



Mi Universidad

LIBRO

Inteligencia Artificial

Licenciatura en Ingeniería en sistemas computacionales

Noveno Cuatrimestre

Mayo - Agosto

Marco Estratégico de Referencia

Antecedentes históricos

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1979 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor Manuel Albores Salazar con la idea de traer educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tardes.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en julio de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró en la docencia en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de cobranza en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta Educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de Educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzitol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

Misión

Satisfacer la necesidad de Educación que promueva el espíritu emprendedor, aplicando altos estándares de calidad académica, que propicien el desarrollo de nuestros alumnos, Profesores, colaboradores y la sociedad, a través de la incorporación de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Visión

Ser la mejor oferta académica en cada región de influencia, y a través de nuestra plataforma virtual tener una cobertura global, con un crecimiento sostenible y las ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

Valores

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

Escudo



El escudo del Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

Eslogan

“Mi Universidad”

ALBORES



Es nuestra mascota, un Jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen.

Inteligencia Artificial

Objetivo de la materia:

Analizar el uso de sistemas inteligentes y expertos que sirvan de apoyo para la toma de decisiones en las organizaciones.

Criterios de evaluación:

No	Concepto	Porcentaje
1	Trabajos Escritos	10%
2	Actividades Áulicas	20%
3	Trabajos en plataforma educativa	20%
4	Examen	50%
Total de Criterios de evaluación		100%

INDICE

UNIDAD I

INTRODUCCIÓN

- 1.1.- Definición.
- 1.2.- Áreas de aplicación.
- 1.3.- Métodos inteligentes.
- 1.4.- Redes semánticas, frames y scripts.
- 1.5.- Inteligencia distribuida.
- 1.6.- Aplicaciones.

UNIDAD II

PRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO MEDIANTE EL CÁLCULO S DE PREDICADOS

- 2.1.- Elementos básicos.
- 2.2.- Representación e interpretación.
- 2.3.- Unificación.
- 2.4.- Formas estándar.
- 2.5.- Cláusulas de Hom.
- 2.6.- Resolución.

UNIDAD III

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

- 3.1.- Representación de problemas como sistemas de producción.
- 3.2.- Mecanismos de inferencia.
- 3.3.- Resolución de conflictos.
- 3.4.- Mecanismos de explicación.
- 3.5.- Búsquedas.
- 3.6.- Representación de espacios de estado.
- 3.7.- Búsqueda en profundidad y a lo ancho.
- 3.8.- Hill- climbing, best- first, beam search.

UNIDAD IV

INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN LÓGICA

- 4.1.- Introducción a la programación lógica.
- 4.2.- Mecanismos básicos.
- 4.3.- Estructura de un programa.
- 4.4.- Objetos compuestos.
- 4.5.- Recursividad.
- 4.6.- Juegos mini-max.
- 4.7.- Poda alfa- beta.

UNIDAD I

INTRODUCCIÓN

1.1.- Definición.

Sabemos que una de las características de los seres vivos es la inteligencia, y sabemos que todos tienen una capacidad o grado distinto de inteligencia, que depende de factores biológicos, psicológicos y de desarrollo mental.....Todos sabemos esto, pero; que entendemos realmente por ¿INTELIGENCIA?:

A continuación revisemos algunos conceptos generales sobre inteligencia:

- Inteligencia es la aptitud de crear relaciones. Esta creación puede darse de manera puramente sensorial, como en la inteligencia animal; también puede darse de manera intelectual, como en el ser humano, que pone en juego el lenguaje y los conceptos.
- Inteligencia, también se la puede concepcionar como la habilidad para adquirir, comprender y aplicar conocimiento; o como la aptitud para recordar, pensar y razonar.
- Inteligencia, podemos también decir que es la capacidad para solucionar problemas lo cual requiere de conocimiento y relaciones.

Como podemos observar, los conceptos de inteligencia son relativos y variables pero en general están relacionados a la capacidad de crear relaciones y generar conocimiento para aplicarlos en la solución de problemas; está tácitamente demostrado que inteligencia y conocimiento son conceptos íntimamente ligados.

Finalmente podemos decir que el concepto de inteligencia es variable dependiendo del tipo de investigador; es decir los conceptos de inteligencia de un psicólogo, un antropólogo, un abogado u otro profesional pueden ser distintos y válidos para sus respectivas áreas.

1.2.- Áreas de aplicación.

Como revisamos previamente, tenemos varios conceptos de inteligencia; a partir de eso que entendemos por inteligencia artificial o inteligencia creada:

Una buena definición de IA es algo elusiva y controversial, fundamentalmente porque la inteligencia humana no está completamente entendida. Cada libro de texto en IA propone una definición que enfatiza las diferentes perspectivas que, cada autor cree, encierra el campo. A continuación se transcriben algunas de ellas:

Según Jhon Durkin: "Es un campo de estudio en la ciencia computacional que busca el propósito de hacer que una computadora razone de una manera similar a los humanos"

Para Daniel Cohen la Inteligencia Artificial se define como: "Ciencia que estudia de manera sistemática el comportamiento inteligente, con el fin de imitar o simular las actividades humanas mediante la creación y utilización de máquinas y computadoras. Estas actividades humanas podrán incluir: razonamiento, aprendizaje, capacidades mecánicas, capacidades sensoriales, etc."

Según el autor Juan Pablo Sánchez la Inteligencia Artificial es la "Ciencia que trata de la comprensión de la inteligencia y diseño de máquinas inteligentes; es decir el estudio y simulación de las actividades intelectuales del hombre."

