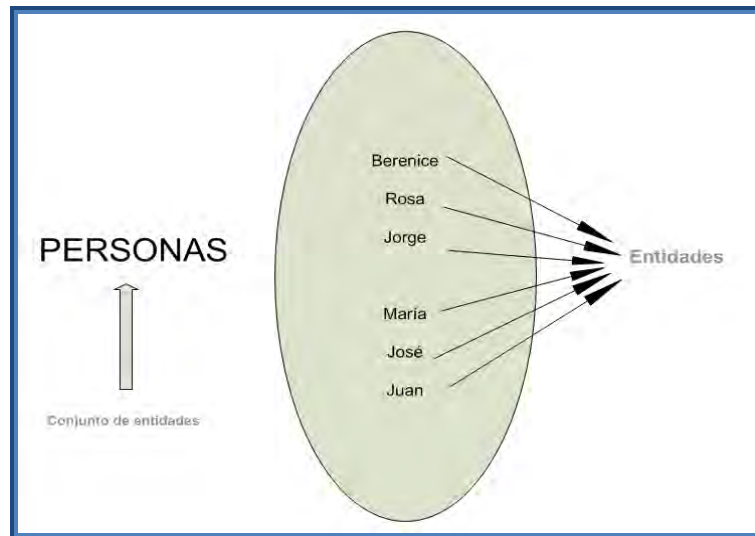


Figura 19. Relaciones de entidades.

- **Conjunto de relaciones**, mismo que se forma con relaciones del mismo tipo.
- **Cardinalidad**, indica el número de relaciones en las que una entidad puede aparecer, se anota en términos de :
 - Cardinalidad mínima, indica el número de asociaciones en las que aparecerá cada ejemplar de la entidad (el valor que se anota es de cero uno)
 - Cardinalidad máxima, indica el número máximo de relaciones en las que se puede aparecer cada ejemplar de la entidad (puede ser uno o muchos)
 La cardinalidad se indica de varias formas tales como:

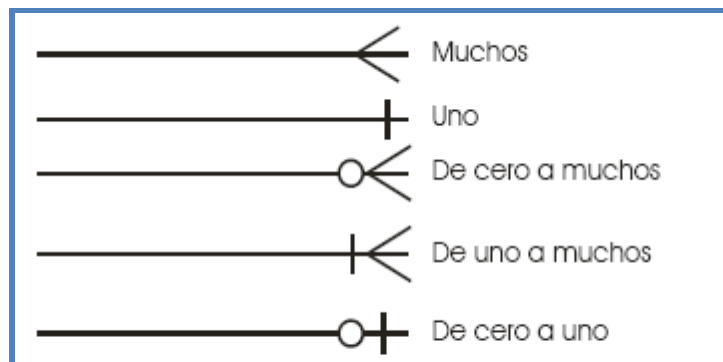


Figura 20. Cardinalidad.

Las herramientas conceptuales para la descripción de datos, relaciones entre datos, semántica de los datos y restricciones de consistencia, son la base para comprender la estructura de una base de datos. La simplicidad conceptual ha permitido que usuarios no especializados en esta área puedan entender un simple esquema de base de datos.

Características de las bases de datos

Según (Navarro, 2009, p. 15) una base de datos brinda una buena administración de datos si cumple con las siguientes características:

- *Redundancia*

La redundancia se refiere a la existencia de información repetida o duplicada en diferentes tablas dentro de una base de datos.

Para evitar la redundancia es necesario identificar los datos que son utilizados en común por varias aplicaciones y almacenarlos una sola vez, aunque debemos ser cuidadosos ya que existen excepciones en las que no podemos eliminar del todo la redundancia por que puede existir una sola copia de atributos que son necesarios para diversos fines, porque es necesario almacenar y mantener las relaciones pertinentes.

- *Consistencia*

Frecuentemente los problemas de consistencia de datos se deben a la redundancia de éstos.

Es muy probable que surjan incongruencias al almacenar la misma información en más de un lugar, ya que al modificar, eliminar o agregar un dato, en esas condiciones, debe realizarse en cada una de las instancias del mismo con el riesgo de no realizarlo en su totalidad, generando en este caso datos inconsistentes.

- *Integridad*

La integridad en una base de datos se refiere, a que los valores que posean los datos sean validos de acuerdo a las dependencias funcionales de las tablas. Esto es que cuando una base de datos incluya información utilizada por muchos usuarios, es importante que no puedan destruirse los datos almacenados ni las relaciones que existen entre los distintos atributos.

La integridad de la base de datos se puede lograr mediante:

- El mantenimiento de una redundancia mínima y controlada,
- el establecimiento de llaves primarias o índices primarios,
- la validación de las dependencias entre las tablas relacionadas, y

- la creación de reglas de validación durante la inserción y edición de datos.
- *Seguridad*

La seguridad implica asegurar que los usuarios están autorizados para llevar a cabo lo que tratan de hacer.

La seguridad de una base de datos se refiere principalmente al control de acceso, modificación y definición, tanto de los datos como de la estructura de la base de datos por parte de los diferentes usuarios de la misma.

Según (Maldonado, 2007, p. 7) la seguridad implica asegurar que los usuarios estén autorizados para llevar a cabo lo que tratan de hacer.

Entre las formas de acceso malintencionado se encuentran:

- La lectura no autorizada de los datos (robo de información)
- La modificación no autorizada de los datos
- La destrucción no autorizada de los datos

Para proteger la base de datos se deben adoptar medidas de seguridad en varios niveles:

- Sistema de base de datos, es responsabilidad del sistema de bases de datos asegurarse de que no se olviden las restricciones de autorización
- Sistema operativo, la debilidad de la seguridad del sistema operativo puede servir como medio para el acceso no autorizado a la base de datos
- Red, dado que casi todos los sistemas de base de datos permiten el acceso remoto, la seguridad en el nivel del software de la red es tan importante como la seguridad física, tanto en internet como en las redes privadas.
- Físico, los sitios que contienen los sistemas informáticos deben estar protegidos físicamente contra la entrada de intrusos
- Humano, los usuarios deben ser autorizados cuidadosamente para reducir la posibilidad de que alguno de ellos dé acceso a intrusos a cambio de sobornos u otros favores.

Modelos de datos

La abstracción de datos es un nivel característico en una base de datos, ya que es fundamental que los usuarios solo conozcan los datos que le son útiles y no todas las características sobre el almacenamiento físico.

Es importante identificar que un modelo es una representación de la realidad que contiene las características generales de algo que se va a realizar.

Según (Navarro, 2009, p.16) un modelo de datos es una colección de herramientas conceptuales para describir los datos, las relaciones que existen entre ellos, semántica asociada a los datos y restricciones de consistencia.

Según (Estrada, 2005, p.47) un modelo de datos es un conjunto de conceptos que sirven para describir la estructura de una base de datos: los datos, las relaciones entre datos y las restricciones que deben cumplirse sobre los datos. Los modelos de datos contienen también un conjunto de operaciones básicas para la realización de consultas y actualizaciones de datos.

Los modelos de datos se pueden clasificar dependiendo de los tipos de conceptos que ofrecen para describir la estructura de la base de datos.

Según (Juárez, 2006, p.56) existen tres modelos dentro de una base de datos estos son:

- **Modelo conceptual**, en este se construye un esquema conceptual de la información que se usará en la base de datos, al construir este esquema, se descubre el significado de los datos, se encuentran entidades, atributos y relaciones. En este modelo se tiene como objetivo comprender:
 - La perspectiva que el usuario tiene de los datos
 - La naturaleza de los datos, independientemente de su representación física

El esquema conceptual se construye utilizando la información que se encuentra en la especificación de los requisitos del usuario. El modelo conceptual es completamente independiente de los aspectos de implementación, como pueden ser los programas de

aplicación, los lenguajes de programación, etc. En este modelo siempre se valida que los requisitos del usuario se cumplan de manera satisfactoria.

- **Modelo lógico**, este modelo es una fuente de información para el diseño físico, transformando al esquema obtenido en el modelo conceptual. El avance de este modelo depende de la evolución que se obtiene al desarrollar, probar y validar los requisitos del usuario. Este modelo es de fundamental importancia en la etapa del mantenimiento del sistema, ya que permite que los futuros cambios que se realicen en los programas de aplicación o sobre los datos, se representen correctamente en la base de datos.
- **Modelo físico**, en éste se produce la descripción de la implementación de la base de datos en memoria secundaria: estructuras de almacenamiento y métodos de acceso que garanticen un acceso eficiente a los datos. Es fundamental que se tenga un buen diseño del modelo lógico, debido a que entre el diseño físico y el lógico existe una realimentación, ya que algunas de las decisiones que se toman durante el diseño físico, pueden afectar a la estructura del modelo lógico.

El objetivo del modelo físico es describir cómo se va a implementar físicamente el esquema formado en el modelo conceptual y lógico, dicha implementación consiste en:

- Obtener un conjunto de relaciones y las restricciones que se deben cumplir sobre ellas
- Determinar las estructuras de almacenamiento y los métodos de acceso que se van a utilizar para conseguir unas prestaciones óptimas
- Diseñar el modelo de seguridad del sistema.

Los distintos modelos se dirigen a usuarios diferentes, por ejemplo los conceptos de los modelos físicos están dirigidos al personal informático y no a los usuarios finales como es el caso de los modelos lógicos.

Modelos conceptuales

Según (Navarro, 2009, p. 16) se usan para describir datos, es decir con este modelos se representan los datos tal y como se captan del mundo real, tiene la capacidad de estructuración bastante flexible y permiten especificar restricciones de datos explícitamente.

Existen diferentes modelos de este tipo, pero el más utilizado por su sencillez y eficiencia es el modelo Entidad-Relación.

- **Modelo Entidad-Relación**

Según (Sánchez, 2004, p. 17) fue creado por Peter Chen en los años 1976 y 1977 a través de dos artículos. Se trata de un modelo que sirve para crear esquemas conceptuales de bases de datos, es un estándar para crear dichos esquemas.

Según (Silberschatz, 2002, p. 5) el modelo de datos Entidad –Relación (E-R) está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos básicos como entidades y relaciones, mediante un diagrama E-R se puede expresar gráficamente la estructura lógica general de una base de datos. El diagrama entidad relación consta de diversos componentes como entidades, atributos, relaciones entre conjuntos de entidades, unión de atributos con los conjuntos de entidades y/o relaciones, etcétera.

Cada componente siempre se señala con la etiqueta o relación que representa. En un modelo E-R además de entidades y relaciones, representa ciertas restricciones que los contenidos de la base de datos deben cumplir. Una restricción importante es la correspondencia de cardinalidades, misma que expresa el número de entidades con las que otra entidad se puede asociar a través de un conjunto de relaciones.

- **Modelo relacional**, es el modelo más utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente. Su idea fundamental es el uso de “relaciones”, las cuales podrían considerarse en forma lógica como tuplas mismas que según (Estrada, 2005, p. 71) son un conjunto de datos.

Según (Navarro, 2009, p. 18) en este modelo se representan los datos y las relaciones entre estos, a través de una colección de tablas, en las cuales los renglones (tuplas) equivalen a cada uno de los registros que contendrá la base de datos y las columnas corresponden a las características (atributos) de cada registro localizado en la tupla.

En este modelo se hace uso del concepto de clave primaria, mismo que nos ayudará a definir un campo de la tabla como atributo principal.

Haciendo una tabla que contenga cada una de las llaves primarias involucradas en una relación, por ejemplo, tomando en cuenta que RFC es la clave primaria y a su vez la llave primaria del artículo es la clave.

La relación resultaría de la siguiente manera representada en una tabla transitiva:

RFC	Clave
PECJ500922XYZ	C001
MEAN761014ABC	B300

Figura 21. Representación de una relación en una tabla transitiva.

Según (Gómez, 2007, 71) en este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tiene relevancia. Esto tiene la considerable ventaja de que es más fácil de entender y de utilizar para un usuario esporádico a la base de datos. La información puede ser recuperada o almacenada mediante “consultas” que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrar la información.

El lenguaje más habitual para construir las consultas a bases de datos relacionales es SQL (Structured Query Lenguaje), un estándar implementado por los principales motores o sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

En el modelo relacional la base de datos según (Gómez, 2007, p, 55) es percibida por el usuario como un conjunto de tablas. Esta percepción es solo a nivel lógico, ya que a nivel físico puede estar implementada mediante distintas estructuras de almacenamiento.

Cada relación es pensada como si fuese una tabla que está compuesta por un registro (las filas de una tabla) que representan las tuplas, y los campos (las columnas de una tabla).

- **Modelo jerárquico**, en este modelo las bases de datos se almacenan en una estructura jerárquica, en donde un “nodo padre” de información puede tener “varios hijos”. El nodo que no tiene padres es llamado “raíz”, y los nodos que no tienen hijos se los conoce como “hojas”.

Según (Gómez, 2007, p. 72) las bases de datos jerárquicas son especialmente útiles en el caso de aplicaciones que manejan un gran volumen de información y datos muy compartidos permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento.

Una de las principales limitaciones de este modelo es su incapacidad de representar eficientemente la redundancia de datos.

- **Modelo de red**, este modelo representa los datos mediante colecciones de registros, sus relaciones se representan por medio de ligas o enlaces. Es importante identificar que un registro es similar a una entidad. Según (Navarro, 2009, p. 17) un registro es una colección de campos (atributos), cada uno de los cuales contiene solamente almacenado un valor, el enlace en la asociación entre dos registros exclusivamente, se puede ver como una relación estrictamente binaria.

Según (Gómez, 2007, p. 73) este modelo es ligeramente distinto al modelo jerárquico, con la diferencia fundamental en la modificación del nodo, ya que se permite que un mismo nodo tenga varios padres. También ofrece una solución eficiente al problema de redundancia de datos, pero aun así, la dificultad de administrar la información en una base de datos de red solo es manejada por los programadores y no por los usuarios finales.

Por otro lado, (Estrada, 2005, p. 55) menciona que los datos son representados como colecciones de registros y las relaciones entre los datos se representan mediante conjuntos, que son punteros en la implementación física. Los registros se organizan como un grafo.

- **Modelo orientado a objetos**, define a una base de datos en términos de objetos, sus propiedades y sus operaciones. Este se basa en el concepto de encapsulamiento de datos, el cual se abundará más adelante y código que opera sobre estos en un objeto. Los objetos estructurados se agrupan en clases, es decir los objetos con la misma

estructura y comportamiento pertenecen a una clase, y las clases se organizan en jerarquías. Las operaciones de cada clase se especifican en términos de procedimientos predefinidos denominados métodos.

Para comprender el funcionamiento de este modelo es necesario conocer tres conceptos importantes del paradigma de objetos:

- Encapsulación, es una propiedad que permite ocultar la información al resto de los objetos, impidiendo así accesos incorrectos o conflictos
- Herencia, propiedad a través de la cual los objetos heredan comportamiento dentro de una jerarquía de clases.
- Polimorfismo, propiedad de una operación mediante la cual puede ser aplicada a distintos tipos de objetos.

Según (Gómez, 2007, p.74) en bases de datos orientadas a objetos, los usuarios pueden definir operaciones sobre los datos como parte de la definición de la base de datos. Una operación (llamada función) se especifica en dos partes. La interfaz de una operación incluye el nombre de la operación y los tipos de datos de sus argumentos. La implementación de operación se especifica separadamente y puede modificarse sin afectar la interfaz. Los programas de aplicación de los usuarios pueden operar sobre los datos invocando a dichas operaciones a través de sus nombres y argumentos, sea cual sea la forma en la que se han implementado. Esto podría denominarse independencia entre programas y operaciones.

Arquitectura de una base de datos

Existen tres características importantes en las bases de datos, entre ellas la separación entre los programas de aplicación y los datos, el manejo de múltiples vistas por parte de los usuarios y el uso de catálogos para almacenar los esquemas de datos. En 1975, el comité ANSI-SPARC (American National Standard Institute – Standards Planning and Requirements Committee) propuso una arquitectura de tres niveles, mismo que resulta útil utilizar para mantener la independencia en la base de datos.

Según (Gómez, 2007, p. 68) una base de datos se utiliza para cualquier tipo de datos, y está construida por tres niveles principales, que no varían por la visión del usuario, ni por el uso que este le dé.

- Nivel interno: es el nivel más bajo de abstracción, y define cómo se almacenan los datos en el soporte físico, así como los métodos de acceso.
- Nivel conceptual: es el nivel medio de abstracción. Se trata de la representación de los datos realizada por la organización, que recoge las vistas parciales de los requerimientos de los diferentes usuarios y las aplicaciones posibles. Se configura como visión organizativa total, e incluye la definición de datos y las relaciones entre ellos.
- Nivel externo: es el nivel de mayor abstracción. A este nivel corresponden las diferentes vistas parciales que tienen de la base de datos los diferentes usuarios. En cierto modo, es la parte del modelo conceptual a la que tienen acceso.

A continuación se muestra el diagrama que según (Gómez, 2007, p. 69) explica por sí mismo la relación que existe entre los niveles de la arquitectura de una base de datos.

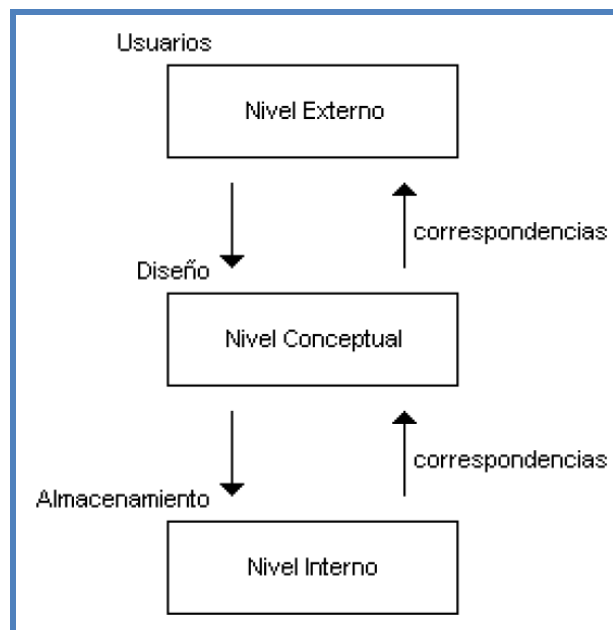


Figura 22. Arquitectura de una base de datos.

Es de fundamental importancia señalar que el modelo de arquitectura permite establecer el principio de independencia de los datos, esta independencia puede ser lógica y física, por independencia lógica se entiende que los cambios en el esquema lógico no deben afectar a los esquemas externos que no utilicen datos modificados. Por *independencia física* se entiende que el esquema lógico no se va a ver afectado por cambios realizados en el esquema interno, correspondientes a modos de acceso, etc.

La independencia lógica es útil si se requiere ampliar o reducir la base de datos, y la independencia física se utiliza sólo en la separación entre las aplicaciones y las estructuras físicas de almacenamiento.

Por otro lado, (Estrada, 2005, p. 49) menciona lo siguiente:

- En el nivel interno se describe la estructura física de la base de datos mediante un esquema interno. Este se especifica mediante un modelo físico y describe todos los detalles para el almacenamiento de la base de datos, así como los métodos de acceso.

En el nivel conceptual se describe la estructura de toda la base de datos para una comunidad de usuarios, mediante un esquema conceptual. Este esquema oculta los detalles de las estructuras de almacenamiento y se concentra en describir las propiedades de la base de datos.

En el nivel externo se describen varios esquemas externos o vistas de usuario. Cada esquema externo describe la parte de la base de datos que interesa a un grupo determinado de usuarios y oculta a ese grupo el resto de la base de datos. En este nivel se puede utilizar un modelo conceptual o un modelo lógico para especificar los esquemas.

Tipos de bases de datos

Las bases de datos se clasifican de acuerdo a distintos criterios como son:

- Variabilidad de datos almacenados
- Contenido

Según (Gómez, 2007, p. 70) existen dos tipos de bases de datos dentro de la clasificación por variabilidad de los datos almacenados.

- Bases de datos estáticas: son bases de datos de sólo lectura, utilizadas primordialmente para almacenar datos históricos que posteriormente se pueden utilizar para estudiar el comportamiento de un conjunto de datos a través del tiempo, para así realizar proyecciones y tomar decisiones.
- Bases de datos dinámicas: son bases de datos donde la información almacenada se modifica con el tiempo, permitiendo operaciones como actualización y adición de datos, además de las operaciones fundamentales de consulta.

Por otro lado (Navarro, 2009, p. 7) señala que las bases de datos clasificadas de acuerdo a su contenido.

- Bases de datos bibliográficas: Solo contienen un representante de la fuente primaria, que permite localizarla. Un registro típico de una base de datos bibliográfica contiene información de una determinada publicación sobre el autor, fecha de publicación, editorial, título, edición, etc. Puede contener un resumen o extracto de la publicación original, pero nunca el texto completo, porque sino se estaría en presencia de una base de datos a texto completo (o de fuentes primarias).
- Bases de datos numéricas: son bases de datos que su contenido se limita a cifras o números.
- Bases de datos de texto completo: almacenan fuentes primarias.
- Directorios
- Banco de imágenes, audio, video, multimedia, etc.
- Bases de datos o “bibliotecas” de información biológica: almacenan diferentes tipos de información provenientes de las ciencias de la vida o médicas, estas se subclasifican en
 - ✓ Las que almacenan secuencias de nucleótidos o proteínas
 - ✓ Las bases de datos de rutas metabólicas
 - ✓ Bases de datos de estructura, mismas que comprenden los registros de datos experimentales sobre estructuras 3D.
 - ✓ Bases de datos clínicas
 - ✓ Bases de datos bibliográficas (biológicas)

3.3 Bases de datos relacionales.

El modelo de datos relacional es importante porque ofrece distintos procesos de datos como; simplicidad y generalidad, facilidad de uso para el usuario final, tiempos cortos de aprendizaje y las consultas de información se especifican de forma sencilla.