Para el Dr. Peruano Nicolás Kemper Valverde del Laboratorio de Sistemas Inteligentes de la UNAM(Universidad Autónoma de México) la IA: " Es una Rama de las Ciencias Computacionales que estudia la conducta o también llamado Comportamiento Inteligente, con el fin de emularlo o simularlo a través de una computadora"

Otras definiciones variadas se describen a continuación:

La IA es una rama de la ciencia de computación que comprende el estudio y creación de sistemas computarizados que manifiestan cierta forma de inteligencia: sistemas que aprenden nuevos conceptos y tareas, sistemas que pueden razonar y derivar conclusiones útiles acerca del mundo que nos rodea, sistemas que pueden comprender un lenguaje natural o percibir y comprender una escena visual, y sistemas que realizan otro tipo de actividades que requieren de inteligencia humana.

La IA es una ciencia que trata de la comprensión de la inteligencia y del diseño de máquinas inteligentes, es decir, el estudio y la simulación de las actividades intelectuales del hombre (manipulación, razonamiento, percepción, aprendizaje, creación).

La IA es el estudio de las computaciones que permiten percibir, razonar y actuar.

La IA es un campo de estudio que busca explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales.

La IA estudia las representaciones y procedimientos que automáticamente resuelven problemas usualmente resueltos por humanos

Disciplina dedicada a desarrollar y aplicar enfoques computacionales al comportamiento inteligente.

A pesar de la diversidad de conceptos propuestos para la IA, en general todos coinciden en que la IA trata de alcanzar inteligencia a través de la computación. Nosotros podemos resumir que:

“Inteligencia Artificial es el estudio de la inteligencia humana para comprenderla y crear maquinas que puedan simular/ imitar de manera real las habilidades y capacidades del ser humano”

Es importante culminar esta parte mencionando los dos propósitos que tiene la IA y que resume claramente Jhon Durkin: “El propósito de la IA es hacer a las computadoras mas útiles para los humanos. Esto puede lograrse produciendo programas de computadora que asistan a los humanos en sus decisiones, búsqueda inteligente de información o simplemente interfaces de comunicación el lenguaje natural. Un segundo propósito de la IA, pero de igual importancia que el anterior, es mejorar el entendimiento de la inteligencia humana. Construir una computadora inteligente requiere que entendamos como los humanos capturan, organizan y usan el conocimiento durante la solución de sus problemas”.

Analizando el párrafo también podemos nosotros afirmar que la IA cumple:

-Como ingeniería, el objetivo de la IA es resolver problemas reales, actuando como un conjunto de ideas acerca de cómo representar y utilizar el conocimiento, y de cómo desarrollar sistemas informáticos.

-Como ciencia, el objetivo de la IA es buscar la explicación de diversas clases de inteligencia, a través de la representación del conocimiento y de la aplicación que se da a éste en los sistemas informáticos desarrollados.

Para usar la IA se requiere una comprensión básica de la forma en que se puede representar el conocimiento y de los métodos que pueden utilizar o manipular ese conocimiento.

1.3.- Métodos inteligentes.

La Inteligencia Artificial se divide en campos de estudio los cuales Cohen resume en el siguiente esquema:

SIMULACION SENSORIAL

Área de la IA que a través de las computadoras persigue la imitación de las capacidades o habilidades sensoriales humanas tales como vista, oído, habla y tacto. Lo anterior incluye visión computacional, procesamiento de imágenes y reconocimiento de escenas.

ROBOTICA

Estudia la imitación del movimiento humano a través de robots, los cuales son creados con el fin de apoyar procesos mecánicos repetitivos que requieren gran precisión. Algunos procesos pueden ser: pintura y acabados, movimiento de materiales, reconocimiento de defectos, etc.

LENGUAJES NATURALES

Se enfoca en el diseño y desarrollo de software capaz de aceptar, interpretar y ejecutar instrucciones dadas por los usuarios en su lenguaje nativo.

SISTEMAS EXPERTOS, SISTEMAS BASADOS EN CONOCIMIENTO O SISTEMAS CON BASE DE CONOCIMIENTOS.

Permiten cargar bases de conocimientos integradas por una serie de reglas de sentido común o conocimiento heurístico; es decir conocimiento basados u obtenidos a través de la experiencia de un especialista o experto dentro de un dominio específico del saber. Una vez cargada esta base de conocimientos múltiples usuarios la pueden usar para consulta, apoyo a la toma de decisiones, capacitación, etc.

REDES NEURONALES

Área de la Inteligencia Artificial que trata de simular el comportamiento biológico de las neuronas del cerebro humano en la resolución de problemas. Principalmente, se usa en el campo de los pronósticos.

ALGORITMOS GENETICOS

Algoritmos basados en principios de GENETICA como herencia, mejoramiento de especies los cuales tratan de encontrar soluciones mejores a los problemas.

Con todo lo anterior, los campos diversos de la IA pueden comprender:

Aprendizaje:

- ✓ Captación automática de conocimientos.

Razonamiento:

- ✓ Sistemas basados en conocimientos o sistemas expertos.
- ✓ Bases de datos inteligentes.
- ✓ Prueba de teoremas y juegos.
- ✓ Redes Neuronales.
- ✓ Algoritmos Genéticos.

Percepción:

- ✓ Comprensión de lenguaje natural.
- ✓ Interpretación de escenas visuales (Visión por computadora).

Locomoción y Manipulación:

- ✓ Realizar procesos mecánicos y tareas manuales (Robótica).

Algunas de las tareas que estos sistemas realizan en el campo de la IA son:

Tareas generales

- ✓ Percepción: Visión, Fonemas.
- ✓ Lenguaje Natural: Comprensión, generación y traducción.
- ✓ Razonamiento de sentido común.
- ✓ Control de robots.

Tareas formales

- ✓ Juegos: Ajedrez, Damas.
- ✓ Matemáticas: Geometría, Lógica, Cálculo Integral.

Tareas expertas

- ✓ Ingeniería: Diseño, Localización de fallas, Planeamiento.
- ✓ Análisis Científico.
- ✓ Diagnóstico Médico.
- ✓ Análisis Financiero.

1.4.- Redes semánticas, frames y scripts.

En general se puede considerar que las áreas de aplicación son múltiples y en casi cualquier área del saber humano se puede utilizar la IA. Además las ramas de la IA se pueden utilizar simultáneamente para resolver problemas específicos. Por ejm a un robot se le puede insertar un sistema experto para exploración de pozos petrolíferos y reducir el riesgo de pérdidas humanas

- ✚ En la agricultura, controlar plagas y manejar cultivos en forma más eficiente.
- ✚ En las fábricas, realizar montajes peligrosos y actividades tediosas (labores de inspección y mantenimiento).
- ✚ En la medicina, ayudar a los médicos a hacer diagnósticos, supervisar la condición de los pacientes, administrar tratamientos y preparar estudios estadísticos.
- ✚ En el trabajo doméstico, brindar asesoría acerca de dietas, compras, supervisión y gestión de consumo energético y seguridad del hogar.
- ✚ En las escuelas, apoyar la formación de los estudiantes, especialmente en aquellas materias consideradas complejas.
- ✚ Ayudar a los expertos a resolver difíciles problemas de análisis o a diseñar nuevos dispositivos.
- ✚ Aprender de los ejemplos para explorar bases de datos en busca de regularidades explotables.
- ✚ Proporcionar respuestas a preguntas en lenguaje natural usando datos estructurados y texto libre

1.5.- Inteligencia distribuida.

- Un sistema distribuido es un conjunto de sistemas computacionales que se comunican a través de una red
- Los diferentes sistemas que los componen interactúan entre ellos para conseguir un objetivo (común)
- La tarea a realizar no tiene por qué involucrar inteligencia o replicar mecanismos cognitivos complejos
- La inteligencia artificial distribuida es la parte de la IA que aporta soluciones a la construcción de sistemas distribuidos complejos
- Una forma de repartir la carga de trabajo entre un conjunto de computadores
- Una manera de ahorrar recursos
- Una posible manera de mejorar la eficiencia del hardware
- Un sistema distribuido aparece como una sola unidad desde el exterior
- Es escalable, se pueden añadir nuevos componentes y nuevas capacidades
- Permiten coordinar sistemas que están separados físicamente

- Permiten ser tolerante a fallos (los componentes pueden ser reemplazados) ECSDI - Curso 2018/2019 - FIB 14/26 Sistemas Distribuidos - Dificultades
- Heterogeneidad, los componentes computaciones hardware y software pueden ser muy diferentes • Es difícil gestionar fallos múltiples
- Seguridad, hay múltiples puntos de entrada
- Fiabilidad, depende de la fiabilidad de la red de conexión
- Latencia, la comunicación introduce retrasos y bloqueos
- Complejidad de diseño

1.6.- Aplicaciones.

(INVESTIGACION POR PARTE DEL ALUMNO)

UNIDAD II

PRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO MEDIANTE EL CÁLCULO S DE PREDICADOS

2.1.- Elementos básicos.

Antes de definir el término SISTEMA EXPERTO es necesario recordar que en capítulo anterior identificamos que la inteligencia artificial ligaba íntimamente los términos inteligencia y conocimiento; también mencionamos que la cantidad de conocimientos es lo que otorgaba, en gran parte, el nivel de inteligencia de los seres vivos. Entonces es necesario e indispensable reconocer.....¿QUE ES EL CONOCIMIENTO?

Existen corrientes filosóficas, ciencias como la gnoseología y muchos científicos que se encarga de estudiar las fuentes, tipos y formas de adquirir conocimiento. Nosotros no entraremos a descubrir ni tratar estos temas a fondo, nos concentraremos en aspectos prácticos que nos ayuden a comprender términos muy relacionados como: DATO, INFORMACION, CONOCIMIENTO para ver su aplicación en la vida diaria. DATO

DATO

Piense en una fecha, un número, un nombre cualquiera.....¿Ud. cree que es un dato?..Efectivamente, de la forma más simple podemos decir que un dato es un hecho, que individualmente carece de valor para una persona. Por ejemplo el número 7 carece de valor individualmente, la fecha de cumpleaños del Presidente de la República del Perú; carecen de valor porque individualmente no significa nada para un tomador de decisiones frente a un problema, pues no generan acciones concretas.

INFORMACIÓN

El concepto de información nace cuando un dato o conjunto de datos es de utilidad para un tomador de decisiones, es decir cuando los datos son interpretados y útiles para una persona. Por ejemplo, el color rojo en un semáforo constituye una información ya que tiene una interpretación objetiva y universal para un grupo de personas-los automovilistas- y les sirve como apoyo para tomar una decisión: en este caso detener el automóvil. Otro ejemplo sería la fecha de cumpleaños de un familiar ya que llevaría a una persona a tomar una acción como comprarle un regalo, darle una serenata, etc., es claro que un dato se convierte en información cuando le es útil a una persona o tomador de decisiones. En el caso de una empresa, las utilidades, ganancias o pérdidas de una empresa serían información para los ejecutivos o la alta dirección para tomar decisiones y generar cursos de acción.