El primer paso para crear una base de datos relacional, según (Martínez, 2006, p. 47) es planificar el tipo de información que se quiere almacenar, teniendo en cuenta dos aspectos:

- La información disponible
- La información que necesitamos

Para la administración de la base de datos es de fundamental importancia la planificación de la estructura de la base de datos, cada tabla tiene una llave primaria, un identificador único, compuesto por una o más columnas.

Para establecer la relación entre dos tablas es necesario incluir, en forma de columna, en una de ellas la llave primaria de la otra. A esta columna se le llamara llave secundaria y esta permitirá expresar las relaciones entre los objetos.

Características de una base de datos relacional

En secciones anteriores se definió la cardinalidad y características de las bases de datos por lo que se retoma algunos conceptos.

- *Cardinalidad en una base de datos relacional.*

Los números mínimo y máximo de veces que una relación puede producirse entre ocurrencias de dos entidades se conocen como cardinalidad. Los tipos de relaciones que se pueden presentar son:

- Relación uno a uno, también denominada relación de matrimonio, consiste en relacionar una entidad A con una entidad B y viceversa

- Relación uno a muchos , la entidad A puede relacionarse con cualquier entidad del tipo B, pero B o las de su tipo solo pueden relacionarse con la entidad A
- Relación muchos a uno, indica que la entidad B puede relacionarse con cualquiera de las entidades del tipo A, mientras que cada entidad del tipo A solo puede relacionarse con solo una entidad del tipo B
- Relación muchos a muchos, establece cualquier cantidad de entidades del tipo A pueden estar relacionados cualquier cantidad de entidades del tipo B

- *Integridad referencial en una base de datos relacional*

Se entiende por integridad referencial a las reglas que se establecen para mantener las relaciones entre las tablas cuando se agregan, cambian o eliminan registros. Al exigir la integridad referencial, se impide a los usuarios que agreguen registros a la tabla relacionada para la cual no hay llave principal, cambiar los valores de la tabla principal que darían lugar a registros huérfanos en la tabla relacionada, así como eliminar registros de una tabla principal cuando no hay registros relacionados coincidentes.

Los términos formales del modelo relacional a menudo son sustituidos por otros de uso común, debido a que estos términos son demasiado abstractos para ser usados en la práctica.

Término relacional formal	Equivalente informal
Relación	Tabla
Tupla	Fila o registro
Cardinalidad	Número de filas o registros
Atributo	Columna o campo

Grado	Número de columnas o campos
Llave primaria	Identificador único
Dominio	Conjunto de valores permitidos para el atributo

Tabla 8. Términos del modelo relacional.

En el entorno actual de desarrollo de sistemas es importante considerar un buen diseño de base de datos que nos ayuden a reflejar la estructura del problema y que sea capaz de representar todos los datos esperados, en este sentido se recomienda un diagrama Entidad-Relación, ya que por medio de este es posible determinar como el modelo relacional encaja, y que atributos son llaves primarias y cuales llaves secundarias.

El resultado de este proceso es una base de datos normalizada que facilita el acceso a los datos y evita duplicidad. El diseño formal de una base de datos se centra en asegurar que el diseño se ajuste a un nivel de normalización. La idea es construir un modelo lógico que cumpla con las reglas de normalización de datos. La aplicación de una de estas reglas es de una operación que toma una relación como argumento de entrada y da como resultado dos o más relaciones que cumplen con lo siguiente:

- La relación a la que se le aplica la regla, es desestimada en el nuevo esquema relacional
- No se introducen nuevos atributos en el esquema relacional que resulta de la normalización
- Los atributos de la relación a la que se le aplica la regla de normalización, pasan a formar parte de una o más relaciones resultantes

Al hablar de una base de datos relacional es necesario conocer el concepto de *normalización* mismo que según (Juárez, 2006, p. 53) es una técnica que se utiliza para comprobar la validez de los esquemas lógicos basados en el modelo relacional, ya que asegura que las relaciones (tablas) obtenidas no tengan datos redundantes.

La normalización se utiliza para mejorar el esquema lógico y garantiza que el esquema resultante se encuentre lo más próximo al flujo de información con mínima redundancia y máxima estabilidad. Este proceso de normalización

Según (Martínez, 2006, p. 49) existen varias reglas de normalización, sin embargo, es suficiente con garantizar que se cumplan las tres primeras formas normales.

- Primera forma normal (FN1)

Una relación R satisface la primera forma normal si cumple las condiciones de una relación que cumpla:

- ✓ En las celdas de la tabla bidimensional debe haber valores individuales
- ✓ Todas las entradas en cualquier columna deben ser del mismo tipo
- ✓ Cada columna debe tener un nombre único y no importa el orden de las columnas en la tabla
- ✓ No puede haber dos renglones idénticos
- ✓ Segunda forma normal (FN2)

Una relación R satisface la segunda forma normal si, y solo si, satisface las reglas de FN1 y todos sus atributos no-llave dependen por completo del atributo llave.

- ✓ Tercera forma normal (FN3)

Una relación R está en tercera forma normal si está en la FN2 y no tiene dependencias transitivas.

El modelo E-R es de fundamental importancia para el diseño de una base de datos relacional por tanto es necesario conocer que para el correcto diseño del diagrama, se debe realizar lo siguiente:

- ✓ Identificar las entidades que debe presentar la base de datos
- ✓ Determinar las cardinalidades de las interrelaciones establecidas entre las distintas entidades y clasificar estas interrelaciones entre los siguientes tipos:
uno a uno, uno a muchos, muchos a uno o muchos a muchos
- ✓ Dibujar el diagrama E-R

- ✓ Determinar los atributos de cada entidad

Por otro lado, para transformar el diagrama E-R al diseño de la base de datos, se realiza el siguiente procedimiento:

- ✓ Las entidades en las que hay una relación uno a uno se deben fusionar en una sola entidad
- ✓ Cada una de las entidades que queden se convierte en una tabla con llave primaria y una serie de atributos, de los cuales algunos pueden ser llaves secundarias
- ✓ Las interrelaciones uno a muchos se transforman en atributo y clave secundaria de la tabla que representa a la entidad situada del lado de la interrelación correspondiente a muchos
- ✓ Las interrelaciones muchos a muchos entre dos entidades pasan a ser una tercera tabla con llaves procedentes de ambas entidades. Estas llaves secundarias deberán formar parte de la llave primaria de la tabla en que se convierte la interrelación, no se entiende cuando corresponda.

En resumen (Navarro, 2009, p.26) menciona que el diseño de una base de datos relacional consiste en primera instancia en planificar el tipo de información disponible y la información que necesitamos. Después se procede a diseñar la estructura de una tabla misma que consiste en la descripción de los campos, registros y valores que la componen.

Ventajas de las bases de datos relacionales

Las bases de datos relacionales presentan numerosas ventajas:

- Controlar la redundancia de datos, no se almacenan varias copias del mismo dato
- Consistencia de datos, controlando la redundancia de datos se reduce en gran medida el riesgo de que haya inconsistencia
- Concurrencia de datos, la base de datos puede ser utilizada por todos los usuarios autorizados en forma simultanea
- Mantener estándares, facilita el intercambio de datos
- Integridad de datos, no se pueden violar las reglas establecidas conforme a restricciones de los datos y sus relaciones.

3.4 Manejador de bases de datos

Según (Burbano, 2006, p.17) es un conjunto de programas interrelacionados que se encargan de manejar la creación y todos los accesos a las bases de datos.

El objetivo principal de un manejador de bases de datos es proporcionar una forma de almacenar y recuperar la información de una base de datos de manera que sea práctica y eficiente. El DBMS (Data Base Management System) es conocido también como Gestor de Base de datos.

En la siguiente figura se aprecia la interacción del usuario de la base de datos.

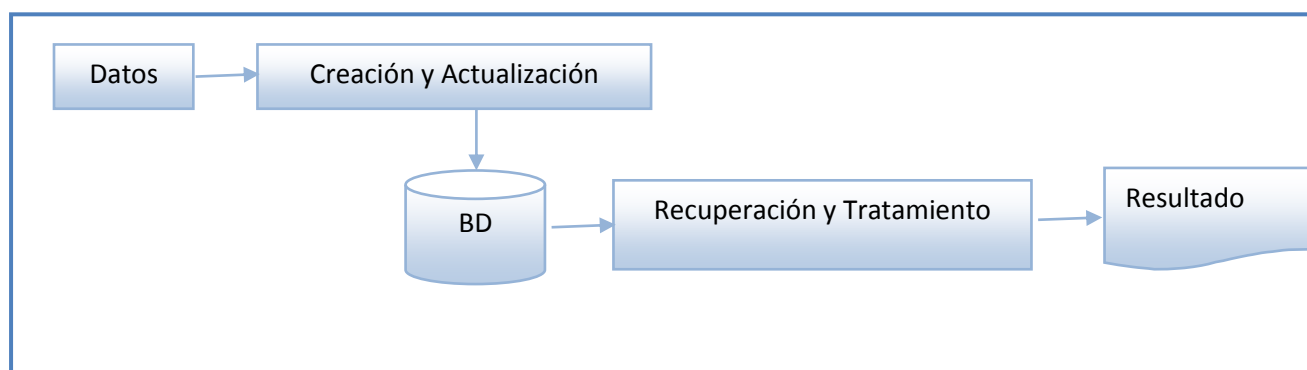


Figura 23. Diagrama

En sí, un manejador de base de datos es el corazón de la base de datos ya que se encarga del control total de los posibles aspectos que la puedan afectar. Un manejador de bases de datos ayuda a crear y organizar una base de datos de tal manera que permita acceder a la información que contiene ésta eficientemente.

De igual manera permite interactuar con sentencias en DML al comando del sistema para el manejo de la información. También debe respaldar y recuperar fácilmente la información en caso de fallas en el sistema.

Es importante mantener la seguridad e integridad de la base de datos por lo que se debe tener un estricto control de cambios en el manejador de bases de datos. Por lo cual se debe dar permisos a usuarios y grupos de usuarios.

La consistencia de datos es muy importante por lo que debe mantenerse siempre y en aquellos casos en los que no se ha logrado eliminar inconsistencias, se debe tener cuidado con la información que sigue repetida, y que ésta se actualice de forma coherente, es decir, que todos los datos repetidos se actualicen de forma simultánea.

Debe manejar transacciones, que es un programa que se ejecuta como una sola operación, es decir, luego de una ejecución fallida la base de datos queda igual como si el programa no se hubiera ejecutado.

Debe mantener varios niveles de abstracción al usuario, es decir, no importa si la base de datos está compuesta por uno o muchos archivos, el usuario debe percibir el sistema igual. Se puede decir que el sistema ahorra a los usuarios detalles del almacenamiento físico de la información.

Debe mantener independencia de datos, es decir, tener la capacidad de modificar el esquema de una base de datos sin modificar las aplicaciones en ella.

El tiempo de respuesta debe ser el mínimo en darnos la información solicitada y en almacenar los cambios realizados.

Según (Elmasri, 2004, p.46) existen utilidades en el manejador que ayudan a la administración de la base de datos, estos son:

1. Carga (Loading): Se utiliza para cargar los archivos de datos existentes, tales como archivos de texto o archivos secuenciales, en la base de datos. Por lo general, el formato de los datos de origen y destino son previamente especificados en la utilidad, la cual formatea automáticamente los datos y los almacena en la base de datos. Con la proliferación de DBMS transferir datos de un manejador a otro es cada vez más común en muchas organizaciones. Estas herramientas se llaman también herramientas de conversión.
2. Copia de seguridad (Backup): La copia de seguridad respalda toda la base de datos, por lo general, en una cinta. La copia de seguridad puede ser usada para restaurar la base de datos en caso de falla catastrófica. Las copias de seguridad incrementales

son también de uso frecuente, donde se registran los cambios sólo desde la copia de seguridad anterior aunque es más complejo, pero ahorra espacio.

3. Reorganización de archivos: Esta utilidad permite reorganizar archivos de base de datos para mejorar el rendimiento.
4. Monitoreo del desempeño: Esta utilidad controla el uso de bases de datos y proporciona estadísticas al administrador. Las estadísticas sirven para la toma de decisiones tales como reorganizar o no los archivos para mejorar el rendimiento.

En la siguiente tabla se muestra la comparativa de los DBMS más comunes.

Características	Oracle	SQL Server	Informix	MySQL
Plataforma	Windows, Linux, Unix, Mac OS X, BSD	Windows	Windows, Linux, Unix, Mac OS X, BSD	Windows, Linux, Unix, Mac OS X, BSD
ACID	SI	SI	SI	SI
Triggers	SI	SI	SI	SI
Transacciones Concurrentes	SI	SI	SI	SI
Funciones, cursores, procedimientos	SI	SI	SI	SI
SQL ANSI 99	SI	SI	SI	SI
SQL ANSI 92	SI	SI	SI	SI
Número de Usuarios	SI	SI	SI	SI

Ilimitados				
Integridad Referencial	SI	SI	SI	SI
Transacciones	SI	SI	SI	SI
ODBC	SI	SI	SI	SI
Licencia de Software	Propietario	Propietario	Propietario	GPL
Cliente/Servidor	SI	SI	SI	SI
MVCC	SI	SI	SI	SI
Costo	Alto	Medio	Alto	Ninguno

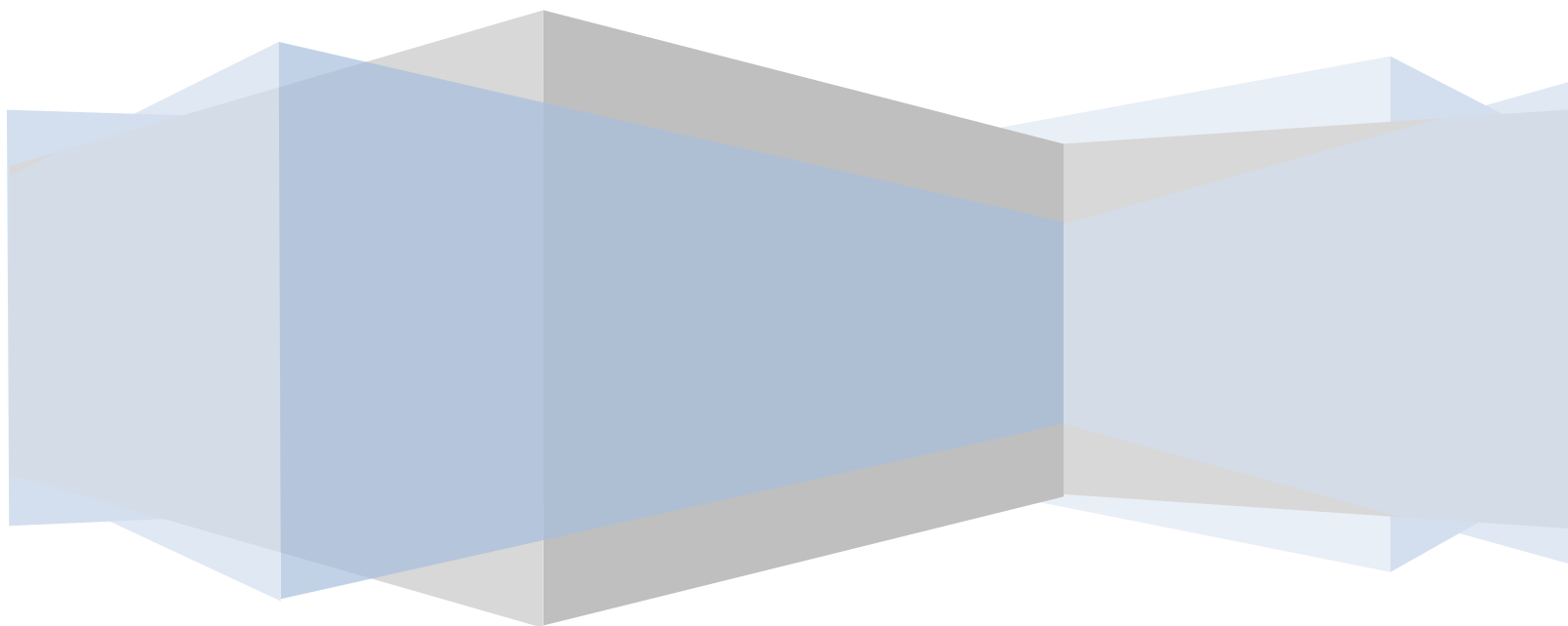
Tabla 9. Características de los manejadores de BD más comunes frecuentes.

Para la posterior implementación de la tesis, se considerará al manejador de bases de datos MySQL ya que es libre de costo y tiene licencia GPL a diferencia de los otros que se muestran en la tabla comparativa, además porque permite la comunicación cliente servidor, uso de diferentes plataformas, entre otras características que se consideran importantes.

A continuación se abordará sobre el tema de Inteligencia Artificial.

CAPÍTULO 4

Inteligencia Artificial



CAPÍTULO 4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL,

En la actualidad uno de los proyectos más importantes de la informática es la inteligencia artificial, por tal motivo es difícil definir exactamente qué es y los alcances que tiene.

Es de fundamental importancia conocer los orígenes de su nombre, es decir el significado de la palabra inteligencia y así mismo el de la palabra artificial, mismos que según (Arauz, 1998, p. 1) son:

- Inteligencia, es la potencia intelectual, la facultad de conocer o de entender. El grado en que un individuo puede resolver satisfactoriamente una nueva situación o un problema. La inteligencia está basada en el nivel de conocimientos individuales y en la habilidad de manipular y reformular apropiadamente los conocimientos en base a los datos que se proporcionan como requerimientos para resolver algún problema o situación.
- Artificial, es lo hecho por mano y arte del hombre, falso, no natural.

Por otro lado (Zampayo, 2004, p. 10) sugiere también que:

- Inteligencia, es la capacidad de comprender, evocar, movilizar e integrar constructivamente lo que se ha aprendido y de utilizarlo para enfrentarse a nuevas situaciones.
- Artificial, es aquel cuyo producto origen es no natural, sino que fue hecho por la mano o arte del hombre.

El nombre de Inteligencia Artificial como tal, surgió en la conferencia de John McCarthy en 1956 en el Dartmouth College, New Hampshire. En el foro, Marvin Minsky, Claude Shannon y N. Rochester entre otros, discutieron acerca de como simular la inteligencia humana a través de las máquinas.

Ahora bien, según (Gutiérrez, 2006, p.11) la inteligencia artificial es una de las áreas más fascinantes y con más retos de las ciencias de la Computación ya que ha tomado a la inteligencia como la característica universalmente aceptada para diferenciar a los humanos de otras criaturas ya sean vivas o inanimadas, para construir programas o computadoras inteligentes.

Por otro lado (Bourcier, 2003, p.56) dice que la inteligencia artificial es una rama de la informática que intenta reproducir las funciones cognitivas humanas como el razonamiento, la memoria, el juicio o la decisión y, después, confiar una parte de esas facultades, que se consideramos signos de inteligencia, a los ordenadores.

Conservando el enfoque de los autores anteriores, se puede decir que la Inteligencia Artificial es una disciplina eminentemente tecnológica que persigue la construcción de máquinas y programas capaces de realizar complejas tareas con una habilidad y eficiencia iguales o superiores a las que consigue el ser humano.

En general se puede decir que la inteligencia artificial es aquella disciplina que tiene como objetivo el estudio de la conducta humana, mediante el análisis del comportamiento inteligente del ser humano, mismo que se puede denominar análisis de los procesos cognoscitivos, debido a que estos se enfocan en el estudio de los procesos internos que conducen al aprendizaje.

Se puede decir que en la actualidad la inteligencia artificial es una disciplina fundamental en la ciencia y la tecnología, misma que tras el paso del tiempo ha creado una serie de conocimientos básicos que le permiten emular diversas capacidades del ser humano para exhibir comportamientos inteligentes. Debido a lo anterior se han desarrollado diversos sistemas que tienen por objetivo perfeccionar las distintas capacidades del ser humano con el fin de la reproducción de las mismas.

4.1 Historia de la Inteligencia Artificial

Es de fundamental importancia destacar los acontecimientos y conocer la historia de la Inteligencia Artificial, ya que esta ciencia data desde las principales aportaciones que conllevaron al desarrollo de diversas técnicas de manipulación del conocimiento, se realizaron avances en diversas tareas que se describirán en la siguiente relación de acontecimientos, también es importante destacar que gracias a los avances que llevaron al progreso a la Inteligencia Artificial, se resaltaron nuevas áreas de investigación. Estas áreas incluyen las áreas de percepción (visión y habla) y el lenguaje natural (comprensión, generación, traducción).

Según (Huerta, 2009, p. 18) una vertiente más de las incursiones de la Inteligencia Artificial se ha dado en el desarrollo de sistemas que ayudan a tareas de expertos, en la

resolución de problemas en campos especializados (como en la realización de análisis químicos) en el campo de la ingeniería (diseño, detección de fallos, planificación de manufacturación, etc.), en el análisis científico, en la medicina, en el análisis financiero, etc.

Año	Descripción
1642	Blaise Pascal, perfecciona la pascalina, una máquina capaz de realizar sencillas operaciones como sumar y restar. Es considerada como la primera calculadora automática mundial.
1694	Gottfried Wilhem Leibniz, perfecciona una computadora con el nombre de “Leibniz”, la cual puede realizar multiplicaciones, por medio de un algoritmo que realiza sumas de manera repetitiva, dicho algoritmo aun es utilizado en algunas computadoras.
1832	Charles Babbage desarrolla la primera computadora mundial que puede ser programada para resolver una amplia variedad de problemas lógicos y computacionales
1879	Frege propone un sistema notacional para el razonamiento mecánico
1943	La base de la Inteligencia Artificial es asentada, gracias a Warren Mc Culloch y Walter Potts, quienes propusieron un modelo de neurona de cerebro humano y animal, esto proporciono una representación simbólica de la actividad cerebral. Tiempo después Norbet Wiener elaboró el campo que llamo “cibernética”, a partir de la cual nace, la inteligencia artificial.
1946	Es desarrollada la primera computadora completamente electrónica y digital programable, llama ENIAC. Fue desarrollada por Jonh Prespert Eckert y Jonh W. Mauchley.
1950	Alan Turing describe los medios para determinar cuando una máquina es inteligente, a lo que se llamo “prueba de Turing”.
1955- 1956	El primer programa de IA, fue escrito por Allen Newell, Herbert Simon y Shaw JC. Demostró teoremas usando una combinación de búsqueda, el comportamiento orientado a objetos, y la aplicación de las normas. Se utilizó una técnica de

	<p>procesamiento de listas en un nuevo lenguaje de programación, IPL (Information Processing Language), este lenguaje siempre utiliza punteros entre piezas de información relacionadas con la memoria asociativa para imitar, y atiende a la creación, modificación y destrucción de estructuras simbólicas que interactúan sobre la marcha.</p>
1956	<p>En el congreso de Dartmouth se llegó a la definición de las presuposiciones básicas del núcleo teórico de la Inteligencia Artificial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El reconocimiento de que el pensamiento puede ocurrir fuera del cerebro, es decir, en máquinas • La presuposición de que el pensamiento puede ser comprendido de manera formal y científica • La presuposición de que la mejor forma de entenderlo es a través de computadoras digitales
1958	<p>John McCarthy introduce LISP, un primer lenguaje de Inteligencia Artificial.</p>
1960	<p>Se inicia el estudio de las estructuras sintácticas de la computadora y sus relaciones con las estructuras sintácticas del lenguaje humano.</p>
1962	<p>El mundo de los primeros robots industriales es comercializado por una empresa de EE.UU.</p>
1963	<p>Tom Evans, bajo la supervisión de Marvin Minsky, creó el programa, ANALOGY, fue diseñado para resolver los problemas que implicaba la asociación de patrones geométricos.</p>
1963	<p>Marvin Minsky y Seymour Paper, idean el proyecto de micromundos de bloques, mismo que consistía en “representaciones” de laboratorio de la vida real, con un aditivo muy especial, el sujeto que interaccionaría con la realidad sería un ordenador con forma de robot o de simple programa.</p> <p>Se crearon programas capaces de tratar con objetos geométricos (SHRDLU), robots que manejaban cubos (Shakey) y diferentes programas que “entendían” el inglés para sacar de las frases una determinada información (SIR y STUDENT) estos funciona mediante la comparación de patrones.</p>

1965	Edward Feigenbaum y Robert K. Lindsay construyen en Stanford DENDRAL, el primer sistema experto. Su experiencia fue en el mapeo de la estructura de los productos químicos orgánicos complejos a partir de datos reunidos por los espectrómetros de masas.
1969	Un robot móvil llamado Shakey fue montado en Stanford, este podía navegar en un bloque de ocho habitaciones y seguir instrucciones de una forma simplificada en Inglés.
1970	Fue desarrollado el primer sistema experto comercial "XCON". (Para el experto configurador), desarrollado por John McDermott en la Universidad Carnegie Mellon. Lo desarrollado para una empresa de equipamiento digital, que comenzó a utilizarlo en enero de 1980 para ayudar a configurar los sistemas informáticos, para decidir entre todas las opciones disponibles para su sistema VAX. Se pasó de cerca de 300 que contiene normas en 1979 a más de 3.000 y podría configurar más de 10 sistemas informáticos diferentes.
1975	La medicina se ha convertido en un área importante para las aplicaciones de la investigación en Inteligencia Artificial.
Inicios de 1980	<p>Una sucesión de sistemas expertos fueron construidos y puestos en uso por las empresas. Entre ellas figuran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un torno y un analizador de diagnóstico de molino en la planta de GM en Saginaw utilización de las competencias de Charlie Amble a la escucha de los problemas a partir de sonidos. • Una prospección minera, sistema experto PROSPECTOR consiste en una llamada que se encuentra un depósito de molibdeno; un sistema de Bell, que analizó los problemas en las redes telefónicas, y las soluciones recomendadas. • FOLIO, un asesor de inversión de cartera, y Williard, un meteorólogo de tormentas de gran tamaño. <p>Los grupos de Inteligencia Artificial se formaron en grandes empresas para</p>

	<p>desarrollar sistemas expertos. Los capitalistas de riesgo comenzaron a invertir en el arranque de la IA, y también los académicos se unieron a algunas de estas empresas. 1986 las ventas de hardware basado en IA y el software fueron de \$ 425 millones. Gran parte de los nuevos negocios se desarrollaban en hardware especializado (por ejemplo, las computadoras LISP) y software (por ejemplo, el soporte de sistemas expertos vendido por Teknowledge, IntelliCorp, e Inference) para ayudar a construir mejores y menos costosos sistemas expertos.</p>
1980	<p>Tres sistemas expertos se han fomentado: PIP, CASNET y MYCIN; el proyecto MYCIN produce NeoMYCIN y ONCOCIN, sistemas expertos que incorporan bases jerárquicas de conocimiento; paralelamente nace la ingeniería del conocimiento y aparece XCON primer sistema experto comercial.</p>
1985	<p>La investigación en Inteligencia Artificial comienza a enfocarse hacia arquitecturas paralelas y metodológicas para la resolución de problemas.</p>
1987	<p>Los sistemas expertos basados en reglas empiezan a mostrar los límites de su tamaño comercialmente viable. El sistema experto XCON, había llegado a cerca de 10.000 normas, y fue cada vez más caro de mantener. Los motivos de estos límites incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inflexibilidad de estos sistemas expertos en la aplicación de las normas, y la visión de túnel que implica su conocimiento limitado, que puede dar lugar a conclusiones pobres. Los sistemas expertos no modificaría sus conclusiones lógicas si después da hechos contradictorios. • Los sistemas expertos basados en reglas no podía sacar conclusiones de casos similares en el pasado. Tal razonamiento analógico es un método común usado por los seres humanos. Extracción de los conocimientos de los expertos que la razón analógicamente y convertir ese conocimiento en las normas es problemática. <p>Como las nuevas normas se añaden a los sistemas expertos, se vuelve cada vez más difícil para decidir el orden en que las reglas activas deben ser medidas al respecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los sistemas expertos podrían proporcionar respuestas incorrectas a las

	<p>preguntas con respuestas fuera de su conocimiento. Este comportamiento se denomina "fragilidad".</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los sistemas expertos no pueden compartir sus conocimientos entre ellos porque realmente no tienen ningún sentido de las palabras que manipular, y las mismas palabras en diferentes sistemas expertos no pueden utilizarse de la misma manera. • Los sistemas expertos no pueden aprender, es decir, no pueden establecer la correspondencia y las analogías entre los objetos y las clases de objetos.
1990	<p>Se han creado empresas sobre Inteligencia Artificial y el modelo conexionista empieza a cobrar mayor fuerza como paradigma frente al modelo de procesamiento simbólico, a partir del Primer Congreso Internacional sobre Redes Neuronales.</p> <p>Los grandes avances en todos los ámbitos de la IA, con manifestaciones importantes en el aprendizaje de las máquinas, tutoriales inteligentes, razonamiento basado en casos, la planificación multi-agente, la programación, el razonamiento incierto, minería de datos, comprensión del lenguaje natural y la traducción, la visión, la realidad virtual, juegos y otros temas.</p>
1997	<p>El programa de ajedrez Profundo Azul gana al actual campeón mundial de ajedrez, Garry Kasparov, en un partido muy reñido. El primer lugar oficial es Robo-Copa del partido de fútbol de mesa con los partidos de 40 equipos de robots que interactúan y más de 5000 espectadores</p>
1999	<p>Sony Corporation presentó el AIBO, un perro robot mascota que entiende 100 comandos de voz, su visión del mundo es a través de un ordenador, aprende y madura. AIBO es un acrónimo de Inteligencia Artificial robot, Aibo, y también significa "amor" o "archivo adjunto" en japonés.</p> <p>Un sistema de inteligencia artificial, Remote Agent, se le da el control primario de una nave espacial por primera vez. Durante dos días corriendo Remote Agent en el equipo a bordo de Deep Space 1. El objetivo de los sistemas de control consiste en proporcionar a un costo menor, mayor control de la Tierra. En la actualidad la difícil</p>

	<p>tarea de control de la nave se realiza por medio de un equipo de ingenieros de la nave espacial. Compartir el control a bordo con sistemas de inteligencia artificial permitirá a estas personas controlar más las naves espaciales.</p>
2000	<p>Las mascotas robot interactivas (también conocido como "juguetes inteligentes") están disponibles comercialmente, haciendo realidad la visión del siglo 18.</p> <p>Cynthia Breazeal en el MIT publica su disertación sobre las máquinas Sociable, describiendo Kismet, un robot con una cara que expresa emociones.</p> <p>El robot Nomad explora las regiones remotas de la Antártida en busca de muestras de meteoritos.</p>
1990's y 2000's	<p>Existen varias aplicaciones de la Inteligencia artificial, aunque no todas estas aplicaciones funcionan tan bien como se desee, pero se están mejorando continuamente. Estas incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejoras en el software de programación para crear automáticamente una mejor planificación del un proyecto. • Avanzado software de aprendizaje que funciona como tutor humano en la enseñanza uno-a-uno con cada estudiante. • Programas de reconocimiento de voz continua que precisa a su vez la voz en texto. • Software para gestionar la información de personas, encontrar sólo los documentos necesarios de inmediato, de entre millones de documentos, y automáticamente se resumen los documentos mediante sistemas de reconocimiento del rostro. • Máquinas de lavar que se ajustan automáticamente a las diferentes condiciones para lavar la ropa mejor. • Software que mejora la predicción de los ingresos diarios y las necesidades de personal para una empresa. • Sistemas de detección de fraude de crédito • Ayuda de los sistemas de escritorio que ayudan a encontrar la respuesta

	<p>correcta a la pregunta de cualquier cliente, de manera más rápida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compras de robots en la web. • Herramientas de minería de datos, E-mail y filtros. • Los sistemas automatizados de asesoramiento que personalizan sus respuestas. <p>Muchos comercializadores de dichos productos y servicios no están identificando el uso de la inteligencia artificial en sus productos y servicios. Probablemente no lo están haciendo así porque "inteligencia artificial" no se percibe al vender, mientras que brinda soluciones inteligentes para el problema de un cliente.</p>
2002	iRobot, fundada por investigadores de la MIT Laboratorio de Inteligencia Artificial, presenta Roomba, una aspiradora robot de limpieza. Para el año 2006, dos millones se habían vendido.
2004	<p>La Defense Advanced Projects Agency (DARPA), la organización central de investigación del Departamento de Defensa de Estados Unidos, patrocinó el primer DARPA Grand Challenge, un concurso de autónomos (sin conductor) de los vehículos.</p> <p>En julio, investigadores de la Universidad Californiana de Pasadena, en Estados Unidos, consiguieron registrar las señales que emiten las neuronas relacionadas con la planificación de los movimientos del cuerpo en monos, y decodificarlas usando un ordenador.</p>
2006	El 26 de enero de 2006, Sony anunció que dejaría el AIBO
2009	<p>En Febrero de 2009, desarrollaron un sistema que permite registrar el estado emocional de niños autistas. Nilanjan Sarkar (uno de sus creadores). En Marzo de 2009, Investigadores de la Universidad de Brown, en Estados Unidos, crearon un robot que puede seguir y obedecer los gestos humanos en cualquier entorno, en exteriores e interiores. Y a principios de Julio de 2009, se creaba un robot con una capacidad de visión casi humana (semejante descubrimiento podría pronto impulsar la creación de máquinas capaces de moverse en espacios abarrotados).</p>
2010	Novena Conferencia Internacional Mexicana de la Inteligencia Artificial, celebrada

<p>en Pachuca, México; en esta se cubrieron todas las áreas de la IA, tales como: (Sistemas Expertos y sistemas basados en conocimiento, Representación del Conocimiento y Gestión de adquisición del conocimiento multi-agente de Sistemas Distribuidos y AI, Organizaciones Inteligentes ,Procesamiento del Lenguaje Natural ,Interfaces inteligentes: Multimedia, Realidad Virtual, visión por Computador y Procesamiento de Imágenes, Redes Neuronales, Algoritmos Genéticos, Lógica Difusa, Aprendizaje Automático, Reconocimiento de formas, Revisión de creencias, Razonamiento cualitativo, Incertidumbre y Razonamiento Probabilístico, Razonamiento Basado en Modelo, Razonamiento no-monotónico, Razonamiento de Sentido Común, Razonamiento Basado en asuntos temporales y razonamiento espacial, Programación con Restricciones, Lógica de Programación, Automatizado de Teorema Proving, Robótica, Planificación y Programación, Sistemas Inteligentes Híbridos, Bioinformática y Medicina Aplicaciones, Cuestiones metodológicas y filosóficas de la gripe aviar, Sistemas Tutoriales Inteligentes, Minería de datos)</p>

Tabla 10. Historia de la Inteligencia Artificial

A continuación se presentan las técnicas de la Inteligencia Artificial.

4.2 Técnicas de la Inteligencia Artificial

Según (Arauz, 1998, p. 1) una técnica de la Inteligencia Artificial es un método que utiliza conocimiento representado de tal forma que:

- Representa generalizaciones
- Es comprendido por las personas que lo proporcionan
- Se puede modificar fácilmente
- Puede usarse en gran cantidad de situaciones

Desde el punto de vista de la Ingeniería la Inteligencia Artificial utiliza diversas herramientas en la solución de problemas, estas herramientas se presentan en distintas técnicas, mismas que proveen elementos fundamentales en las áreas de la Inteligencia Artificial, entre las técnicas básicas podemos citar:



Figura 24. Técnicas de la IA.

- **Búsqueda de soluciones**

Las búsquedas proporcionan una forma de resolver los problemas en los que no se dispone de un método más directo como una estructura con técnicas directas existentes según (Arauz, 1998, p. 4).

Por otro lado, según (Medrano, 2001, p.3) indica que en la Inteligencia Artificial es fundamental considerar la búsqueda heurística como una de las formas más eficientes en la solución de problemas, la búsqueda heurística, es utilizada para escoger una ramificación con mayor posibilidad de éxito y acotar así el número de soluciones exploradas. Cuando se tienen problemas complejos y se está realizando una búsqueda en el espacio de soluciones, se encuentra que cada vez que se toma una decisión se abren nuevas posibilidades para futuras decisiones. Estos problemas pueden representarse como un árbol de posibilidades, con nodos conectados mediante líneas o bien con métodos que buscan sistemáticamente

todas las posibilidades, pero la manera más eficiente es la búsqueda heurística, ya que sus reglas están basadas en la información de la estructura y naturaleza del problema, limitando de esta manera la posibilidad de fracaso.

Según (Barceló, 2005, p. 17) la heurística se podría definir como el conjunto de criterios, métodos o principios que se utilizan para encontrar, entre varios cambios posibles, cuál o cuáles son los más efectivos para obtener un objetivo determinado.

Por tanto, se puede decir que la técnica de búsqueda de soluciones en la resolución de problemas de manera general tiene por objetivo central encontrar los mecanismos de deducción, buscar soluciones que proporcionen la resolución de un problema cuando no se tiene un método directo.

- **Representación del conocimiento**

Según (Arauz, 1998, p.4) el uso del conocimiento proporciona una forma de resolver problemas complejos explotando las estructuras de los objetivos involucrados. El agente que actúa inteligentemente requiere tener una representación del ambiente sobre el que actúa, o por lo menos de los aspectos que son relevantes para resolver un problema.

La IA utiliza diferentes sistemas para la representación del conocimiento e implícitamente las posibilidades que ofrece la utilización de dichos sistemas.

Es fundamental distinguir diversas formas de conocimiento, según el problema a solucionar, siendo los principales:

- Conocimiento general, leyes que cumplen sobre un conjunto de objetos. Puede presentarse como fórmulas matemáticas o lógicas, o de manera informal, el lenguaje hablado / escrito; sin embargo, la informalidad y la imprecisión obstaculizan la automatización del uso del conocimiento.
- Conocimiento procedural, secuencias de acciones a seguir, se pueden representar mediante diagramas de flujo, algoritmos, etcétera.
- Conocimiento factual, hechos.
- Metaconocimiento, conocimiento sobre el conocimiento. Puede ser una forma extremadamente importante de conocimiento, sobre todo en sistemas que aprenden.

Según (Barceló, 2005, p. 18) lo que se persigue no son sólo estructuras de datos que proporcionen un sistema de representación efectiva y eficiente de conocimientos, sino también qué conocimiento se tiene que representar en cada utilización particular.

Un sistema de representación de conocimientos se expone a la resolución de problemas anexos como:

- a) La extracción del conocimiento de quién lo posee
- b) Su formalización de un determinado sistema de representación
- c) Si hace falta, la posibilidad de crear el mencionado conocimiento o modificar el conocimiento existente gracias a la interacción del sistema de IA con el entorno en un mundo cambiante

Ahora bien, (Zampayo, 2004, p. 63) dice que la representación del conocimiento en una computadora, consiste en encontrar una correspondencia entre el “cuerpo del conocimiento” y un “sistema simbólico” que lo denote o le haga referencia y que además, permita solucionar problemas con base de dicha correspondencia. Es decir, se trata de formalizar y estructurar el “conocimiento” para que una computadora pueda trabajar con él, por tal motivo dicho proceso también recibe el nombre de formalismo.

Por otro lado, (Barceló, 2005, p. 16) dice que la técnica de la IA es obtener una adecuada representación simbólica del conocimiento aplicando los diversos mecanismos como son:

- *Inferencia simbólica*, incluye mecanismos de deducción típicos que incluyen la deducción también llamada inferencia lógicamente correcta, amparada en una serie de reglas como:
 - ✓ *El modus ponens*, esta regla de inferencia establece que si es cierta una implicación y además es cierto su antecedente, entonces su consecuente es necesariamente verdadero.
 - ✓ *La instanciación universal*, que nos indica que si algo es cierto para todos los elementos de un conjunto, también es cierto para cada caso particular.
 - ✓ *Inducción*, misma que se define como el razonamiento a partir de hechos particulares o casos individuales, para llegar a una conclusión general

- ✓ *El Modus tollens*, esta regla de inferencia dice que si una implicación es verdadera y además es falso su consecuente, entonces su antecedente será necesariamente falso.

➤ *Representación del conocimiento*, el fin de la representación de conocimiento es organizar la información sobre el dominio o tema a tratar, de tal manera que el programa de la Inteligencia Artificial puede acceder fácilmente la información para hacer decisiones, planear, reconocer objetos y situaciones , analizar, sacar conclusiones y otras funciones cognitivas.

Este elemento de la Inteligencia Artificial especifica que una buena representación debe tener las siguientes características:

- ✓ Hace explícitas las cosas relevantes
- ✓ Deja expuestas las restricciones inherentes al problema
- ✓ Representa toda la información necesaria
- ✓ Es concisa
- ✓ Es transparente

Ahora bien, la representación del conocimiento se puede realizar mediante esquemas de representación, dentro de estos, la Inteligencia Artificial utiliza las reglas de producción, las redes semánticas y los marcos de representación.

Según (Arauz, 1998, p.1) el uso del conocimiento proporciona una forma de resolver problemas complejos explotando las estructuras de los objetos involucrados. El agente que actúa “inteligentemente” requiere para ello tener una representación del ambiente sobre el que actúa, o por lo menos de los aspectos de ella que son relevantes para resolver el problema.

Se puede decir, que la representación del conocimiento consiste en la elaboración de métodos y técnicas cada vez más eficientes que permitan organizar los conocimientos que

el sistema en cuestión utilizará para poder brindar solución a la diversa gama de problemas que se presenten.

- **Reconocimiento de patrones**

Según (Vázquez, 2009, pág. 12) trata de diferentes técnicas de clasificación para identificar los subgrupos con características comunes en cada grupo, y con el grado de asociación se obtiene una conclusión diferente. Los algoritmos desarrollados en esta área son herramientas útiles en otros campos como en el reconocimiento de lenguaje natural, la visión por computadora, reconocimiento de imágenes, reconocimiento de señales, el diagnóstico de fallos de equipos, el control de procesos, etcétera.