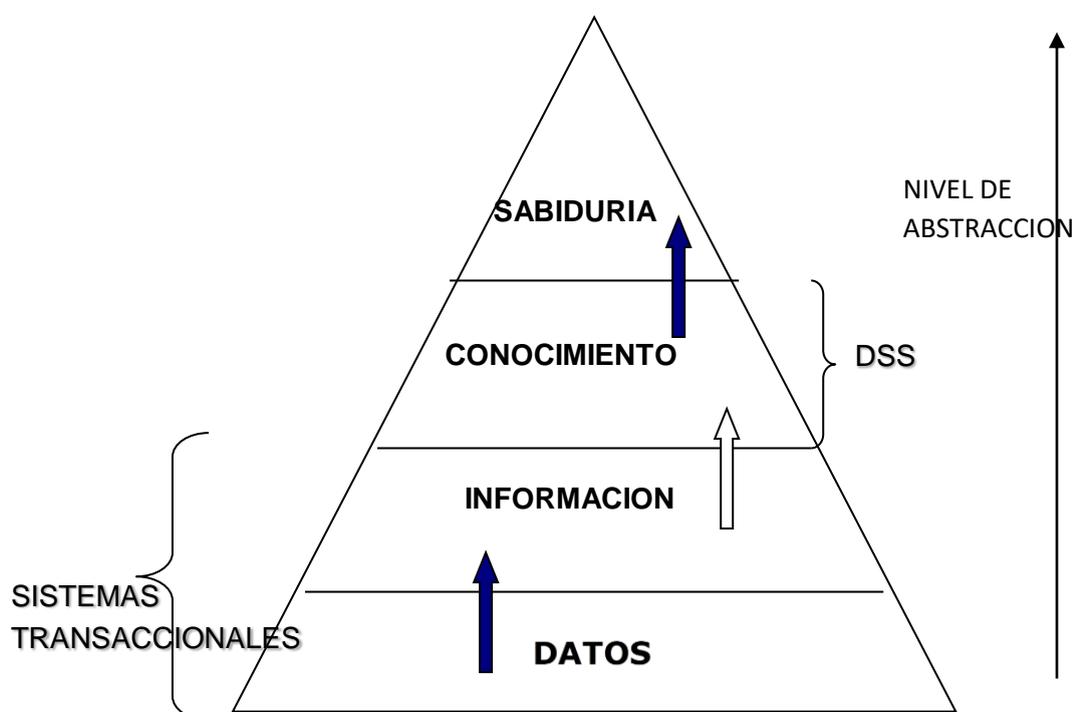
CONOCIMIENTO

El conocimiento, en contraste con los conceptos de datos e información, *sugiere alternativas de acción o guías de actuación específicas asociadas a la información*. Aquí podemos definir al conocimiento como el conjunto de reglas, hechos, verdades, razones y los datos heurísticos recopilados por expertos, que han resultado y resultan útiles en la resolución de problemas. Por ejemplo, el sueldo mensual de un cliente del Banco de Crédito le permitirá al analista de créditos de dicho banco determinar el monto hasta el cual se le puede dar un préstamo al cliente y un curso de acción correspondiente como el siguiente:

Si el sueldo mensual de un cliente es menor o igual a sl. 1000.00 entonces el monto del préstamo puede ser hasta sl. 3500.00 a una tasa de interés del 3% efectiva mensual.

Como se puede apreciar en el ejemplo anterior la información sirve para el tomador de decisiones, en este caso el analista de créditos, el curso o acción a seguir de acuerdo al conocimiento del experto, políticas y reglas de la empresa. Cabe señalar que las acciones dependen exclusivamente del conocimiento de los expertos que se adquieren por la experiencia y por reglas de “sentido común”.

Para finalizar esta parte vamos a representar todo lo aquí mencionado para que se vea las relaciones existentes en la llamada *PIRAMIDE DEL CONOCIMIENTO*:



2.2.- Representación e interpretación.

Sabemos que el campo de Sistemas Expertos es un área de la Inteligencia Artificial y a menudo también se le llaman Sistemas Basados en Conocimiento, Sistemas con Base de Conocimientos o Sistemas Inteligentes. Existen varias definiciones sobre Sistemas Expertos los cuales se mencionan a continuación:

La primera definición fue la de Edward Feigenbaum, considerado como el padre de los Sistemas Expertos y mencionaba que eran: “Un programa de computador inteligente que usa el conocimiento y procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para su resolución.” [INTER 03]

Para Jhon Durkin un Sistema Experto es “un programa de computadora diseñado para modelar la habilidad de resolver problemas de un humano experto”. [01]

Daniel Cohen afirma que “es un sistema computacional interactivo que permite la creación de bases de conocimiento, las cuales una vez cargadas responden a preguntas, despejan dudas y sugieren cursos de acción emulando/simulando el proceso de razonamiento de un experto para resolver problemas en un área específica del conocimiento humano”. [02]

Según Juan Pablo Sánchez un sistema experto “es un conjunto de programas de ordenador que son capaces, mediante la aplicación de conocimientos, de resolver problemas en un área determinada del conocimiento o saber y que ordinariamente requerían de la inteligencia humana, lo que reemplaza a un experto humano”. [03]

Para el Dr. Nicolás Kemper Valverde un Sistema Inteligente (como el llama a un sistema experto): “Es una herramienta informática con pericia y habilidad en la solución de problemas. Esto es un sistema que posee (1) conocimientos y experticia humana suficientes acerca de un dominio particular que le permite comprender los problemas que ocurran dentro de dicho dominio y (2) estrategias de análisis: métodos de razonamiento y/o aprendizaje para manipular este conocimiento y resolver tales problemas en la misma forma en que lo haría el experto humano (gerente, ingeniero, operador, etc)”

Otra concepción los define como “**un sistema computarizado capaz de resolver problemas en el dominio en el cual posee conocimiento específico**” [INTER 01]

Una fuente especialista en Sistemas Expertos es la British Computer Society que los conceptualiza como “la incorporación en un ordenador de un componente basado en el conocimiento que se obtiene a partir de la habilidad de un experto, de forma tal que el sistema pueda dar consejos inteligentes o tomar decisiones inteligentes. Una característica

adicional, es que el sistema sea capaz, bajo demanda, de justificar su propia línea de razonamiento de una forma inmediatamente inteligible para el que los usa” [INTER 02]

Como se puede notar las principales fuentes coinciden en las definiciones lo que se puede resumir en que “Un sistema experto es un programa de computadora que tiene la capacidad de resolver problemas, *simulando el razonamiento y el conocimiento de un experto humano, dentro del dominio de un área específica del conocimiento humano y que puede proporcionar respuestas justificadas sobre el curso de sus acciones*”

2.3.- Unificación.