De manera general se puede decir que el reconocimiento de patrones consiste en medir el parecido entre formas y su comparación cuantitativa, es decir, es un método formal para medir el parecido o similitud entre dos formas, o fenómenos que representan cierta regularidad.

- **Procesamiento del lenguaje natural**

Según (Huerta, 2009, p. 29) el lenguaje natural, también llamado lenguaje ordinario, es el que utiliza una comunidad lingüística con el fin primario de la comunicación, y se ha construido con reglas y convenciones lingüísticas y sociales durante el período de constitución histórica de nuestra sociedad. Es decir a través del lenguaje natural surge el fenómeno de la comunicación y por ende es una forma de transmitir el conocimiento.

El procesamiento del lenguaje natural dentro de la IA consiste en:

- Procesamiento del lenguaje escrito, requiere el conocimiento léxico, sintáctico y semántico de las palabras, y del mundo real.
- Procesamiento del lenguaje real, requiere conocimientos de fonología y de la información para manejar ambigüedades que se presenten en el habla; también requiere de los conocimientos para el procesamiento de lenguaje escrito.

Se puede decir que el procesamiento del lenguaje natural es una de las técnicas más interesante en la IA, ya que tiene por objetivo estudiar el lenguaje de los seres humanos para poder acceder desde a una computadora hasta todo tipo de seres inteligentes.

- **Robótica**

Dentro de las técnicas de la IA la robótica es de las más beneficiadas, debido a que tiene por objetivo la construcción de robots inteligentes capaces de funcionar con autonomía.

Según (Huerta, 2009, p. 29) la robótica se ocupa de tareas motrices y perceptuales, es decir la robótica es la conexión inteligente entre la percepción y la acción.

La construcción de robots autónomos se realiza teniendo presente ciertas capacidades como lo son:

- La percepción básica, misma que implica la visión, la capacidad de identificar y reconocer sonidos, la habilidad de identificar olores y el sentido del tacto.
- La función motriz, comprende la habilidad de moverse en forma autónoma y la manipulación de símbolos.

Por otro lado, (Zampayo, 2004, p. 15) refiere que la robótica tiene por objetivo diseñar y desarrollar máquinas que sean capaces de realizar procesos mecánicos y manuales mediante la interacción de un sistema de control y un sistema sensorial con el que cuentan, permitiendo así, responder a los cambios que surgen en el entorno del mundo real.

Podemos decir que dentro del ámbito de la robótica es de fundamental importancia el desarrollo que fomente la evolución de robots, para que estos puedan recibir y emitir comunicación, comprender lo que pasa en el entorno, formular y ejecutar planes, así como poder motorizar sus operaciones, es decir la robótica debe permitir el aumento de la habilidad y la autonomía de los mecanismo que se construyen en este ámbito.

Respecto a los robots (Arauz, 1998, p. 25) dice que un robot inteligente es capaz de:

- Recibir comunicación
- Comprender un entorno mediante el uso de modelos

- Formular planes
- Ejecutar planes
- Motorizar su operación

Los robots son principalmente máquinas con manipuladores multifuncionales reprogramables que permiten realizar una gran variedad de tareas automáticamente. De manera general un robot consta de:

- Uno o más manipuladores (brazos)
- Efectos finales (manos)
- Un controlador
- Sensores que proporcionan información sobre el entorno y retro-información sobre la ejecución de tareas

Se puede concluir que la robótica ha sido parte del crecimiento en aplicaciones industriales, ya que ha permitido conseguir una mayor productividad, para reducir costos, para suplir mano de obra especializada, para proporcionar flexibilidad en procesos de fabricación por lotes, etcétera.

- **Redes neuronales**

Según (Vázquez, 2009, p. 14) son sistemas compuestos por estructuras de red con un gran número de conexiones entre diferentes capas de procesadores, los cuales a su vez tienen asignadas diferentes funciones, dentro de dichos procesadores se efectúa una labor de aprendizaje por la reproducción de las salidas de un conjunto de señales de entrenamiento.

Se puede decir que las redes neuronales constituyen una tecnología, la cual trata con éxito algunos problemas clásicos de la IA, haciendo énfasis en el reconocimiento de formas y de la palabra hablada.

Por otro lado, según (Zampayo, 2004, p. 51) las redes neuronales son sistemas de cómputo distribuidos y paralelos inspirados en la estructura del cerebro humano. El cerebro humano consta de miles de millones de neuronas; cada una conectada a miles de otras neuronas en una estructura distribuida, con paralelismo masivo. Este tipo de estructura otorga al cerebro una gran ventaja en la mayoría de las capacidades perceptivas, motrices y creativas.

Las redes neuronales almacenan la información de manera distinta que las computadoras tradicionales. Los conceptos se representan como patrones de actividad entre varias neuronas, de modo que son menos susceptibles a averías de la máquina. Una de las ventajas de utilizar las redes neuronales es que pueden seguir funcionando aunque se destruyan algunas de sus neuronas, esto es atribuido a su estructura de red.

Sin embargo, (Huerta, 2009, p. 23) dice que ante las dificultades de imitar algunas funciones del cerebro humano, las nuevas arquitecturas para redes neuronales se han inspirado en hechos que conciernen al tratamiento de grandes cantidades de información procedente de los sentidos, la memoria, la capacidad de aprendizaje y la capacidad de procesamiento de información a gran velocidad. En términos prácticos, las arquitecturas de las redes neuronales pueden usarse para tareas como la visión; mecanismos de aprendizaje para el reconocimiento de voz, de forma que sus resultados alimenten programas simbólicos de la IA.

- **Algoritmos genéticos**

Los algoritmos genéticos son los que tratan de emular el proceso de selección natural, mediante el cual los individuos aptos logran sobrevivir y logran que sus mejores características para se mantengan en las generaciones posteriores. Según (Huerta, 2009, p. 27), un algoritmo genético normalmente trabaja sobre la representación de una posible solución a un problema dado (casi siempre cadena finita), y sobre ella se aplican operadores genéticos para combinar las bondades de las soluciones mediante la reproducción. Para medir la oportunidad de solución se crea una función de aptitud que califica a las soluciones propuestas.

Se puede considerar a estos algoritmos, como un procedimiento de búsqueda y optimización, basado en mecanismos genéticos de selección natural de los seres vivos. Según (Vázquez, 2009, p. 14) el funcionamiento de dichos algoritmos es la evolución a partir de una población que ofrece soluciones candidatas a un problema para mejorar las soluciones existentes y generar nuevas, las cuales son evaluadas por una función de ajuste.

Por otro lado (Arauz, 1998, p. 22) nos dice que la aplicación más común de los algoritmos genéticos ha sido la solución de optimización, en donde han demostrado ser eficientes y confiables.

Antes de aplicar esta técnica es importante tomar en cuenta el espacio de búsqueda, la aptitud para indicar la eficiencia de las respuestas y sobre todo hay que verificar que las soluciones puedan codificarse de una manera que resulte fácil de interpretar para la computadora.

Una de las características de los algoritmos genéticos es que tiene la capacidad de “castigar” las malas soluciones, y de “premiar” a las buenas, de forma que estas últimas se propaguen con mayor rapidez. Por tal motivo es importante verificar que nuestro sistema es apto para aplicar dicha técnica.

- **Sistemas expertos**

Los sistemas expertos también son denominados sistemas basados en el conocimiento, dichos sistemas almacenan el conocimiento de expertos para un campo determinado y la solución se da mediante deducción lógica de conclusión, lo anterior se realiza desarrollando un software que imite el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema.

Por otro lado, (Vázquez, 2009, p. 12) dice que los sistemas expertos estudian la simulación de los procesos intelectuales de los expertos humanos que les permiten interactuar con objetos del mundo real y llevar a cabo tareas de forma precisa, rápida y cómoda, semejantes a las tareas propias de un ser humano por medio del procesamiento de información y las técnicas para la solución de problemas.

De manera más práctica, (Salazar, 1999, p. 12) establece que un sistema experto es un programa de computadora que aplica conocimiento e inferencias para resolver problemas que requieren de un experto humano, dicho de otra manera, es un programa de computadora interactivo que incorpora juicios (opiniones), experiencias, reglas de evaluación, intuición y otras habilidades para poder proveer asesoría inteligente sobre diversas tareas, mismas que resuelven problemas complejos empleando modelos de razonamiento humano, para llegar a soluciones idénticas a las que podría llegar un experto humano que se enfrentara al mismo problema.

Los sistemas expertos proporcionan a los usuarios conclusiones técnicas sobre materias especializadas. Un problema clave en el desarrollo de sistemas expertos es encontrar la forma de representar y usar el conocimiento que los humanos expertos en esas materias poseen y usan, debido a que el conocimiento de los expertos es a menudo impreciso, dudoso o anecdótico. Lo anterior se concluye en el hecho de que es necesario utilizar sistemas basados en conocimiento experto, es decir un sistema experto, el cual en términos generales es usado para describir una amplia gama de sistemas de computación más avanzados como son:

- Sistemas interactivos de soporte a las decisiones
- Sistema de información ejecutiva
- Sistema de información para la administración
- Sistemas de soporte ejecutivo

La gente involucrada en el desarrollo de un sistema experto según

(Arauz, 1998, p. 17) es:

- *Experto del dominio*, es una persona que posee las habilidades y el conocimiento necesario para solucionar un problema específico más eficientemente que la mayoría de las personas.
- *Ingeniero de conocimiento*, es la persona que diseña, construye y prueba un sistema experto. El ingeniero debe buscar revelar los conceptos claves del problema y los

métodos de solución del problema usados por el experto humano. En particular el ingeniero de conocimiento debe elegir la mejor técnica para representar el conocimiento y las estrategias de inferencia.

- *Usuario final*, es el individuo quien eventualmente estará trabajando con el sistema. La aceptación final del sistema dependerá en gran medida del ajuste que presente el sistema a las necesidades del usuario final.

Los sistemas expertos son de gran utilidad para la resolución de problemas que se basan en el conocimiento. Las características principales de este tipo de problemas según (Gutiérrez, 2006, p. 16) son:

- Utilizan normas o estructuras que contengan conocimientos y experiencias de expertos especializados
- Se obtienen conclusiones a través de deducciones lógicas
- Contienen datos ambiguos
- Contienen datos afectados por factores de probabilidad

Con base a lo anterior, en el ámbito de la IA se dice que un sistema experto debe cumplir con las siguientes características:

- Tener un amplio conocimiento específico del área de especialización
- Aplicar técnicas de búsqueda
- Tener soporte para análisis Heurístico
- Poseer habilidad para inferir nuevos conocimientos ya existentes
- Tener la capacidad para procesar símbolos
- Tener capacidad para explicar sus propio razonamiento

También es fundamental conocer la estructura básica de un sistema experto, la cual se puede observar en la siguiente imagen:

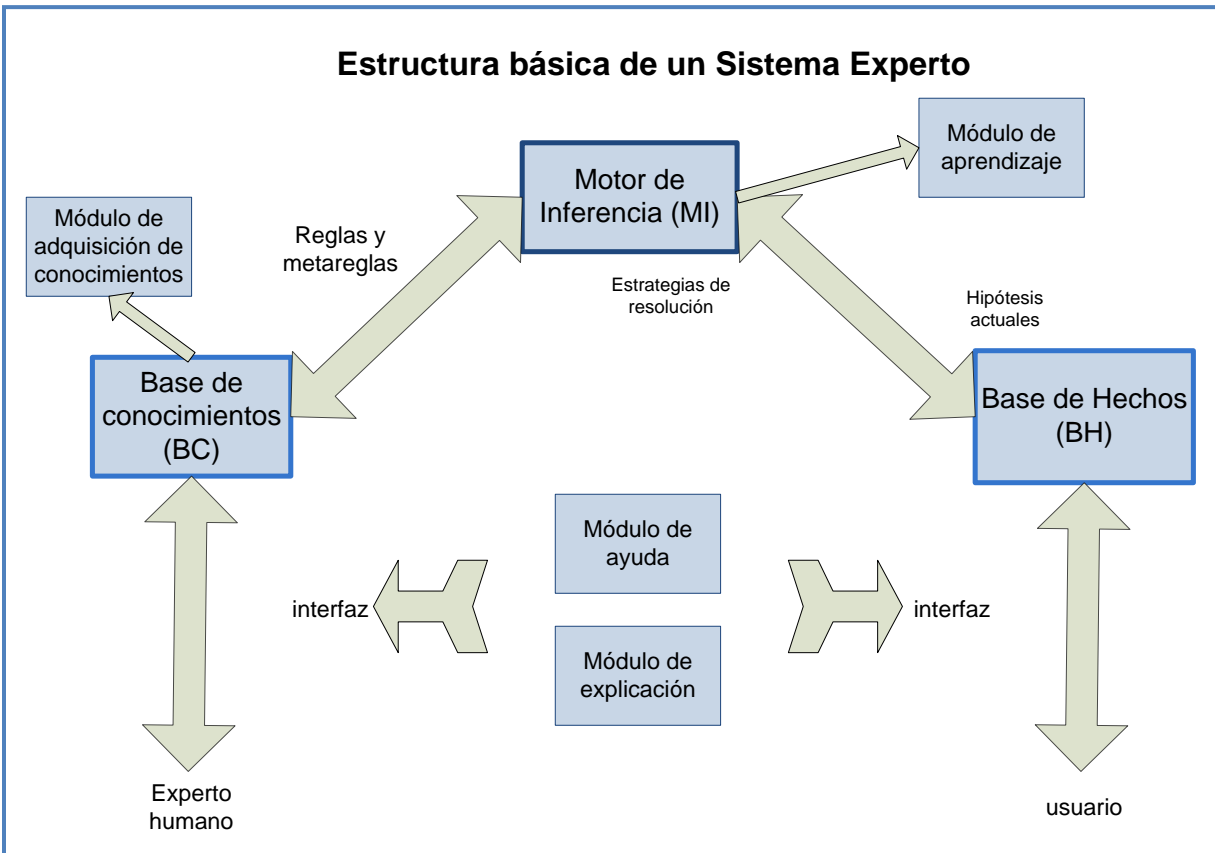


Figura 25. Estructura básica de un SE

De la imagen anterior se percibe que los procedimientos capaces de razonar se implementan dentro del motor de inferencias y por ende los conocimientos se almacenan en la base de conocimientos y hechos. Es necesario también contar con interfaces que permitan el acceso al sistema, tanto del experto humano que alimenta la base de conocimientos como del usuario del sistema experto que proporciona los hechos que determinan una utilización concreta del sistema experto.

Según (Barceló, 2005, p. 26), El esquema anterior se conforma de los siguientes elementos:

- **La base de conocimientos**, es la memoria a largo plazo del sistema experto y contiene las reglas y metarreglas que resumen el conocimiento del experto humano sobre el dominio del problema. Las metarreglas indican el orden o la preferencia de uso de las reglas que describen el conocimiento del experto. La base de conocimientos almacena datos basándose en diferentes reglas:

- ✓ Reglas antecedente-consecuencia, que son del tipo *si todos los antecedentes son ciertos, entonces todas las consecuencias son ciertas*
 - ✓ Reglas de condición-acción, son del tipo *si todas las condiciones son ciertas, entonces se tienen que ejecutar todas las acciones*
 - ✓ Reglas inexactas, son del tipo *si todos los antecedentes son ciertos, entonces la consecuencia es cierta con un determinado grado de certeza*
- **La base de hechos**, es la memoria a corto plazo, o bien memoria de trabajo, almacena tanto los hechos proporcionados por el usuario, y que describen la situación concreta analizada, como los hechos nuevos que el propio sistema va obteniendo.
- **El motor de inferencia** contiene el mecanismo de razonamiento que sigue el sistema experto: deducción, inducción, estrategias de búsqueda de soluciones, etc. Es decir, el motor de inferencia, aplica las reglas contenidas en la base de conocimientos sobre la base de hechos, obteniendo un nuevo conocimiento, que se incorpora también a la base de hechos y es objeto, a su vez, de la aplicación de reglas reunidas en la base de conocimientos. Se puede decir que el motor de inferencia combina los hechos y las reglas para obtener nuevos hechos. El razonamiento que utiliza un motor de inferencias puede utilizar diversos razonamientos:
- ✓ *Razonamiento por encadenamiento hacia adelante*, es un procedimiento gobernado por los datos, en el que se parte de los hechos conocidos y, con el uso de las reglas, se van deduciendo nuevos hechos
 - ✓ *Razonamiento por encadenamiento hacia atrás*, se trata de un procedimiento de búsqueda dirigido por el intento de afirmar un objetivo concreto que se intenta demostrar de acuerdo con los hechos y reglas disponibles
 - ✓ *Razonamiento exacto*, cuando las reglas pueden ser inexactas, el motor de inferencia debe saber tratar con los factores de certeza para así comprender

el factor de certeza de la solución propuesta. Esto se hace utilizando leyes de lógica difusa y de probabilidad

- **Los usuarios**, también parte del esquema anterior, pueden desempeñar diversa tipología, dependiendo del grado de complejidad de un sistema experto y de la gran diversidad de aplicaciones que puede llegar a realizar, según (Salazar, 1999, p.14) los usuarios pueden clasificarse en:
 - ✓ Verificador, intenta comprobar la validez del desempeño del sistema
 - ✓ Tutor, se da información adicional al sistema o se modifica el contenido que ya está presente en el sistema
 - ✓ Alumno, se busca rápidamente desarrollar la habilidad personal relacionada con el área específica mediante la recuperación de conocimientos organizados y condensados en el sistema
 - ✓ Cliente, se aplica la habilidad del sistema para realizar tareas específicas reales
- **El módulo de explicación**, justifica o indica el razonamiento que conduce a las conclusiones o recomendaciones tomadas por el SE, un SE debe diseñarse con la capacidad de explicar el razonamiento que nos lleva a una conclusión.
- **El contexto**, es la base de datos global y en ella se representa el estado actual de los problemas específicos que se están resolviendo, ya que su contenido cambia dinámicamente e incluye información proporcionada por el usuario sobre el problema y los resultados obtenidos por el sistema.
- **El módulo de adquisición de conocimiento**, sirve para modificar o actualizar la base de datos de conocimientos debido a que desafortunadamente en muchas áreas complejas el conocimiento crece y cambia constantemente.
- **El módulo de ayuda e interfaz**, permite al usuario utilizar el SE con eficiencia y facilidad, además de ofrecer un medio para interactuar con dicho sistema. Lo

anterior puede incluir procesadores de lenguaje natural, menús, ventanas múltiples, iconos y gráficas.

- **El módulo de aprendizaje**, este módulo tiene por objetivo contribuir en la construcción y el razonamiento de la base de conocimientos, el aprendizaje es mecánico ya que el sistema genera nuevos conocimientos en forma automática y se basa en generalizaciones deducidas de experiencias anteriores.

Según (Arauz, 1998, p. 18) los sistemas expertos tienen diversas aplicaciones, tales como:

- *Análisis e interpretación*, se utiliza para analizar grandes cantidades de información y proporcionar alguna recomendación
- *Predicción*, los SE son utilizados para predecir resultados o deducir consecuencias futuras basándose en datos y hecho
- *Diagnóstico y depuración*, los SE pueden utilizarse para detectar errores y sugerir acciones correctivas
- *Control*, los SE se utilizan para el control de procesos
- *Diseños*, se refiere a la nueva creación de un producto, dispositivo o procedimiento
- *Planificación*, se utiliza para construir una serie de acciones que llevan al cumplimiento de una meta
- *Enseñanza*, un SE puede utilizarse para la enseñanza del conocimiento almacenado

Los sistemas expertos pueden ser de dos tipos, deterministas mismos que cuentan con una fácil explicación y con las implicaciones deseadas y tienen como desventajas un motor de inferencia lento y la dificultad de propagar la incertidumbre, por otro lado, también existen los sistemas expertos de tipo estocástico, que tiene la ventaja de tener un motor de inferencias rápido, lo que permite un aprendizaje paramétrico fácil y la propagación de la incertidumbre de manera eficiente. Este tipo de sistemas expertos tienen como desventaja un elevado número de parámetros e implicaciones superfluas.

Las diferencias entre los dos tipos de sistemas expertos radican en la estructura de cada uno de sus elementos, las cuales según (Vázquez, 2009, p. 23) son:

Sistema experto	Base de conocimiento	Motor de inferencia	Módulo de explicación	Adquisición del conocimiento	Módulo de aprendizaje
Determinista	Abstracto: estructura probabilística Concreto: hechos	Evaluación de probabilidades condicionales	Basado en probabilidades condicionales	Espacio probabilístico. Parámetros.	Cambio en la estructura del espacio probabilístico
	Abstracto: reglas Concreto: hechos	Encadenamientos hacia adelante y hacia atrás	Basado en reglas activas	Reglas. Factores de certeza	Nuevas reglas. Cambio en los factores de certeza.

Tabla 11. Diferencias entre SE deterministas y estocásticos

Dependiendo del grado de dificultad con el que cuente un sistema experto, este puede clasificarse en tres categorías:

- *Asistente*, es un pequeño sistema basado en conocimientos que realiza un subconjunto de tareas de una tarea experta, valioso económicamente pero técnicamente limitado
- *Colega*, es un sistema de tamaño mediano basado en conocimientos que realiza una parte significativa de una tarea experta
- *Experto*, es un sistema grande basado en conocimientos que se acerca al nivel de desempeño del experto humano dentro de un campo particular

Cuando ya se ha determinado el tipo de sistema experto a desarrollar, se procede con la siguiente metodología que según (Salazar, 1999, p. 22) son los pasos principales para el desarrollo de un SE:

1. Selección de un lenguaje de programación, ambiente integrado de desarrollo o esqueleto de programación (Shell)
2. Selección de las técnicas para la representación del conocimiento y para el mecanismo de inferencia
3. Análisis, adquisición y conceptualización del conocimiento para crear la base de conocimientos (BC)
4. Formalización y creación de la BC
5. Desarrollo del prototipo
6. Evaluación y revisión del SE
7. Afinamiento de la interfaz del usuario
8. Mantenimiento y actualización del sistema

La metodología anterior ha dado pauta a la creación de diversos SE que hoy en día pueden ser de gran ayuda a la sociedad en general, dentro de los SE famosos, se pueden mencionar:

- **MYCIN**, lo desarrolló Shortliffe en la Universidad de Stanford y se ocupa del **diagnóstico de infecciones de la sangre y su terapia**. Utiliza reglas de tipo lógico, su motor de inferencia es por encadenamiento hacia atrás (*backward chaining*) e, incluso, es capaz de utilizar factores de certeza.
- **MACSYMA** trata el **cálculo diferencial e integral** con un motor de inferencia compuesto por una serie de funciones implementadas directamente en Lisp.
- **PROSPECTOR** se ocupa de la **prospección y evaluación de yacimientos de minerales**, particularmente cobre y uranio. Utiliza la inferencia probabilística.
- **DENDRAL** es capaz de **analizar la estructura molecular de un compuesto** a partir del espectrograma de masa y otros datos. Su motor de inferencia usa el mecanismo de *generate and test*, que consiste en generar casos posibles y comprobar si cumplen todas las condiciones.

- **XCON** el primer sistema experto utilizado en el ámbito comercial. Se utilizó en la firma DEC para la **configuración de los sistemas DEC/VAX** y lo desarrolló J. McDermott, de la Universidad de Carnegie-Mellon. Utiliza un motor de inferencia con encadenamiento hacia delante (*forward chaining*) y es **operativo** desde 1981.

Es fundamental conocer la importancia de utilizar un sistema experto, dentro de las cuales se pueden destacar en primera instancia la disponibilidad, ya que un sistema experto está disponible las 24 horas del día, los 365 días del año y durante todo *el tiempo que se decida*.

Es importante también que se pueden crear un número ilimitado de sistemas expertos, a diferencia de los expertos humanos, ya que sobre estos no se puede tener la decisión de creación, y muchos menos de muerte, a diferencia de los sistemas expertos mismos que también tienen conocimientos que pueden ser copiados y almacenados fácilmente.

Por otro lado en un sistema experto no radica la falta de personalidad, y esto es un gran avance a diferencia de un experto humano, ya que este no siempre suele ser agradable a todos los usuarios, y por lo mismo pueden presentarse ciertas inexactitudes de los conocimientos proporcionados al usuario.

Y por último, es importante tener presente que un sistema experto puede duplicarse de manera fácil y eficiente, ya que solo basta con copiar el sistema de una computadora a otra, y por lo contrario un experto humano no tiene esta facilidad de duplicidad y también este requiere de un mayor tiempo para convertirse en un especialista y/o adquirir los conocimientos necesarios para convertirse en un experto.

Aunque es necesario contemplar también que existen ciertas limitaciones y problemas en el desarrollo de los SE, según (Barceló, 2005, p. 36) son:

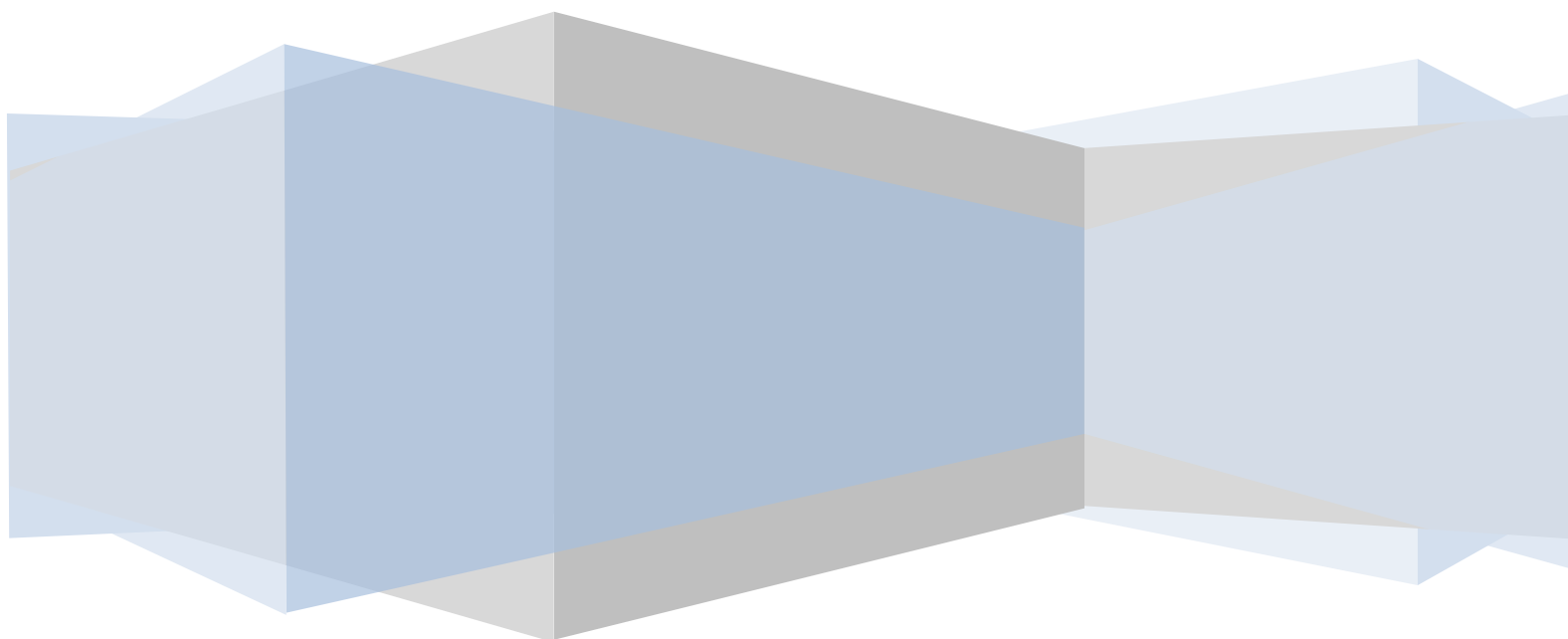
- La dificultad en la adquisición de los conocimientos obtenidos por el experto humano, no siempre suficientemente colaborador y motivado.
- Una aplicación efectiva que continúa siéndolo sólo en dominios aún muy restringidos.

- Un comportamiento muy frágil cerca de las fronteras del dominio, y una gran dificultad para que el sistema detecte el desbordamiento de su ámbito de competencia.
 - ✓ La obtención de explicaciones no siempre relevantes.
 - ✓ Las serias limitaciones por razones de eficiencia que obligan a restringir el número de reglas.
 - ✓ Las limitaciones implícitas a la potencialidad de las técnicas actuales de representación del conocimiento.
 - ✓ La escasa capacidad de los sistemas expertos actuales para el aprendizaje, la generalización y el razonamiento por analogía.

También es un problema la dificultad adicional de la integración de los sistemas expertos y, en general, de los sistemas derivados de la IA, con la informática tradicional, hasta ahora gestora y depositaria de los “hechos”.

CAPÍTULO 5

Desarrollo



CAPÍTULO 5. DESARROLLO

5.1 Planteamiento

En la actualidad los estudiantes de la asignatura de Álgebra necesitan “aprender-aprender” tópicos de mayor reprobación como son: sistemas de ecuaciones lineales y polinomios, etc. El aprender es apropiarse de un conocimiento de tal forma que el esfuerzo por aprenderlo gira en torno a elementos como son:

El profesor como agente que contribuye a la formación integral (conocimientos, habilidades y actitudes) y el alumno como responsable de su aprendizaje.

La ingeniería como encargada de aplicar conocimientos científicos y empíricos para la creación e innovación de sistemas y procesos.

Para el desarrollo de conocimientos científicos la base fundamental la constituyen las matemáticas y en particular la asignatura de álgebra que busca formar alumnos que sean capaces de analizar y manejar los conceptos básicos y aplicarlos al estudio de la física, la matemática aplicada y la ingeniería.

Dentro de la asignatura se trabaja la resolución de problemas, en el tema de ecuaciones lineales. Al resolver los problemas no hay una metodología, técnica o estrategia, por lo que se sugiere el uso del ABP.

5.2 Objetivo

Diseñar, desarrollar e implementar un sistema de micromundos para la asignatura de Álgebra en particular de los temas de sistemas de ecuaciones lineales y polinomios. Estos conocimientos serán integrados en una base de datos. El profesor podrá crear, editar, eliminar ver los problemas que el alumno realizará. Por otro lado, el alumno resolverá el problema de acuerdo a la simulación realizada con la información proporcionada por el profesor.

5.3 Metodología

En el desarrollo de software, el ciclo de vida es el conjunto de fases por las que pasa un sistema que se está desarrollando desde que se tiene la idea inicial hasta que el software es retirado o cambiado (muere).

Según el Instituto Nacional de Tecnologías de la Información entre las funciones que puede tener un ciclo de vida se pueden destacar:

- Determinar el orden de las fases del proceso de software
- Establecer los criterios de transición para pasar de una fase a la siguiente
- Definir las entradas y salidas de cada fase
- Describir los estados por los que pasa el producto
- Describir las actividades a realizar para transformar el producto
- Definir un esquema que sirve como base para planificar, organizar, coordinar, desarrollar

Al realizar el desarrollo de un sistema de software es importante analizar los distintos ciclos de vida a los que se puede someter dicho desarrollo.

Modelo	Definición	Ventajas	Desventajas
Cascada	Es un proceso de desarrollo secuencial, en el que el desarrollo se ve fluyendo hacia abajo (como una cascada) sobre las fases que componen el ciclo de vida	<ul style="list-style-type: none"> - Puede ser apropiado, en general, para proyectos estables, donde es posible y probable que los diseñadores predigan totalmente áreas de problema del sistema y produzcan un diseño correcto antes de que empiece la implementación - Es un modelo en el que no se mezclan las fases, es simple y fácil de usar - Es fácil de gestionar ya que cada fase tiene entregables específicos y un proceso de revisión - Las fases son procesadas y completadas de una vez 	<ul style="list-style-type: none"> - En la vida real un proyecto rara vez sigue una secuencia lineal, esto crea una mala implementación del modelo, lo cual hace que lo lleve al fracaso - Trabajar con este modelo provoca un gran atraso, ya que es muy restrictivo y no permite movilizarse entre fases - Los resultados y mejoras no son visibles progresivamente, el producto se ve cuando ya está finalizado - Es un modelo pobre para proyectos largos, complejos, orientados a objetos y por su puesto en aquellos en los que los registros tengan un riesgo de moderado a alto de cambiar. Genera altas cantidades de riesgos e incertidumbres

<p>V</p>	<p>Es un proceso que representa la secuencia de pasos en el desarrollo del ciclo de vida de un proyecto. Describe las actividades y resultados que han de ser producidos durante el desarrollo del producto. La parte izquierda de la V representa la descomposición de los requisitos y la creación de las especificaciones del sistema. El lado derecho de la V representa la integración de partes y su verificación. V significa “Validación y Verificación”</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En este modelo no hace falta que los requisitos estén totalmente definidos al inicio del desarrollo, sino que se pueden ir refinando en cada una de las iteraciones - Tiene las ventajas propias de realizar el desarrollo en pequeños ciclos, lo que permite gestionar mejor los riesgos y gestionar mejor las entregas 	<ul style="list-style-type: none"> - El hecho de no tener definidos los requisitos desde el principio también puede ser desventaja, ya que pueden surgir problemas relacionados con la arquitectura
<p>Desarrollo incremental</p>	<p>Se basa en la filosofía de construir incrementando las funcionalidades del programa. Este modelo aplica secuencias lineales de forma escalonada mientras progresa el tiempo en el calendario. Cada secuencia lineal produce un incremento del software.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mediante este modelo se genera software operativo de forma rápida y en etapas tempranas del ciclo de vida del software - Es un modelo más flexible, por lo que se reduce el coste en el cambio de alcance y requisitos - Es más fácil probar y depurar en una iteración más pequeña - Es más fácil gestionar riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> - Cada fase de una iteración es rígida y no se superponen con otras - Pueden surgir problemas referidos a la arquitectura del sistema porque no todos los requisitos se han reunido, ya que se supone que todos ellos se han definido al inicio

<p>Espiral</p>	<p>Las actividades de este modelo se conforman en una espiral, cada bucle representa un conjunto de actividades. Las actividades no están fijadas a priori, sino que las siguientes se eligen en función del análisis de riesgos, comenzando por el bucle anterior</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce riesgos del proyecto - Incorpora objetivos de calidad - Integra el desarrollo con el mantenimiento - Es posible tener en cuenta mejoras y nuevos requerimientos sin romper con el modelo, ya que el ciclo de vida no es rígido ni estático - Mediante este modelo se produce software en etapas tempranas del ciclo de vida y suele ser adecuado para proyectos largos de misión crítica 	<ul style="list-style-type: none"> - Es un modelo que genera mucho trabajo adicional. Al ser el análisis de riesgos una de las tareas principales exige un alto nivel de experiencia y cierta habilidad en los analistas de riesgos (es bastante difícil) - Es un modelo costoso - No es un modelo que funcione bien para proyectos pequeños
-----------------------	--	---	---

Tabla 12. Tipos de ciclos de vida

Una combinación de los ciclos antes expuestos, forma la base de una metodología, ya que una metodología es un conjunto integrado de técnicas y métodos que permite abordar de forma homogénea y abierta cada una de las actividades del ciclo de vida de un proyecto de desarrollo. Es un proceso de software detallado y completo.

La metodología para el desarrollo de software en un modo sistemático de realizar, gestionar y administrar un proyecto para llevarlo a cabo con altas posibilidades de éxito. Una metodología para el desarrollo de software comprende los procesos a seguir sistemáticamente para idear, implementar y mantener un producto software desde que surge la necesidad del producto hasta que cumplimos el objetivo por el cual fue creado.

En el ámbito de ingeniería del software, podemos destacar que una **metodología**:

- Optimiza el proceso y el producto de software.
- Métodos que guían en la planificación y en el desarrollo del software.
- Define qué hacer, cómo y cuándo durante todo el desarrollo y mantenimiento de un proyecto.

Una metodología define una estrategia global para enfrentarse con el proyecto. Entre los elementos que forman parte de una metodología se pueden destacar:

- Fases: tareas a realizar en cada fase.
- Productos: E/S de cada fase, documentos.
- Procedimientos y herramientas: apoyo a la realización de cada tarea.
- Criterios de evaluación: del proceso y del producto. Saber si se han logrado los objetivos.

Existen diversos tipos de metodologías, de las más destacadas se presenta a continuación una tabla comparativa.

<i>Metodología</i>	<i>Definición</i>	<i>Características</i>
EXTREME PROGRAMMING (XP)	Es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en el desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en la realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios.	<p>Elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las historias de usuario - Roles XP - Proceso XP <p>Principios</p> <ul style="list-style-type: none"> - Simplicidad - Comunicación - Realimentación - Coraje o valentía <p>Fases</p> <ul style="list-style-type: none"> - Codificación - Pruebas - Escuchar - Diseño

	<p>XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico. A Kent Beck se le considera el padre de XP</p>	
<p>RATIONAL UNIFIED PROCESS (RUP)</p>	<p>Es un marco de trabajo de proceso de desarrollo de software iterativo. RUP no es un proceso preceptivo concreto individual, sino un marco de trabajo de proceso adaptable, con la idea de ser adaptado por las organizaciones de desarrollo y los equipos de proyecto de software que seleccionarán los elementos del proceso que sean apropiados para sus necesidades.</p>	<p>Elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Roles - Productos de trabajo - Tareas <p>Principios</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adaptación del proceso - Equilibrio de prioridades - Demostración - Colaboración - Abstracción - Calidad <p>Fases</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iniciación - Elaboración - Construcción - Transición
<p>MICROSOFT SOLUTION FRAMEWROK (MSF)</p>	<p>Esta es una metodología flexible e interrelacionada con una serie de conceptos, modelos y prácticas de uso, que controlan la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos. MSF se centra en los modelos de proceso y de equipo dejando en un segundo plano las elecciones tecnológicas.</p>	<p>Elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Modelo de Arquitectura del Proyecto - Modelo de Equipo - Modelo de Proceso - Modelo de Gestión del Riesgo - Modelo de Diseño del Proceso - Modelo de Aplicación <p>Principios</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adaptabilidad - Escalabilidad - Flexibilidad - Tecnología agnóstica <p>Fases</p> <ul style="list-style-type: none"> -Estrategia y alcance

-Planificación y prueba de concepto - Estabilización

Tabla 13. Metodologías

5.4 Análisis

La metodología que se utilizará en el sistema para generar micromundos para la materia de álgebra será Extreme Programming (XP), debido a que es una de las metodologías pertenecientes a los métodos ágiles, mismos que ponen énfasis en la adaptabilidad y no en la previsibilidad. XP permitirá los cambios de requisitos en cualquier punto de vida del proyecto, lo que se ha considerado un excelente beneficio para poder contar con una mejor y más realista aproximación de lo que se desea desarrollar, y así mismo esto permitirá intentar definir todos los requisitos al comienzo del proyecto e invertir esfuerzos después en controlar los cambios en los requisitos. De manera general se considera a XP como una buena opción de metodología para llevar a cabo el proyecto y así mismo poder aplicarlo de manera dinámica durante el ciclo de vida del sistema.

XP, es una metodología ágil centrada en cuatro principios básicos y de fundamental importancia en el desarrollo de un proyecto, tales como simplificar un diseño para agilizar el desarrollo y facilitar el mantenimiento (simplicidad), la comunicación es otro de los principios de esta metodología y el cual tiene la finalidad de entablar una excelente relación entre el usuario y el desarrollador, y por ende llevar al éxito el proyecto cumpliendo de manera satisfactoria los requisitos establecidos por el usuario. La Realimentación es la continuación del principio anterior, y gracias a este principio se pueden realizar prácticas mediante ciclos muy cortos tras los cuales se muestran resultados, se minimiza el tener que rehacer partes que no cumplen con los requisitos del usuario y ayudará a centrarse en los requisitos de mayor importancia, de manera general con el principio de realimentación se ejecutan pruebas unitarias frecuentemente que permiten descubrir fallos. Y por último el principio de valentía con el que deberá contar todo aquel que desee desarrollar un proyecto de cualquier índole, ya que se debe tener la valentía para enfrentar los requerimientos del usuario y a su vez implementar las características que esté mismo desee modificar.

Se trabajará bajo esta metodología, debido a que así se podrán implementar prácticas cortas que brindarán la posibilidad de disminuir la mítica curva exponencial del costo y del tiempo a lo largo del proyecto, por lo que se realizarán las prácticas suficientes para que el diseño evolutivo funcione.

Es necesario destacar que las prácticas se realizarán a lo largo del proyecto en todas sus fases, mismas ya establecidas en la metodología XP, tales como exploración, planificación de la entrega, iteraciones, producción, mantenimiento y muerte del proyecto. Una de las ventajas de utilizar XP, es que el bucle que está forma es eficaz y sencillo, si se aplican los principios de la presente metodología, ya que solo consisten en comunicarse con el usuario, estimar lo que se necesita para cumplir el requerimiento del usuario, construir o desarrollar lo que el usuario desea, y nuevamente regresar a mostrarlo al usuario teniendo la capacidad de entender que puede o no lograrse la satisfacción total del usuario y así mismo es necesario contar con la valentía para actuar de manera habilidosa ante las peticiones del usuario. Lo anterior respalda la decisión del uso de la metodología XP, ya que intenta reducir la complejidad del software o aplicación a desarrollar, por medio de un trabajo orientado directamente al objetivo, basado en las relaciones interpersonales y la velocidad y la valentía de reacción.

El diseño evolutivo que representa la metodología XP colabora a que no se le dé demasiada importancia al análisis como fase independiente, puesto que se trabaja exclusivamente en función de las necesidades del momento.

- Herramientas de software.

Se hará uso de diversas herramientas de software libre, debido a las ventajas que estos nos ofrecen.