No vamos a describir toda su historia ni todos los sistemas expertos existentes porque no terminaríamos de nombrarlos, solo vamos a describir los principales que dieron inicio a esta tecnología que apareció en el siglo XX y que en este siglo se ha convertido en una de las tendencias con mayor futuro:

DENDRAL

- ✓ Muchos lo consideran el primer Sistema Experto.
- ✓ Desarrollado en la Universidad de Stanford a mediados de los años setenta.
- ✓ Su propósito consiste en ayudar a los profesionales en química a identificar la estructura molecular de las sustancias desconocidas.
- ✓ Empleando los datos que se obtiene con un espectrómetro de masas, las mediciones de resonancia magnética nuclear y los datos de laboratorio DENDRAL puede identificar con rapidez y seguridad la estructura de un compuesto[1]*

MYCIN

- ✓ Desarrollado en la Universidad de Stanford en 1972, inicialmente por Edward Feingebaum y posteriormente culminado por sus colaboradores.
- ✓ Su objetivo consiste en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades infecciosas de la sangre.

- ✓ Emplea reglas de producción y métodos de inferencia con encadenamiento regresivo.
- ✓ Introduce el concepto de factor de certeza, permitiendo el razonamiento con incertidumbre.
- ✓ Este sistema introdujo nuevas características: utilización de conocimiento impreciso para razonar y posibilidad de explicar el proceso de razonamiento. Lo más importante es que funcionaba de manera correcta, dando conclusiones análogas a las que un ser humano daría tras largos años de experiencia. En MYCIN aparecen claramente diferenciados *motor de inferencia* y *base de conocimientos*. Al separar esas dos partes, se puede considerar el motor de inferencias aisladamente. Esto da como resultado un sistema vacío o *shell* (caparazón). Así surgió EMYCIN (MYCIN Esencial) con el que se construyó SACON, utilizado para estructuras de ingeniería, PUFF para estudiar la función pulmonar y GUIDON para elegir tratamientos terapéuticos [INTER 03]
- ✓ El sistema MYCIN, al ser consultado por el médico, solicita primero datos generales sobre el paciente: nombre, edad, síntomas, etc. Una vez conocida esta información por parte del sistema, el Sistema Experto plantea unas hipótesis. Para poder verificarlas comprueba primero la exactitud de las premisas de la regla. Esto se realiza mediante una búsqueda de enunciados correspondientes en la base de conocimientos. Estos enunciados pueden a su vez estar de nuevo en la parte de consulta de otra regla. También lo realiza mediante determinadas preguntas al usuario. Aquí se hacen preguntas del tipo: ¿Se ha practicado en el paciente algún tipo de intervención quirúrgica? Con las respuestas que recibe, el MYCIN verifica o rechaza las hipótesis planteadas. Una serie de tests han demostrado que MYCIN trabaja igual de bien que un médico [INTER 02]

PROSPECTOR

- ✓ Construido sobre la tecnología de MYCIN.
- ✓ Es uno de los sistemas expertos más estudiados debido a su gran éxito. Especialmente conocido desde que con su ayuda se descubrió un importante depósito de molibdeno, valorado en más de 100 millones de dólares, en el estado de Washington.

- ✓ Es un sistema experto diseñado para ayudar a los geólogos a encontrar yacimientos importantes. Ingresando datos acerca de un área en particular, PROSPECTOR puede estimar las probabilidades de encontrar distintos tipos de depósitos de minerales. De este sistema experto derivó el shell KAS (Knowledge Acquisition System).[INTER 03]

XCON

- ✓ Desarrollado en la Universidad de Carnegie-Mellon a finales de los años setenta y revisado en DEC a principios de los ochenta.
- ✓ Es un sistema experto diseñado para ayudar a los técnicos de Digital Equipment Corporation (DEC) a configurar sistemas de miniordenadores. XCON genera automáticamente la configuración deseada a partir de los requisitos del cliente seleccionando entre la amplia gama de la popular serie de los VAX de DEC.[1]*

2.4.- Formas estándar.

2.5.- Cláusulas de Hom.

SEGE(SISTEMA EXPERTO EN GESTION DE EXPORTACIONES)

- ✓ SEGE es básicamente un prototipo de Sistema Experto cuyo propósito es brindar asistencia experta a las autoridades de las empresas en la gestión de exportación de un producto, dadas las características de la legislación, y normativa vigente.
- ✓ El SE deberá analizar la situación en que debería encontrarse el producto para estar en condiciones de ser exportado. Este análisis abarca: la situación de la empresa, los regímenes vigentes de exportación de los países involucrados en el proceso de exportación, la documentación necesaria y los organismos oficiales de gestión.
- ✓ Este prototipo ha sido desarrollado por investigadores del Programa de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial de la Universidad Nacional de Lujan y doctorandos de la carrera de doctorado en Derecho de la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional de La Plata.

GIDEON

- ✓ Es un programa de computadora para el diagnóstico y que establezca referencias en el campo enfermedades tropicales y contagiosas, epidemiología, microbiología y quimioterapia antimicrobiana.
- ✓ Fue diseñado para diagnosticar las enfermedades contagiosas de todo el mundo, basado en los síntomas, señales, pruebas de laboratorio y perfil dermatológico. La red de enfermedades contagiosas de Gideon presta atención especial para el país de origen del usuario. La base de datos incorpora 327 enfermedades, 205 países y 185 agentes antibacteriales.
- ✓ Ha sido desarrollado hace 10 años por especialistas en enfermedades contagiosas y ciencias de la computación en Escuelas Médicas de universidades de Estados Unidos e Israel. <http://www.cyinfo.com/index>

DELTA/CATS

- ✓ Ayuda a los mecánicos en el diagnóstico y reparación de locomotoras diesel-eléctricas.
- ✓ Desarrollado por General Electric a principios de los 80's
- ✓ DELTA: Diesel Electric Locomotive Troubleshooting
- ✓ CATS: Computer Aided Troubleshooting System
- ✓ Consiste de una base de conocimientos por medio de entrevistas con David Smith (que trabajó 40 años en GE y es un experto reconocido en
- ✓ mantenimiento de estas máquinas)
- ✓ De 1981 a 1983 se incrementaron las reglas de 45 a 1200.
- ✓ DELTA no solo da consejos expertos, sino que también presenta informaciones por medio de un reproductor de vídeo. De hecho se podría encasillar a DELTA más en el área de la instrucción que en reparación, dado que además proporciona ayudas al trabajo que permiten al estudiante determinar si existe o no un determinado problema, proporcionando también formación específica sobre el modo de realizar ciertas reparaciones.

PROYECTO EOLO CN-235

- ✓ En este caso, el problema está en el hecho de que pilotar un avión que cuesta cientos de millones de dólares es un asunto muy serio a la vez que peligroso, lo que exige mucho tiempo de entrenamiento, tanto para pilotos como mecánicos, suponiendo para las compañías aéreas un gran problema, dado el elevado coste de los cursos y la escasez de instructores. El proyecto surgió de la voluntad de Construcciones Aeronáuticas S. A. de ofrecer un curso específico para pilotos y técnicos de mantenimiento, a todos los compradores del avión CN- 235. Eolo CN-235 es un sistema de enseñanza interactivo que integra gráficos, texto y vídeo.

CITEX

- ✓ Sistema experto que se compone de cuatro subsistemas: Valoración de un terreno, Esquema de Irrigación, Esquema de Fertilización, Diagnóstico de enfermedades y Tratamiento de enfermedades en el cultivo de cítricos (especialmente de naranjas). <http://www.claes.sci.eg/home/welcome.html>
- ✓ Fue desarrollado por investigadores egipcios y existen varias versiones de este sistema experto. En la web mencionada se puede encontrar mas información sobre este sistema experto y varios más desarrollados por la organización CLAES(The Central Laboratory for Agricultural Expert Systems)

Estos son solo algunos de los muchos sistemas expertos en diferentes áreas que se utilizan actualmente, existen muchos mas en otras áreas del conocimiento humano, las cuales ayudan actualmente en producción, supervisión, instrucción, diagnóstico, planificación, etc.

2.6.- Resolución.

(INVESTIGACION POR PARTE DEL ALUMNO)

UNIDAD III

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

3.1.- Representación de problemas como sistemas de producción.

Todos sabemos que mientras mas conocimiento tenemos de un área específica, en mas indispensables y expertos nos convertimos, para solucionar los problemas diarios que se nos presenten. Sabemos que eso significa que los profesionales cada vez *elevan* más sus honorarios por la experiencia y conocimiento que tienen y demuestran.

Pero también sabemos que hay pocas personas que se les puede considerar *expertos* y sería necesario que **el conocimiento que poseen se distribuya y generalice hacia otras sociedades o localidades geográficas de las organizaciones para que sirvan de apoyo a los demás** persiguiendo un fin solidario o mejorar la productividad de una organización en donde el experto no pueda actuar, cuando envejezca o cuando muera.

Por otro lado, sabemos que todas las personas sufrimos de cansancio, stress, enfermedades, desconcentración, etc.; que merman considerablemente nuestro rendimiento laboral cuando nos afectan los problemas mencionados; lo cual no sucede con los computadores.

Entonces para nosotros existe dos razones principales de porque construir un sistema experto:

1° Para capturar el conocimiento de un experto y extenderlo a las demás personas de una organización o sociedad y poder utilizarlo cuando el experto ya no esté, deje de trabajar, o las condiciones no lo permitan (riesgos).

2° El poder de procesamiento, falta de sentimientos, emociones y factores psicológicos y físicos de los computadores nos ayudan a aprovechar el conocimiento de un experto de la manera más óptima.

Finalicemos este apartado comparando algunos factores entre un experto humano y un sistema experto para poder definir nuestra opción de crear sistemas expertos:

FACTOR A EVALUAR	EXPERTO HUMANO	SISTEMA EXPERTO
Disponibilidad de tiempo	Día laborable	Siempre
Disponibilidad geográfica	Local	En cualquier lugar
Percible	Si	No
Rendimiento	Variable	Consistente
Velocidad	Variable	Consistente(usualmente rápido)
Costo	Alto	Económico

3.2.- Mecanismos de inferencia.

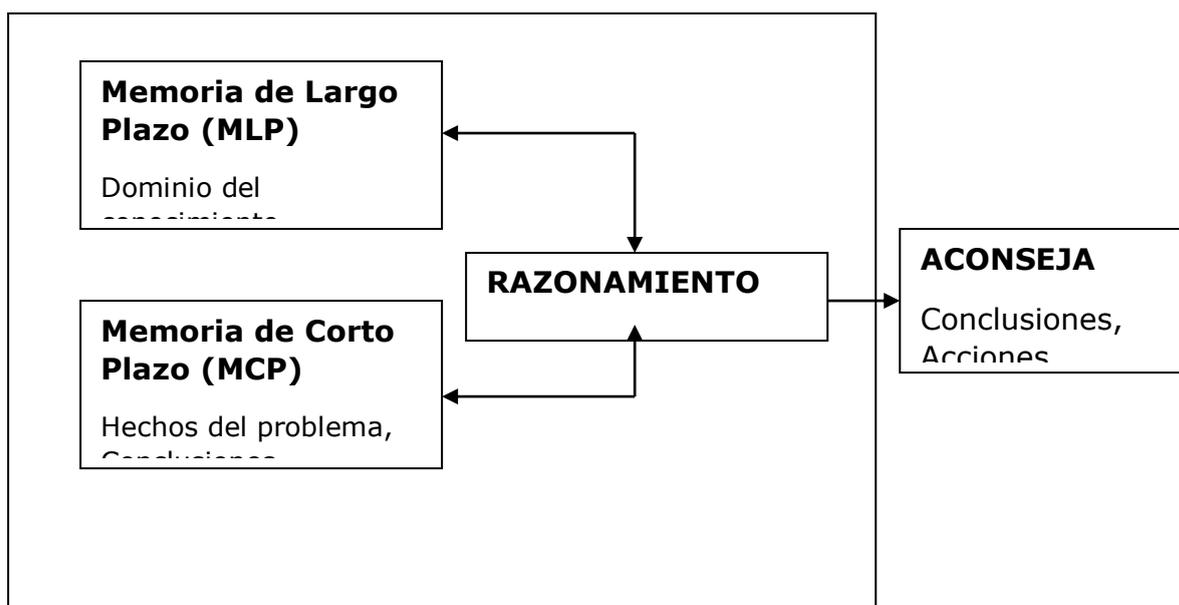
y que están relacionada con la información que le brindo Ud. Entonces esta creencia la agrega el mecánico a su MCP y continúa razonando acerca del problema con otros hechos que pueda ir deduciendo o información proporcionada por Ud..