Tabla comparativa		
	Software Libre	Software Propietario
Costo Adquisición	Ninguno	Costoso
Uso	Libre	Restringida
Innovación tecnológica	Rápida	Lenta
Requisitos del Hardware	Pocos	Muchos
Soporte del Hardware	Muy alto	Bajo en equipos antiguos
Soporte Técnico	Medio	Bueno
Independencia del proveedor	Si	No
Adaptación del Software	Muy alta	Media
Idiomas, dialectos, etc.	Fácil de implementar	Los más usados.
Curva Aprendizaje	Baja	Alta
Costo de aprendizaje	Ninguno	Alto
Garantía	Ninguna	Si
Reparación de errores	Se puede hacer en el momento	Hasta otra versión
Nivel de programación	Alto	Poco
Control de Calidad	Medio	Alto
Recursos de Investigación	Bajo	Alto
Difusión del Software	Bajo	Alto

Tabla 14. Diferencias entre software libre y propietario.

➤ PHP

Ventajas

- ✓ Es un lenguaje multiplataforma.
- ✓ Orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en una Base de Datos.
- ✓ El código fuente escrito en PHP es invisible al navegador y al cliente ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador.
- ✓ La programación en PHP sea segura y confiable.
- ✓ Capacidad de conexión con la mayoría de los motores de base de datos que se utilizan en la actualidad (MySQL, PostgreSQL, etc.)
- ✓ Capacidad de expandir su potencial utilizando la enorme cantidad de módulos.
- ✓ Posee una amplia documentación en su página oficial.
- ✓ Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.
- ✓ Permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos.
- ✓ Biblioteca nativa de funciones sumamente amplia e incluida.
- ✓ No requiere definición de tipos de variables aunque sus variables se pueden evaluar también por el tipo que estén manejando en tiempo de ejecución.
- ✓ Tiene manejo de excepciones (desde PHP5).
- ✓ Si bien PHP no obliga a quien lo usa a seguir una determinada metodología a la hora de programar (muchos otros lenguajes tampoco lo hacen), aun estando dirigido a alguna en particular, el programador puede aplicar en su trabajo cualquier técnica de programación y/o desarrollo que le permita escribir código ordenado, estructurado y manejable. Un ejemplo de esto son los desarrollos que en PHP se han hecho del patrón de diseño Modelo Vista Controlador (o MVC), que permiten separar el tratamiento y acceso a los datos, la lógica de control y la interfaz de usuario en tres componentes independientes.

Inconvenientes

- ✓ La ofuscación de código es la única forma de ocultar las fuentes.

- Mysql

Esta herramienta se analizó en el capítulo 3.4

- Javascript

- ✓ Es un software orientado al usuario.
- ✓ Permite identificar ciertas acciones del usuario con el sistema.

- Apache

Apache es un servidor web flexible, rápido y eficiente, continuamente actualizado y adaptado a los nuevos protocolos .

Ventajas

- ✓ Multiplataforma.
- ✓ Es un servidor de web conforme al protocolo HTTP.
- ✓ Modular: Puede ser adaptado a diferentes entornos y necesidades, con los diferentes módulos de apoyo que proporciona, y con la API de programación de módulos, para el desarrollo de módulos específicos.
- ✓ Basado en hebras en la versión 2.0
- ✓ Incentiva la realimentación de los usuarios, obteniendo nuevas ideas, informes de fallos y parches para la solución de los mismos.
- ✓ Se desarrolla de forma abierta.
- ✓ Extensible: gracias a ser modular se han desarrollado diversas extensiones entre las que destaca PHP, un lenguaje de programación del lado del servidor.
- ✓

Por lo que se utilizara el software PHP, Apache y Javascript para la implementación del proyecto

5.5 Diseño

A continuación se presentan los diagramas de flujo y el diagrama Entidad-Relación de la base de datos.

5.5.1 Diagramas de flujo

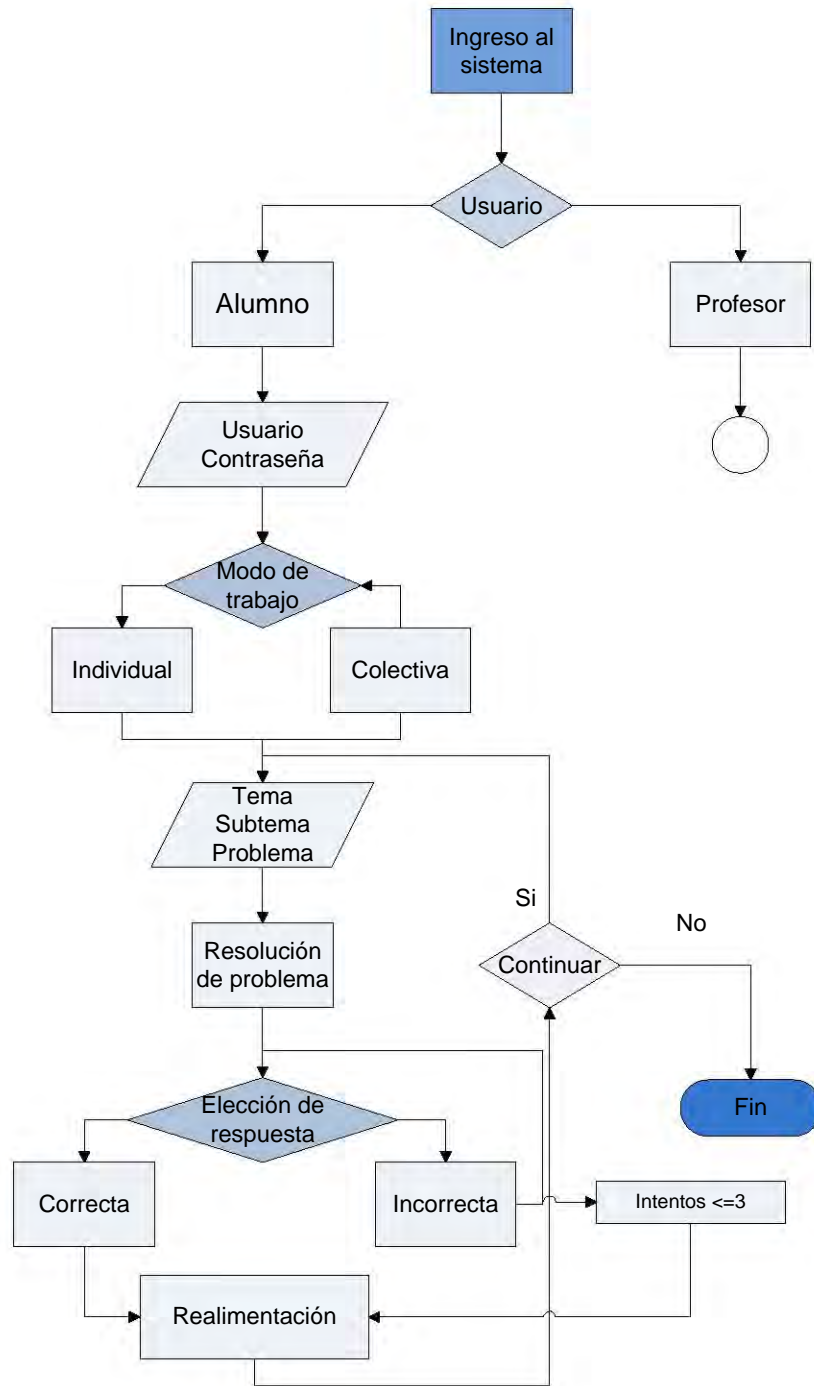


Figura 26 Diagrama de flujo del alumno

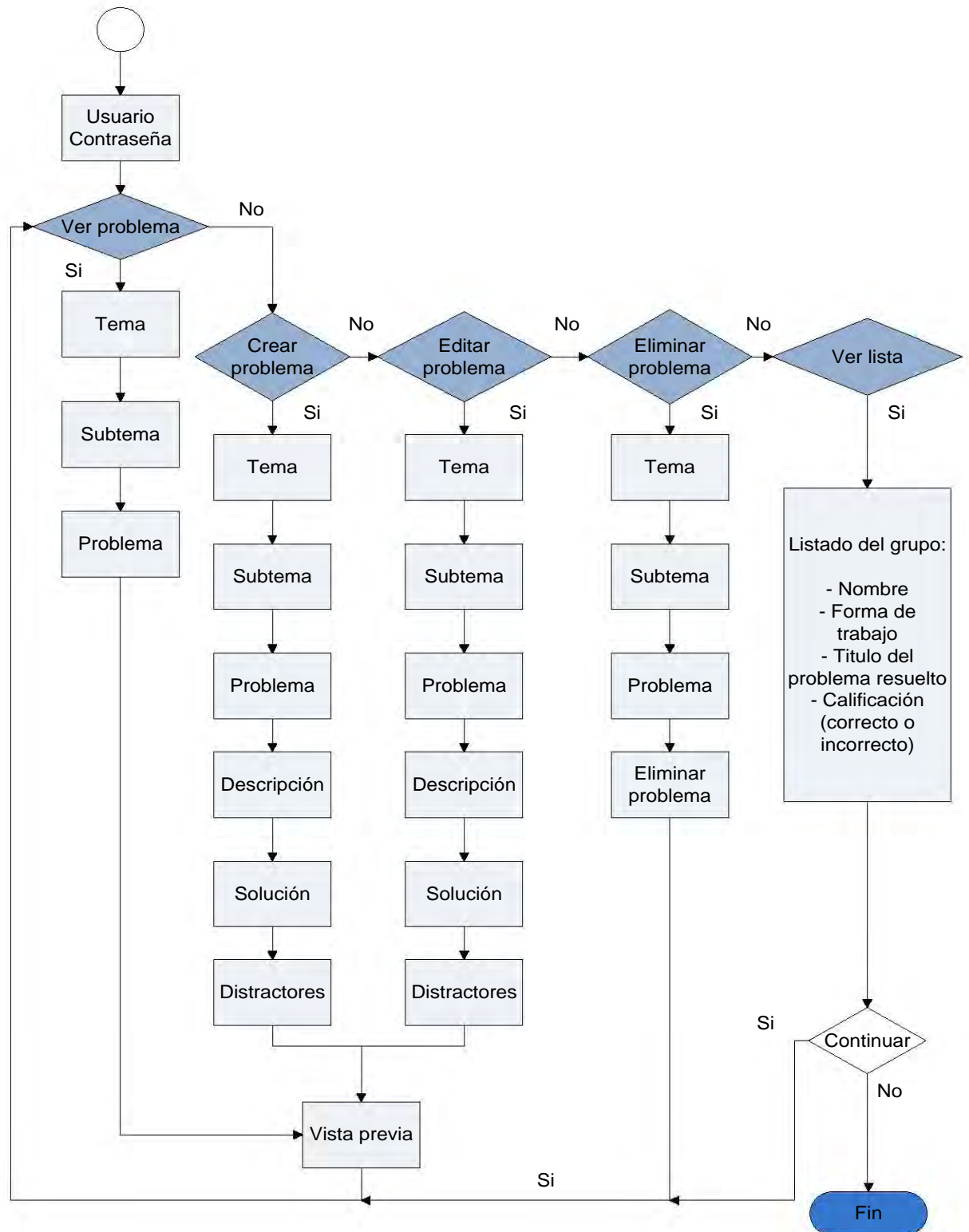


Figura 27 Diagrama de flujo del profesor

5.5.2 Diseño de la Base de datos

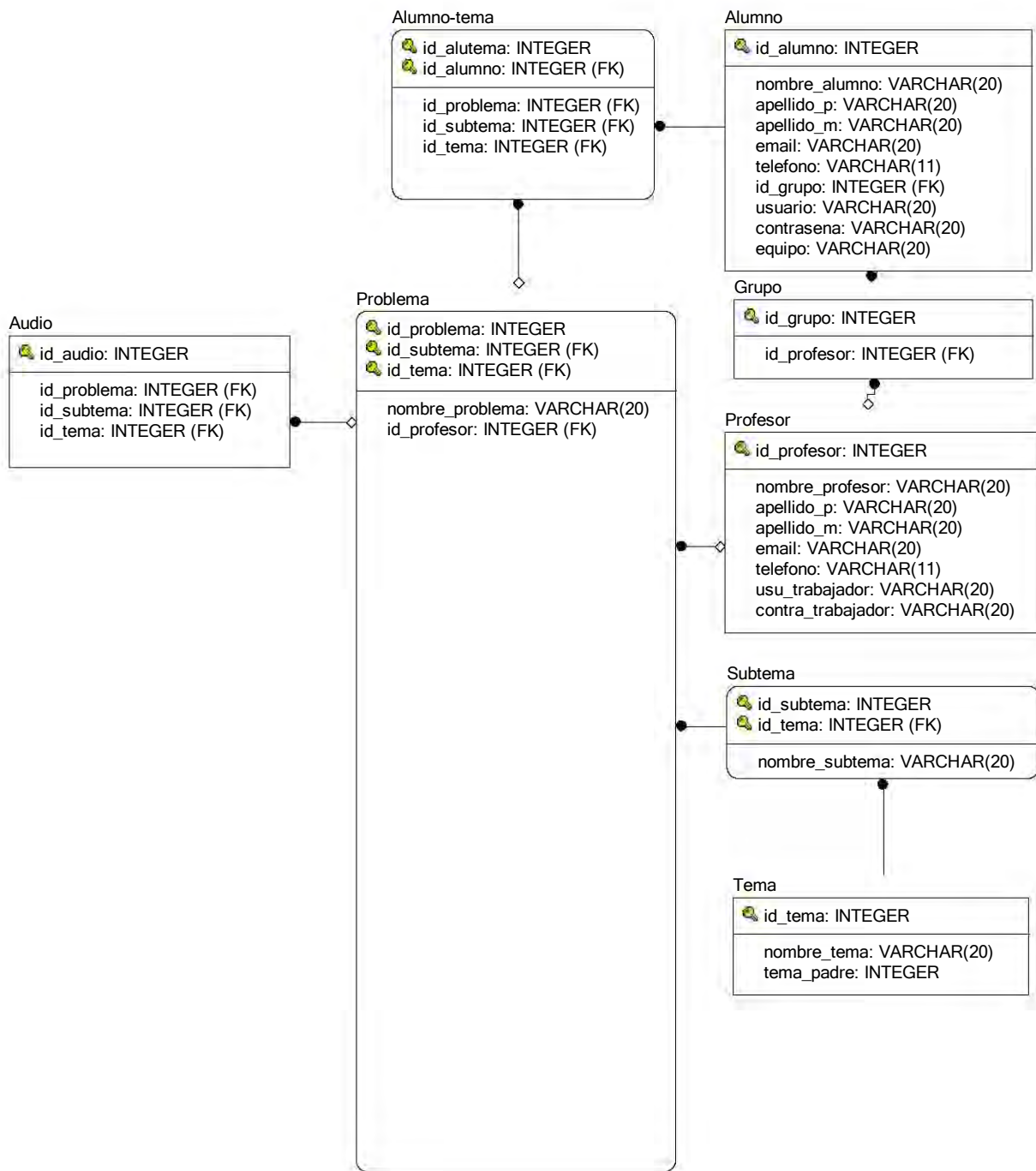


Figura 28 Diagrama Entidad-Relación

5.6 Implementación

Utilizando la metodología Extreme Programming (XP), y con ayuda las herramientas de software mencionadas se diseño y desarrollo de manera satisfactoria el Sistema para Generar Micromundos para la asignatura de álgebra. El sistema cuenta con tres módulos: el profesor, el alumno y el administrador.

- Profesor



The screenshot shows the login interface for the Professor module. At the top, there is a header with the UNAM logo and the text "Universidad Nacional Autónoma de México" and "Sistema para generar micromundos para la asignatura de álgebra". Below the header, the word "Profesor" is centered. The login form consists of two input fields: "Usuario:" and "Contraseña:", followed by an "Entrar" button.

Figura 29 Profesor

Para tener acceso al sistema, el profesor debe validarse, ingresando usuario y contraseña, para fines prácticos es el número de trabajador para ambos casos.



This screenshot shows the same login interface as Figure 29, but with the user and password fields filled. The "Usuario:" field contains the number "123456" and the "Contraseña:" field contains a masked password represented by asterisks. The "Entrar" button is still visible below the fields.

Figura 30 Iniciando sesión

Una vez que se valida la cuenta del profesor, este puede elegir una de cinco opciones a realizar:

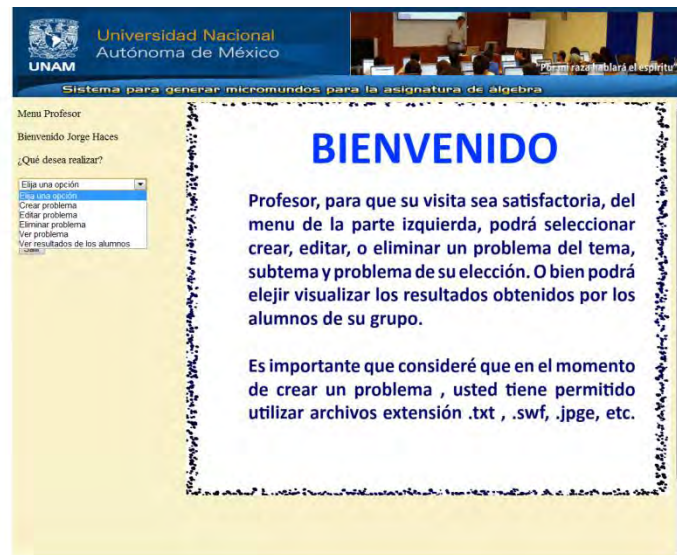


Figura 31 Menú del profesor

➤ *Crear problema*

- ✓ Aparece un formulario en que el profesor elije el tema, subtema y descripción del problema. El usuario también puede elegir el número de distractores con su respectiva realimentación.



Figura 32 Creación de un problema

- ✓ Ya seleccionado el botón crear, se muestra la vista previa del problema, con sus distractores y su respectiva realimentación.



Figura 33 Vista previa de un problema

➤ *Editar problema*

- ✓ El profesor elige el tema, subtema y nombre del problema a editar.

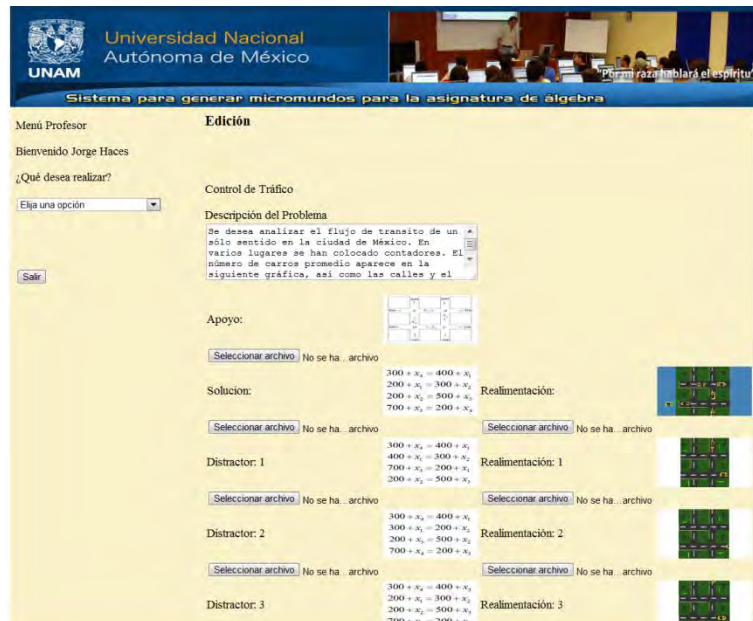


Figura 34 Edición de un problema

- ✓ Se hacen los cambios de archivos correspondientes
- ✓ Se genera la vista previa del problema editado.

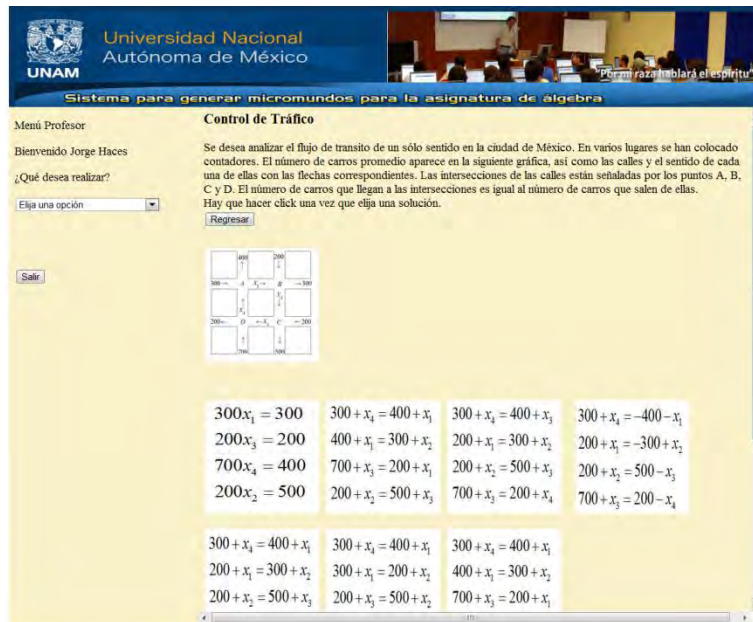


Figura 35 Vista previa de un problema

➤ *Eliminar problema*



Figura 36 Eliminación de un problema

- ✓ El profesor elige el tema, subtema y nombre del problema que eliminará.



Figura 37 Selección de un problema

- ✓ El profesor confirma su decisión de eliminar el problema.

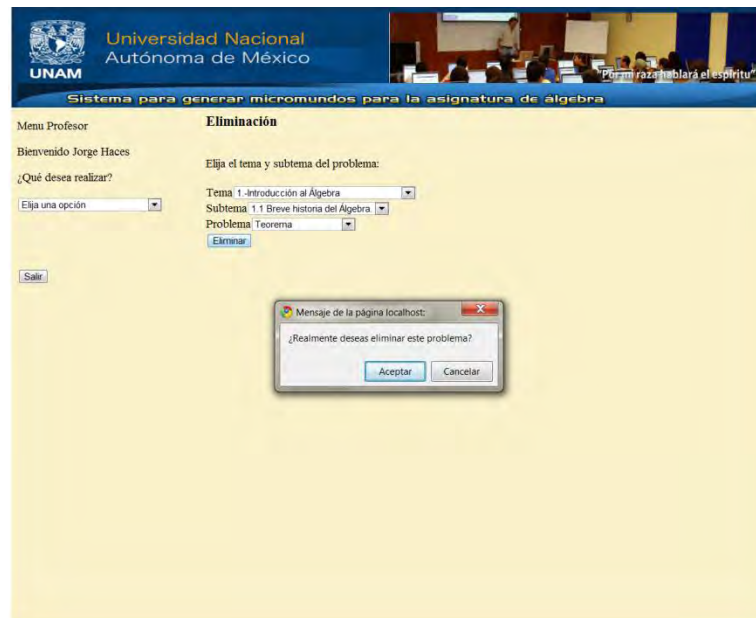


Figura 38 Confirmar la eliminación de un problema

- *Ver problema*, puede visualizar el problema de su elección, seleccionando su ubicación correcta, es decir, tema, subtema y nombre.



Figura 39 Ver un problema

- *Ver resultados de los alumnos*, el profesor puede visualizar la lista de su grupo, misma que contiene nombre del alumno, nombre del o los ejercicios resueltos, así como si trabajo de forma individual o en su defecto el número de equipo.

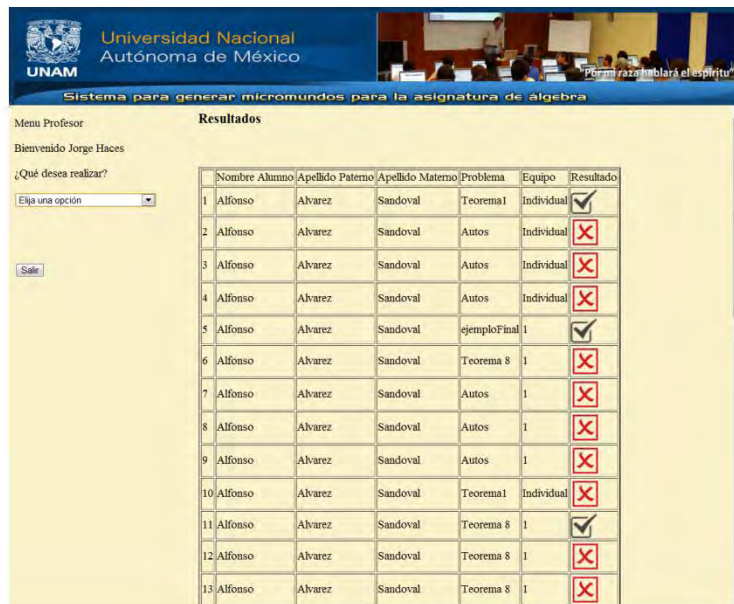


Figura 40 Resultados de los alumnos

Al finalizar cada una de las opciones que el usuario puede elegir, se muestra la pantalla del menú inicial, en la cual el usuario elije salir o en su defecto realizar otra acción.

- *Alumno*

Para tener acceso al sistema, el alumno debe validarse, ingresando usuario y contraseña, para fines prácticos es el número de cuenta, también debe seleccionar su forma de trabajo (individual o colectiva).

➤ *Trabajo individual*

El alumno elije el tema, subtema y problema que desea resolver, o bien el que su profesor le ha indicado.

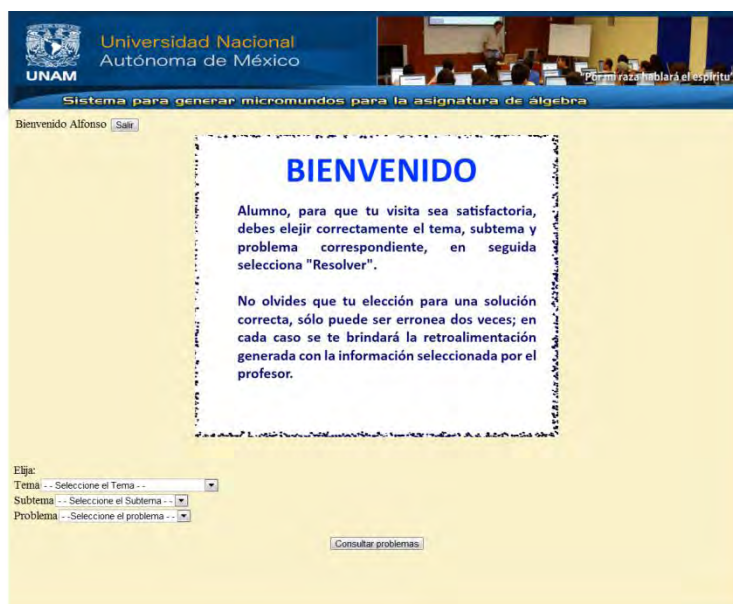


Figura 41 Menú del alumno(individual)

El alumno visualiza la descripción del problema, y las posibles soluciones.

Control de Tráfico

Se desea analizar el flujo de tránsito de un sólo sentido en la ciudad de México. En varios lugares se han colocado contadores. El número de carros promedio aparece en la siguiente gráfica, así como las calles y el sentido de cada una de ellas con las flechas correspondientes. Las intersecciones de las calles están señaladas por los puntos A, B, C y D. El número de carros que llegan a las intersecciones es igual al número de carros que salen de ellas. Hay que hacer click una vez que elija una solución.

[Regresar](#)

$300 + x_4 = -400 - x_1$	$300 + x_4 = 400 + x_1$	$300 + x_4 = 400 + x_3$	$300x_1 = 300$
$200 + x_1 = -300 + x_2$	$400 + x_1 = 300 + x_2$	$200 + x_1 = 300 + x_2$	$200x_3 = 200$
$200 + x_2 = 500 - x_3$	$700 + x_3 = 200 + x_1$	$200 + x_2 = 500 + x_3$	$700x_4 = 400$
$700 + x_3 = 200 - x_4$	$200 + x_2 = 500 + x_3$	$700 + x_3 = 200 + x_4$	$200x_2 = 500$
$300 + x_4 = 400 + x_1$	$300 + x_4 = 400 + x_1$	$300 + x_4 = 400 + x_1$	
$200 + x_1 = 300 + x_2$	$300 + x_1 = 200 + x_2$	$400 + x_1 = 300 + x_2$	
$200 + x_2 = 500 + x_3$	$200 + x_3 = 500 + x_3$	$700 + x_3 = 200 + x_1$	

Figura 41 Problema

Si la respuesta elegida es incorrecta, visualizará la realimentación correspondiente al distractor que ha seleccionado.

Control de Tráfico

Se desea analizar el flujo de tránsito de un sólo sentido en la ciudad de México. En varios lugares se han colocado contadores. El número de carros promedio aparece en la siguiente gráfica, así como las calles y el sentido de cada una de ellas con las flechas correspondientes. Las intersecciones de las calles están señaladas por los puntos A, B, C y D. El número de carros que llegan a las intersecciones es igual al número de carros que salen de ellas. Hay que hacer click una vez que elija una solución.

[Regresar](#)

$300 + x_4 = 400 + x_1$	$300 + x_4 = 400 + x_1$	$300 + x_4 = 400 + x_1$	
$200 + x_1 = 300 + x_2$	$300 + x_1 = 200 + x_2$	$400 + x_1 = 300 + x_2$	
$200 + x_2 = 500 + x_3$	$200 + x_3 = 500 + x_3$	$700 + x_3 = 200 + x_1$	

Figura 42 Respuesta incorrecta

Si la respuesta elegida es correcta, visualizará una notificación, o bien el contenido del archivo que el profesor eligió para la solución.



Figura 43 Respuesta Correcta

➤ Trabajo colectivo

El alumno elije el tema, subtema y problema que desea resolver, o bien el indicado por el profesor. Se puede visualizar en la parte izquierda de la página, los nombres de los integrantes del equipo.



Figura 44 Menú del alumno(Colectivo)

El alumno visualiza la descripción del problema, y las posibles soluciones.

Equipo: 1
Alfonso Alvarez Sandoval
Raul Sanchez Gonzalez

Control de Tráfico

Se desea analizar el flujo de tránsito de un sólo sentido en la ciudad de México. En varios lugares se han colocado contadores. El número de carros promedio aparece en la siguiente gráfica, así como las calles y el sentido de cada una de ellas con las flechas correspondientes. Las intersecciones de las calles están señaladas por los puntos A, B, C y D. El número de carros que llegan a las intersecciones es igual al número de carros que salen de ellas. Hay que hacer click una vez que elija una solución.

[Regresar](#)

400	200
300 → A	← B 300
x ₁	x ₂
← D 200	← C 300
700	500

300 + x ₁ = 300	300 + x ₁ = 400 + x ₁	300 + x ₁ = 400 + x ₃	300 + x ₁ = 400 + x ₁
200x ₃ = 200	300 + x ₁ = 200 + x ₂	200 + x ₁ = 300 + x ₂	200 + x ₁ = 300 + x ₂
700x ₄ = 400	200 + x ₂ = 500 + x ₂	200 + x ₂ = 500 + x ₃	200 + x ₂ = 500 + x ₃
200x ₂ = 500	700 + x ₁ = 200 + x ₃	700 + x ₁ = 200 + x ₄	700 + x ₁ = 200 + x ₄

300 + x ₁ = 400 + x ₁	300 + x ₁ = 400 + x ₁	300 + x ₁ = -400 - x ₁
400 + x ₁ = 300 + x ₂	400 + x ₁ = 300 + x ₂	200 + x ₁ = -300 + x ₂
700 + x ₁ = 700 + x ₁	700 + x ₁ = 200 + x ₃	700 + x ₁ = 500 + x ₃

Figura 45 Problema

Si la respuesta elegida es incorrecta, visualizará la realimentación correspondiente al distractor que ha seleccionado.

Equipo: 1
Alfonso Alvarez Sandoval
Raul Sanchez Gonzalez

Control de Tráfico

Se desea analizar el flujo de tránsito de un sólo sentido en la ciudad de México. En varios lugares se han colocado contadores. El número de carros promedio aparece en la siguiente gráfica, así como las calles y el sentido de cada una de ellas con las flechas correspondientes. Las intersecciones de las calles están señaladas por los puntos A, B, C y D. El número de carros que llegan a las intersecciones es igual al número de carros que salen de ellas. Hay que hacer click una vez que elija una solución.

[Regresar](#)

400	200
300 → A	← B 300
x ₁	x ₂
← D 200	← C 300
700	500

Figura 46 Respuesta Incorrecta

Si la respuesta elegida es correcta, visualizará una notificación, o bien el contenido del archivo que el profesor eligió para la solución.

The screenshot shows a web application interface. At the top left is the UNAM logo and the text "Universidad Nacional Autónoma de México". Below this is the title "Sistema para generar micromundos para la asignatura de álgebra". On the right side of the header is a small video player showing a classroom scene with the text "¿Por qué razón hablaré el espíritu?".

The main content area is titled "Control de Tráfico". It contains the following text:
Equipo: 1
Alfonso Alvarez Sandoval
Raul Sanchez Gonzalez

Se desea analizar el flujo de tránsito de un sólo sentido en la ciudad de México. En varios lugares se han colocado contadores. El número de carros promedio aparece en la siguiente gráfica, así como las calles y el sentido de cada una de ellas con las flechas correspondientes. Las intersecciones de las calles están señaladas por los puntos A, B, C y D. El número de carros que llegan a las intersecciones es igual al número de carros que salen de ellas. Hay que hacer click una vez que elija una solución.

Below the text is a "Regresar" button. To the left of the main diagram is a small grid of numbers representing traffic counts at various points. To the right is a diagram of a road intersection with four directions labeled A, B, C, and D. Arrows indicate the direction of traffic flow, and small car icons are placed at the intersections.

Figura 47 Respuesta Correcta

- Administrador

El administrador tiene la capacidad de dar de alta o baja a los usuarios, puede realizar cambios pertinentes del sistema. En el caso de los alumnos, este asigna el número de equipo aleatoriamente para cada uno.

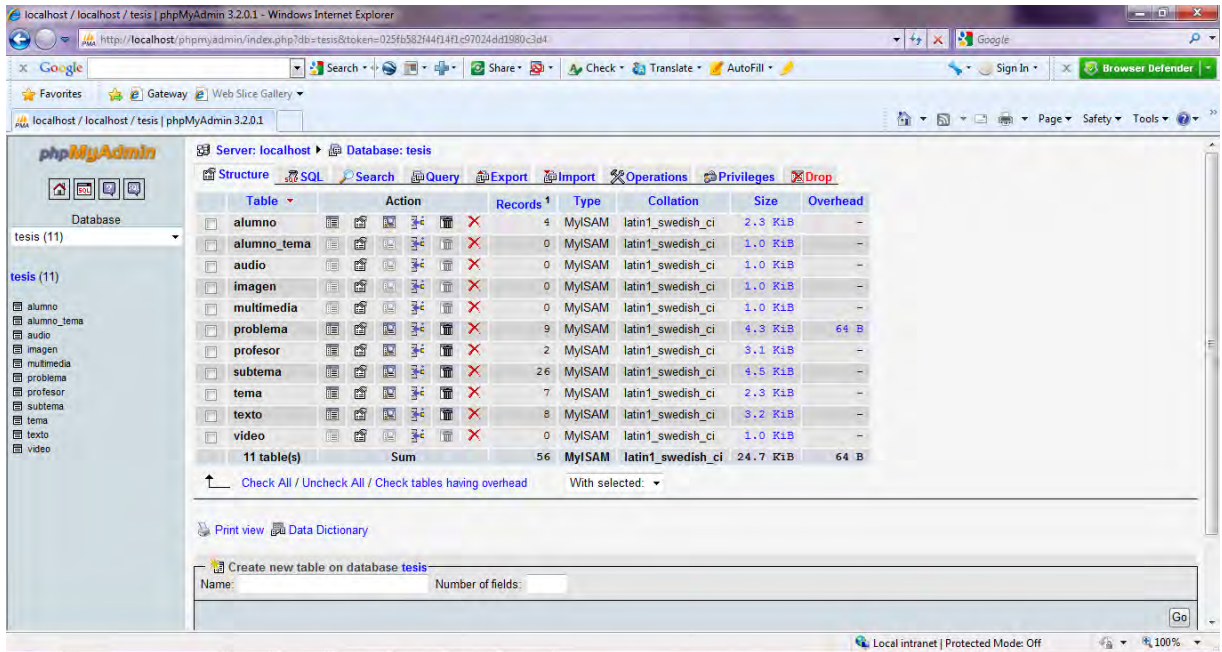
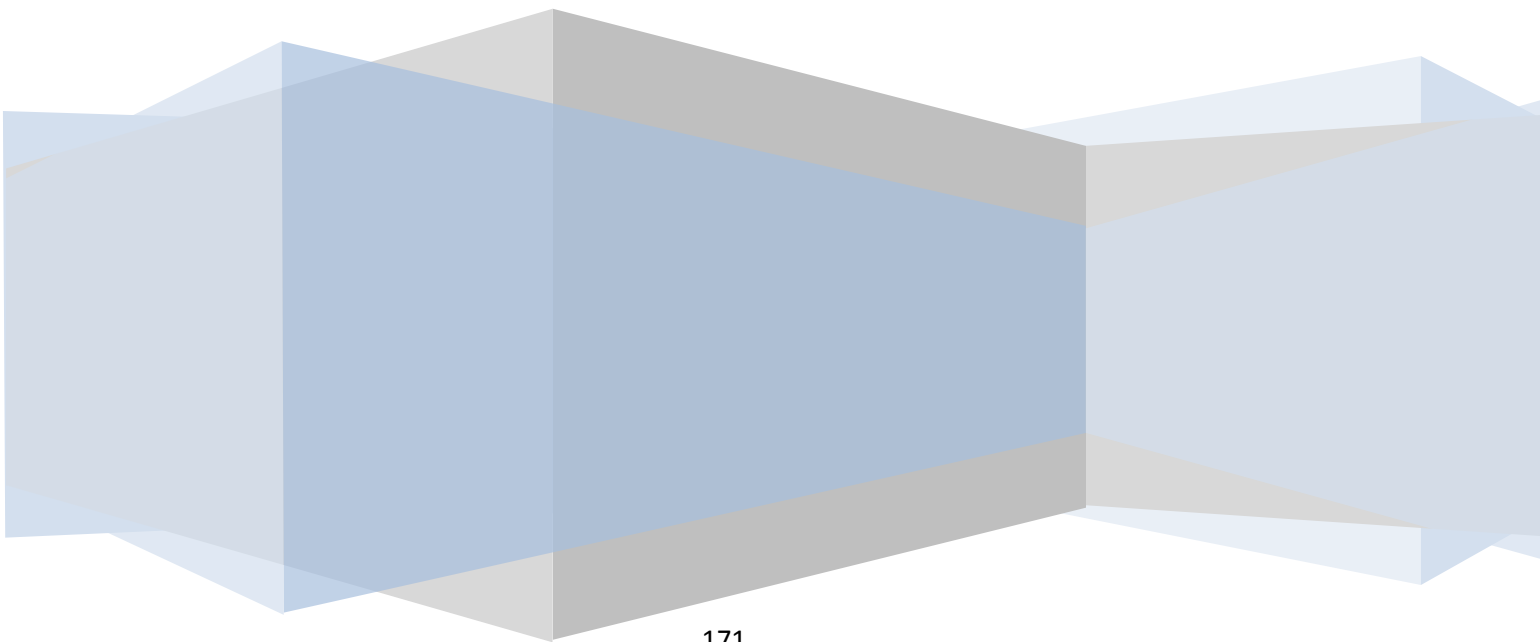


Figura 48 Administrador

CAPÍTULO 6

Pruebas y Conclusiones



CAPÍTULO 6. PRUEBAS Y CONCLUSIONES

- **Pruebas**

Para este apartado, acudimos a dos expertos, mismos que nos proporcionaron, un reactivo con su respectivo análisis de distractores.

El primer experto Ing. Jaime Érik Castañeda de Isla Puga, nos proporcionó un reactivo del tema de polinomios (adjunto en el apéndice I). La segunda experta M. en E. Rosalba Rodríguez Chávez, proporcionó un reactivo del tema sistema de ecuaciones lineales que lleva como título control de tráfico (adjunto al final del capítulo).

Del par de reactivos se eligió el de *control de tráfico* ya que este proporcionaba más elementos para desarrollar una simulación, que nos permitiera explotar las capacidades del Sistema para generar micromundos para la asignatura de Álgebra.

La prueba del sistema consistió en aplicar un ejercicio del tema Sistema de ecuaciones lineales a dos grupos de álgebra a cargo de la M. en E. Rosalba Rodríguez Chávez.

La primera aplicación, como ejercicio diagnóstico, fue a los alumnos de Álgebra del semestre 2011-1 (revisar adjuntos), la prueba consistió en proporcionar al alumno el siguiente problema, para que lo resolviera de manera individual:

Se desea analizar el flujo de tránsito de un sólo sentido en la ciudad de México. En varios lugares se han colocado contadores. El número de carros promedio aparece en la siguiente gráfica, así como las calles y el sentido de cada una de ellas con las flechas correspondientes.

Las intersecciones de las calles están señaladas por los puntos A, B, C y D.

El número de carros que llegan a las intersecciones es igual al número de carros que salen de ellas.

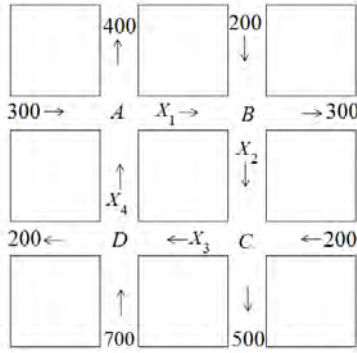


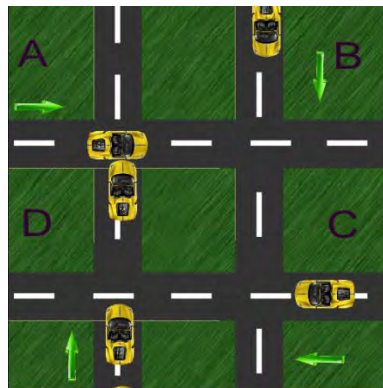
Figura 49 Diagrama del problema

Al recopilar y analizar la información brindada por la resolución del problema, se determinaron los distractores más comunes, mediante la ingeniería de conocimiento.