De acuerdo a su conocimiento y la relación entre datos de su MCP Y MLP el mecánico podría hacer las pruebas respectivas a las baterías lo que lo llevaría a concluir que la falla es una batería mala. Luego de esto el mecánico no solo resuelve el problema sino Para conocer la estructura de un sistema experto primero vamos a entender como una persona *experta* soluciona un problema específico. Antes de continuar es necesario aclarar a que persona se define como experto. Podemos decir que experto es aquella persona que posee habilidades y capacidades para resolver un problema mejor que otros dentro de un área del conocimiento específica. Y como dijimos anteriormente los sistemas expertos se dedican a un área del conocimiento específica que nosotros llamaremos dominio del problema. Podemos definir entonces que dominio del problema es aquella parte del conocimiento en el cual se ha identificado un problema y/o problemas y que el experto tiene la capacidad de resolver.

Partiremos de un ejemplo simple para ver la actuación de un experto humano en la solución de un problema. Suponga que Ud., tiene un auto último modelo y tiene alguna falla que ud. no conoce. Ud., sabe poco de mecánica por lo cual tiene que llevarlo a un experto, que para este caso sería un mecánico para que le resuelva el problema. A través

de años de experiencia el mecánico ha adquirido gran cantidad de conocimientos en la solución de problemas con automóviles. Llamaremos Memoria de Largo Plazo (MLP) al espacio en el cerebro del mecánico en el cual se encuentran almacenados esa gran cantidad de conocimientos adquiridos a través de la experiencia. Luego de llevarlo al mecánico asuma que Ud., le dice que el problema de su carro es que “no enciende”. El mecánico almacena este hecho en una parte de su cerebro que llamaremos Memoria de Corto Plazo (MCP).

Usando la información proporcionada por Ud., el mecánico podría deducir que el problema puede estar en el sistema eléctrico por conocimientos que tiene almacenados en la MLP también puede explicar el razonamiento que utilizó para solucionar el problema de acuerdo a los datos proporcionados.....Esta sería la forma en que un experto humano soluciona un problema que podríamos esquematizar en la siguiente figura:

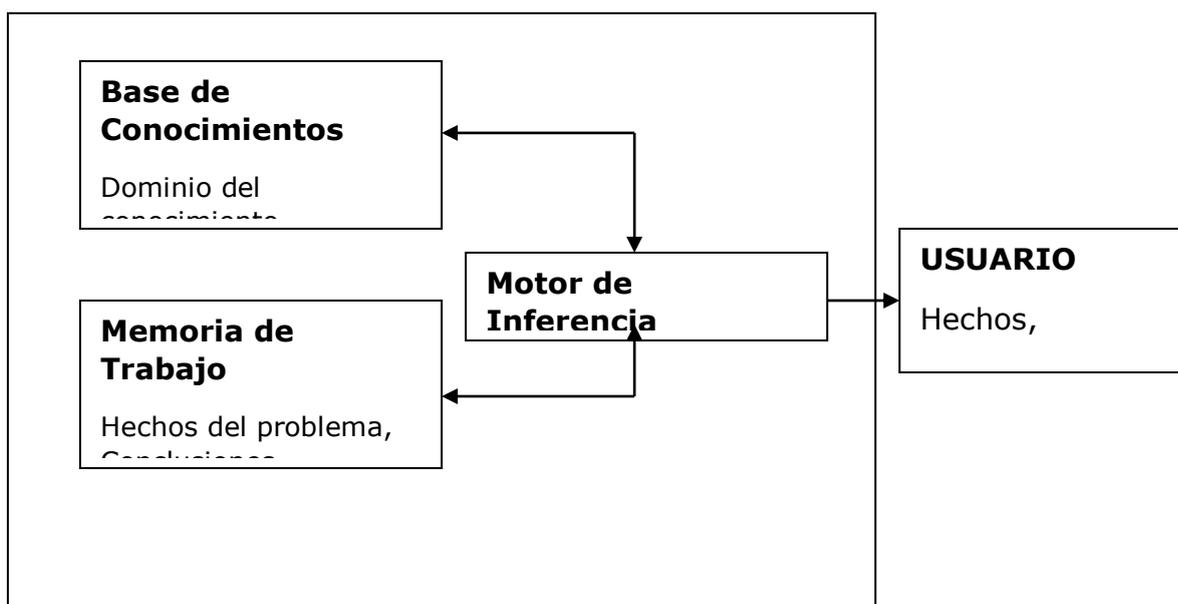


Del ejemplo anterior y la figura mostrada podemos rescatar lo siguiente:

- 1° Un experto almacena el dominio del conocimiento en su Memoria de Largo Plazo (MLP).
- 2° Cuando el experto soluciona un problema, obtiene hechos sobre el problema (hechos del caso) y los almacena en su Memoria de Corto Plazo (MCP).