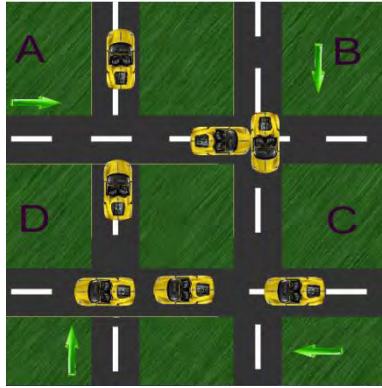
Se pudo percibir que un 20% del alumnado resolvió correctamente el problema, y el resto recae en los siete distractores detectados.

En el semestre 2011-2, se aplicó el mismo ejercicio, pero ahora implementándolo en el Sistema para Generar Micromundos. Para dicha implementación, en primera instancia la profesora proporcionó al administrador el listado de los 40 alumnos de su grupo para fin de que el administrador diera de alta a los alumnos y así mismo se organizaran los equipos. En seguida la profesora previamente dada de alta en el sistema, procedió a utilizar el sistema, creando en este el problema y auxiliándose para este caso de animaciones desarrolladas en ambiente flash para la realimentación de cada distractor.

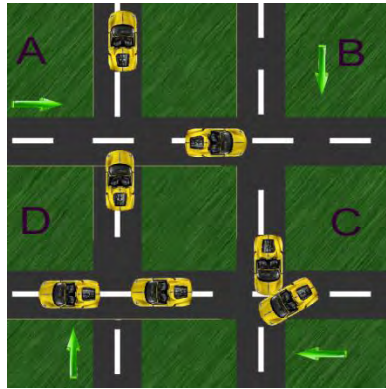
- Distractor 1: resultado erróneo en X_1



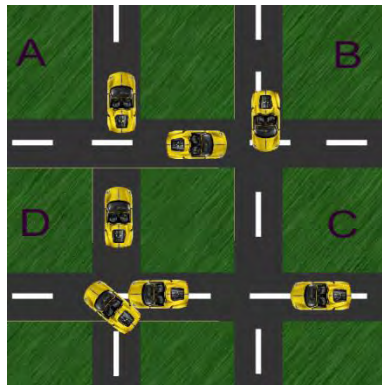
- Distractor 2: resultado erróneo en X_2



- Distractor 3: resultado erróneo en X_3



- Distractor 4: resultado erróneo en X_4



La prueba se realizó de manera satisfactoria en 8 equipos de 5 personas logrando un 25% de respuestas correctas y un 75% que recae en los distractores.

- **Conclusiones**

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación apoyan el proceso enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas. El rol del profesor es ser un facilitador de conocimientos, habilidades y actitudes, mientras el rol del alumno es detectar sus necesidades de reforzamiento, aprendizaje, nivelación de conocimientos y habilidades. Tanto profesores como estudiantes pueden colaborar en la producción y validación de materiales didácticos, entre otras actividades.

Es de fundamental importancia mencionar que el sistema de cómputo o material didáctico digital este centrado en el usuario, pues aumenta la posibilidad de usabilidad e interactividad y motivación, por lo que se recomienda que se considere también el uso de multimedia, donde se puedan realizar presentaciones atractivas para que el alumno se motive a estudiar los contenidos.

Por otro lado, es importante considerar el apoyo de la Inteligencia Artificial (Sistemas expertos) y la Ingeniería de Conocimientos para la recuperación del conocimiento de los profesores expertos en Matemáticas, con el objetivo de tener una base de conocimientos confiables que se irá incrementando con el paso del tiempo. Además de apoyar a los nuevos profesores que ingresan a impartir alguna asignatura de Matemáticas puedan retomar y aprender de las experiencias de sus antecesores.

Al contar con una base de problemas reales o ideales de la asignatura de Álgebra, los profesores podrán reutilizarlos o adecuarlos para la impartición de sus clases.

Así como el apoyo de técnicas como: ABP (Aprendizaje basado en problemas) y micromundos.

La técnica “Aprendizaje Basada en Problemas” coadyuva a tener y utilizar una metodología de resolución de problemas, la cual favorece a la formación científica de los futuros ingenieros.

La técnica de Micromundos apoya a que los usuarios puedan visualizar a través de una computadora una simulación real o ideal de un problema, entre otros. La técnica utiliza

representaciones gráficas y proporciona una realimentación casi inmediata de lo que realice el usuario con el sistema.

Ambas técnicas se utilizaron para la presentación de un problema que simula una situación ideal. Recuperando así, una técnica (ABP) para la presentación de problemas al estudiante de forma sistemática y una simulación donde se muestra una realimentación inmediata, si el estudiante elige la respuesta correcta o incorrecta a la solución del problema.

Con lo anterior, constatamos que el objetivo de esta tesis se cumplió eficazmente y que en el “Sistema para generar micromundos para la asignatura de Álgebra” apoya al proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura, además de que se pueden incorporar problemas de cualquier asignatura que desee utilizar la técnica ABP. Además de fomentar el trabajo colaborativo.

Se añade, que lo que se estudió en las teorías de aprendizaje, es importante destacar que el alumno aprende cuando ha asimilado y acomodado en su estructura cognitiva conocimientos, habilidades y actitudes, es decir aprende-aprender.

Los apoyos didácticos (recursos didácticos, materiales didácticos, entre otros) aunados con las estrategias o técnicas que se utilicen en un ambiente presencial o virtual apoyan al proceso enseñanza-aprendizaje.

Con este trabajo de tesis se hace una contribución a la investigación histórica de bases de datos e inteligencia artificial, lo cual sienta las bases para retomar futuras investigaciones históricas.

Una vez que se implemente en la red el sistema podrá apoyar a diversas asignaturas que deseen utilizar la técnica ABP y el apoyo de simulaciones reales o ideales.

Apéndice I

El número máximo de posibles raíces reales de

$$p(x) = x^7 - x^6 + x^5 + 2x^4 + 3x^3 - 8x^2 + 5x - 3$$

es

A) 7 B) 5 C) 2 D) 5, 3 o 1
E) 2 o 0

- Respuesta correcta A, es decir 7 raíces

$$p(x) = \underbrace{x^7}_1 - \underbrace{x^6}_2 + x^5 + 2x^4 + \underbrace{3x^3}_3 - \underbrace{8x^2}_4 + \underbrace{5x}_5 - 3$$

Número máximo de raíces positivas 5

$$p(-x) = -x^7 - x^6 - \underbrace{x^5}_1 + \underbrace{2x^4}_2 - 3x^3 - 8x^2 - 5x - 3$$

Número máximo de raíces negativas 2

Número máximo de raíces reales $5 + 2 = 7$
opción A.

- Distractor 1
El alumno toma como respuesta el número máximo de raíces reales positivas.
opción B

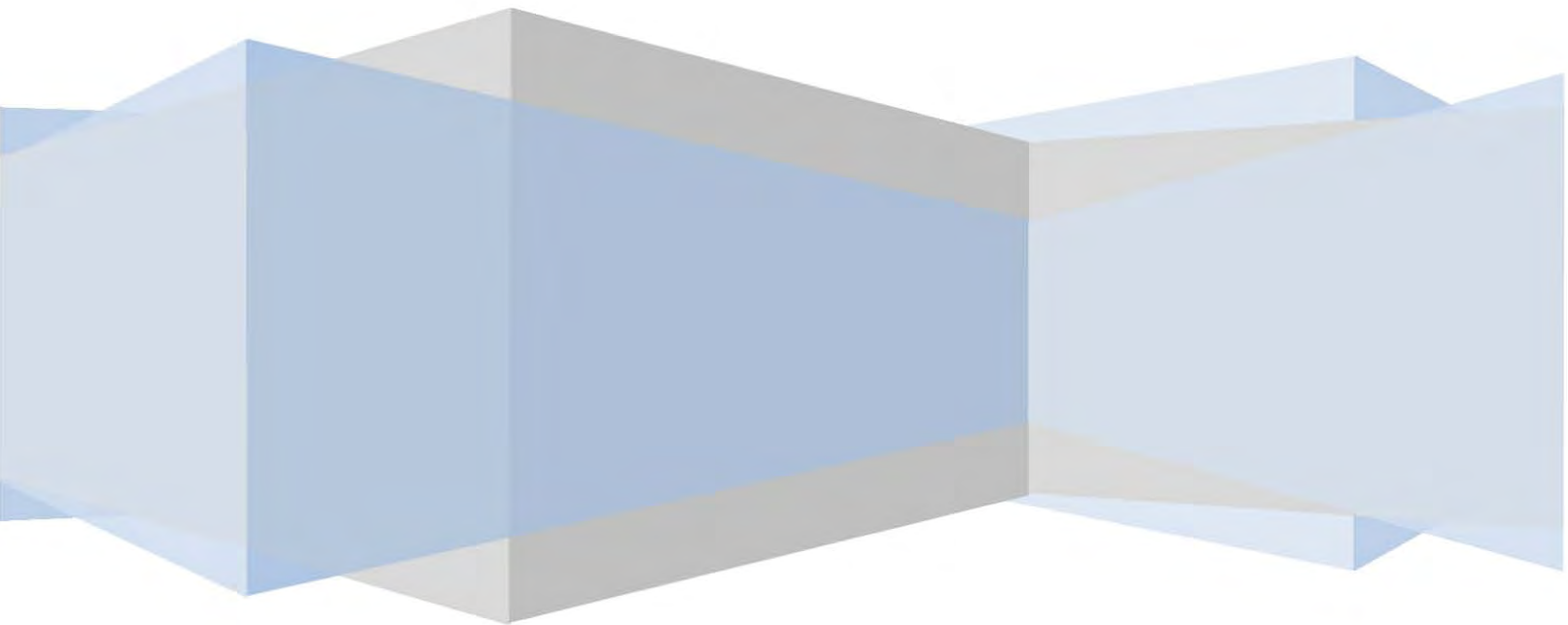
- Distractor 2
El alumno toma como respuesta el número máximo de raíces reales negativas.
opción C

- Distractor 3
El alumno toma como respuesta el número posible de raíces reales positivas.
opción D

- Distractor 4
El alumno toma como respuesta el número posible de raíces reales negativas.
opción E

Figura 26. Reactivo de Polinomios, proporcionado por el Ing. Jaime Érik Castañeda de Isla Puga.

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, A., Moctezuma, C., Carmona, K., Rodríguez, M.E. (2006). [Tesis] Sistema integral de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje en la facultad de ingeniería siaefi. México: UNAM.

Aguilar, M.E., Pérez, M., Vázquez, G., Vázquez, J.L. (2006). [Tesis] Sistema interactivo y de registro y consulta vía web. México: UNAM.

Arauz, R. M. de L. (1998). [Tesis] Sistema experto de clasificación y apoyo al diseño arquitectónico de edificios inteligentes. México: UNAM.

Arreguin, J., Pedrozo, A.I. (2006). [Tesis] Sistemas de información para la asignación de tutores en el área de tutoría para todos. México: UNAM.

Barceló, M. (2005). Inteligencia artificial. España: Editorial UOC. Consultado el 26 de mayo del 2010 en http://books.google.com.mx/books?id=GCFi-TeQmZ4C&printsec=frontcover&dq=inteligencia+artificial&hl=es&ei=k2nsS5LHBoL_8Ab8_pWHBQ&sa=X&oi=book_result&ct=book-humbnail&resnum=9&ved=0CEcQ6wEwCDge#v=onepage&q&f=false

Barco, C. (2004). Elementos de Lógica. Colombia: Universidad de Caldas. Consultado el 15 de junio de 2010 en http://books.google.com.mx/books?id=rXFob8M9oY0C&pg=PA85&lpg=PA85&dq=Elementos+de+L%C3%B3gica+por+carlos+barco+gomez&source=bl&ots=CrE0ERw7e9&sig=afBCZiIka83gspjtffZfUdOHzOs&hl=es&ei=fR8vTZHYB4LGIQfoyciOCw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CBwQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false

Bourcier, D., Casanovas, P. (2003). Inteligencia artificial y derecho. España: Editorial UOC.

Consultado el 15 de septiembre de 2010 en http://books.google.com.mx/books?id=kmjK7DJ_tJoC&printsec=frontcover&dq=inteligencia+artificial+y+derecho&hl=es&ei=RyAvTYCWO8KqlAec6cyDCw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCoQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false

Buchanan, B. (2010). Timeline: A Brief History of Artificial Intelligence. Consultado el 20 de octubre del 2010, <http://www.aaai.org/AITopics/pmwiki/pmwiki.php/AITopics/BriefHistory>

Burbano, D.(2006). Comparativa de base de datos. Quito: Autor.

Cabero, J. (1998). Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas. Universidad de Sevilla.

Castillo, T., Espeleta, V. (2003). La matemática: su enseñanza y aprendizaje. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. Consultado el 26 de febrero de 2010 en http://books.google.com.mx/books?id=od6IBC-p2cC&pg=PR1&dq=La+matem%C3%A1tica:+su+ense%C3%B1anza+y+aprendizaje&hl=es&ei=7iAvTcqFLIWKlwe53PWGCw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCUQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false

Chávez, E., Cruz, D.A. (2006). [Tesis] Sistema de generación, almacenamiento y consulta de prácticas para el departamento de álgebra. México: UNAM.

Contreras, J., Del Pino, C. (2007). Resolución de problemas y contextos matemáticos. *Revista iberoamericana de educación matemática*, 12. Consultado el 20 de febrero de

2010 en http://www.fisem.org/descargas/12/Union_012_005.pdf

Cuéllar, J., Fernández, M., Rodríguez, R.(2002). [Tesis] Guía inteligente para un tutorial de física a nivel medio superior. México: UNAM.

Dujet, C. (2007). Matemáticas para ingenieros. Mathématiques pour l'ingénieur et Sciences Humaines. Consultado el 10 de marzo del 2010, <http://www.m2real.org/>

Egido, I., Aranda, R., Cerrillo, R., De la Herrán, A., De Miguel, S., Gómez, M., Hernández, R., Izuzquiza, D., Murillo, F.J., Pérez, M. (2006). Estrategia metodológica y organizativa del currículum para la calidad de la enseñanza en los estudios de Magisterio. *Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 20 (3). Consultado el 10 de marzo de 2010 en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2484259>

Elmasri, R. (2004). *Fundamentals of Database Systems* (4to ed.). Boston: Pearson Education, Inc.

Estrada, N. (2005). [Tesis] Sistema de gestión de bases de datos y su aplicación en el control escolar. México: UNAM.

Falsetti, M., Rodríguez, M., Carnelli, G., Formica, F. (2007). Perspectiva integrada de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática: una mirada a la educación matemática. *Revista iberoamericana de educación matemática*, 9.

García, F. (2007). Taller de estrategias didácticas para la enseñanza de la biología. Red Escolar SEP- ILCE. Consultado el 20 de febrero del 2010, http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar2008/cursos_y_talleres/biologia/index_enca.htm

Godíño, J. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *Revista iberoamericana de educación matemática*, 20. Consultado el 22 marzo de 2010 en http://www.ugr.es/~jgodino/eos/JDGodino%20Union_020%202009.pdf

Gómez, M. (2007). [Tesis] Uso de parámetros biométricos. México: UNAM.

Goñi, J.M., Albertí, M., Burgos, S., Díaz, R., Domínguez, M., Fioriti, G., Gorgorió, N., Nunes, Ch., Oliveras, M.L., Planas, N., Prat, F.J., Santesteban, M., Vilella, X. (2006). Matemáticas e interculturalidad. España: Editorial GRAÓ.

Gutiérrez, N.K. (2006). [Tesis] Propuestas de aplicaciones de sistemas expertos en empresas mexicanas. México: UNAM.

Hernández, S.C. (2007). El constructivismo social como apoyo en el aprendizaje en línea. México: Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Consultado el 15 de marzo de 2010 en <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/num7/pdfs/constructivismo.pdf>

Huerta, J. A. (2009). [Tesis] Diagramación de argumentos dialógicos y derrotantes en el sistema inteligente “expertius”. México: UNAM.

Juárez, A.M., Hurtado, F. (2006). [Tesis] Sistema de planeación y seguimiento de acuerdos. México: UNAM.

Lara, L. R. (2001). El Dilema de las teorías de enseñanza-aprendizaje en el entorno virtual. España, *Revista Iberoamericana de Educación*. núm. 17. Consultado el 3 de mayo de 2010 en http://www.google.com.mx/search?hl=es&q=El+Dilema+de+las+teor%C3%ADas+de+ense%C3%B1anza-+aprendizaje+en+el+entorno+virtual&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=

Larios, V. (2005). Un micromundo para el estudio de paralelismo. *Educación matemática*. Distrito federal, México. 17(003). Consultado el 9 de mayo de 2010 en

<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/405/40517305.pdf>

Maldonado, N. I. (2007). [Tesis] Desarrollo de interfaz web para la consulta de bases de datos bibliográficos de la dgb-unam. México: UNAM.

Martínez, M., Gorgorío, N. (2004). Concepción sobre la enseñanza de la resta: un estudio en el ámbito de la formación permanente del profesorado. *Revista electrónica de investigación educativa*, 6(1). Consultado el 4 de mayo de 2010 en <http://redie.uabc.mx/contenido/vol6no1/contenido-silva.pdf>

Medrano, F. (2001). [Tesis] Inteligencia artificial en la síntesis de las redes intercambiables de calor. México: UNAM.

Moreno, I. (2007). Consideraciones para una enseñanza de calidad en Ingeniería. *Revista pedagogía universitaria*, 1.

Navarro, R. (2009). [Tesis] Teoría y conceptos de la administración de bases de datos conjuntando su aplicación basada en software libre de un sistema de seguimiento y control de errores del manejador de bases de datos sybase. México: UNAM.

Nieto, M.R. (2004). El papel de las ciencias básicas en la enseñanza de la ingeniería. Guatemala: Quetzaltenango. I Congreso de Enseñanza de la Ingeniería. Consultado en Agosto 2010 en [http://www.science.oas.org/Ministerial/Inge/ElSalvador-Dr.%20Nieto-Ponencia%20 Quetzaltenango.pdf](http://www.science.oas.org/Ministerial/Inge/ElSalvador-Dr.%20Nieto-Ponencia%20Quetzaltenango.pdf)

Olguín, H. , Ahedo, E. L. , García, U. , Hernández, V. , Mancillas, A. (2005). Outsourcing en tecnologías de información. México: UNAM

Hoyles, C. y R. Noss (1987), "Synthesizing Mathematical Conceptions and their Formalization through the Construction of a Logo-based School Mathematics Curriculum", *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, vol. 18, núm. 4, pp. 581-595. Consultado el 25 de enero de 2010 en http://pdfserve.informaworld.com/126831_908411297_746871091.pdf

Padrón, L. J. (2005). *Las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTIC) en la formación del hombre nuevo*. Universidad Médica de Villa Clara Cuba. Consultado el 10 de enero de 2010 en <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/050810093234.html>

Pech P., J. G. y Loría A., J. H.(1999). *Sistema Basado en Conocimiento para Programación de Viviendas en Serie*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Pino, R., Gómez, A., De abajo, N. (2001). *Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva*. España: Universidad de Oviedo. Consultado el 3 de marzo del 2010 en http://books.google.com.mx/books?id=RKqLMCw3IUkC&printsec=frontcover&dq=Introducci%C3%B3n+a+la+inteligencia+artificial:+sistemas+expertos,+redes+neuronales+artificiales+y+computaci%C3%B3n+evolutiva&hl=es&ei=y5cuTZnaN4KosQPukNSqCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCUQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false

Restrepo, B., (2005). *Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria*. *Red de revistas científicas, de América latina y el Caribe, España y Portugal*, 8. Consultado el 23 de febrero del 2010 en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/834/83400803.pdf>

Rodríguez, I., Villanueva, J. N. (2006). [Tesis] *Relación entre estrategias de aprendizaje, comprensión de lectura y rendimiento académico en estudiantes universitarios de primer ingreso*. México: UNAM.

Salazar, H. (1999). [Tesis] Inteligencia artificial aplicada al diseño de cimentaciones para equipo. México: UNAM.

Sánchez, J. (2004). Diseño conceptual de base de datos. California: Creative Commons. Consultado el 2 de Noviembre del 2010 en <http://www.jorgesanchez.net/bd/disenoBD.pdf>

Sánchez, R., García, A., Sánchez, J., Moreno, P., Reynoso, A. J. (2005). B- learning y teoría del aprendizaje constructivista en las disciplinas informáticas: un esquema de ejemplo a aplicar. España: Universidad de Alfonso X el Sabio. Consultado en 15 de Septiembre del 2010 en <http://www.formatex.org/micte2005/AprendizajeConstructivista.pdf>

Santillán, F. (2006). El aprendizaje basado en problemas como propuesta educativa para las disciplinas económicas y sociales apoyadas en el B- Learning. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40(2). Consultada el 10 Julio del 2010 en <http://www.rieoei.org/deloslectores/1460Santillan.pdf>

Silberschatz, A., Korth, H.F., Sudarshan, S. (2006). Fundamentos de bases de datos. (5ta. Ed.). España: McGraw-Hill.

Smarter Software Solutions. (2002). History. Consultado el 10 de octubre del 2010, http://www.stottlerhenke.com/ai_general/history.htm

Vázquez, A. (2009). [Tesis] Sistema Experto para la interpretación Mamográfica. México: UNAM.

Zampayo, C. F. (2004). [Tesis] Técnicas y métodos para la representación y manipulación del conocimiento en ciencias computacionales. México: UNAM.