3° El experto luego razona sobre el problema combinando los hechos de su MCP con el conocimiento de su MLP. Usando este proceso, el experto infiere nueva información sobre el problema y llega a conclusiones.

Regresando a nuestro tema decimos que los sistemas expertos resuelven problemas que usan un proceso que es muy similar al de los humanos. Usando la figura anterior podemos esquematizar lo siguiente:



A continuación describamos brevemente los componentes de los sistemas expertos, según la arquitectura básica mostrada anteriormente:

➤ **BASE DE CONOCIMIENTOS**

Contiene el conocimiento del dominio en el cual el programa es competente. Durkin lo define como: “Parte de un sistema experto que contiene el dominio del conocimiento”. [1]*. El tema primordial para este componente es obtener el conocimiento del experto y codificarlo en la base de conocimientos usando diferentes técnicas de *representación del conocimiento* que posteriormente discutiremos. Una de las más usadas es representar el conocimiento en forma de reglas de. Una regla es una estructura de tipo **IF/THEN (SI/ENTONCES)** en donde existe una premisa o antecedente y una conclusión o acción. Por ejemplo:

REGLA 1: IF el automóvil no enciende **THEN** el problema puede estar en el sistema eléctrico.

REGLA 2: IF el sueldo mensual de un cliente es menor o igual que s/. 1000.00 **THEN** el tope de crédito es de s/. 3500.00

REGLA 3: SI su temperatura corporal es de 39 °C **ENTONCES** tiene fiebre.

De las reglas mostradas podemos identificar que la base de conocimientos esta integrada por conceptos, hechos o variables que varían de estados (valores) y que *relacionadas* conforman las reglas. Por ejemplo:

En la **regla I** tenemos dos hechos y dos valores:

automóvil =enciende; automóvil = no enciende y

problema es = el sistema eléctrico o pueden existir otros valores.

El conocimiento tiene que estar representado en la forma que resulte más adecuada para el dominio de su competencia. Adicionalmente hay que tratar que esa representación sea:

- ✓ Sencilla.
- ✓ Independiente.
- ✓ Fácil de modificar.
- ✓ Transparente: justificación de soluciones y explicación de los procesos.
- ✓ Relacional.
- ✓ Potente: poder expresivo y eficiencia de cálculo.

La parte fundamental de todo Sistema Experto es la Base de Conocimientos y como vimos su función consiste en almacenar los conocimientos expresados en conceptos, hechos, relaciones, etc. relativos al área del sistema experto y por lo tanto, depende del modelo de representación del conocimiento que se utilice. Entre los modelos mas conocidos de representación del conocimiento tenemos:

- ✓ Representación basada en Reglas de Producción.
- ✓ Representación basada en Lógica de Predicados
- ✓ Representación basada en Redes Semánticas
- ✓ Representación basada en Frames o Marcos
- ✓ Representación basada en Restricciones

De acuerdo al tipo de representación de conocimiento se genera una clasificación típica de sistemas expertos. Así tenemos los más comunes:

- ✓ Sistemas Expertos Basados en Reglas
- ✓ Sistemas Expertos basados en Frames , etc.

“El diseño de este esquema de representación del conocimiento afecta al diseño del motor de inferencia, al proceso de actualización del conocimiento, al proceso de explicación y a la eficacia global del sistema.” [INTER 02]

➤ **MEMORIA DE TRABAJO O BASE DE HECHOS**

Llamada también *workspace*. Contiene los hechos que se descubren acerca de un problema durante una consulta. “Parte de un sistema experto que contiene los hechos del problema que se descubren durante la sesión”. [1]*

Los hechos que el sistema experto reciba del usuario y los que vaya infiriendo se almacenan en la memoria de trabajo y pueden ser hechos, hipótesis, conclusiones parciales, etc; es decir lo que infiera “*emparejando*” los datos proporcionados con la base de conocimiento. También es necesario mencionar que los hechos de la memoria de trabajo también los puede obtener de fuentes externas como base de datos, hojas de cálculo, etc.; que los puede cargar al inicio de la sesión u obtenerlos de acuerdo a su necesidad.

Algunos autores también la llaman **Tablero, Pizarra o Pizarrón (Blackboard)**, pero este término más se usa cuando el sistema experto se compone de varios módulos siendo cada uno un sistema experto especialista en determinada parte de un problema. En estos casos se habla de **Arquitecturas con Tablero** y cada sistema experto se denomina **Fuente de Conocimiento (Knowledge Source)**.

➤ MOTOR O MECANISMO DE INFERENCIA

También conocido como estructura de control o interpretador de reglas. Durkin lo define como: “Es el procesador en un sistema experto que empareja los hechos contenidos en la **memoria de trabajo** con el **dominio del conocimiento** contenido en la base de conocimiento, para deducir o llegar a la conclusión sobre el problema”. [1]*

Selecciona, decide, interpreta y aplica el conocimiento de la *base de conocimientos* sobre la *base de hechos* con el fin de obtener la solución buscada. El motor de inferencia busca un emparejamiento entre los hechos contenidos en la memoria de trabajo y las *premisas* de las reglas contenidas en la base de conocimiento (*cuando se utiliza las reglas como forma para la representación del conocimiento*). Cuando encuentra el emparejamiento, agrega la(s) *conclusión* de las reglas a la memoria de trabajo y continúa examinando las reglas buscando nuevos emparejamientos. El mecanismo de inferencia debe ser independiente del conocimiento y de los hechos (característica esencial de los sistemas expertos que separan el conocimiento del mecanismo de control que posteriormente analizaremos. Está caracterizado por:

- ✓ El lenguaje en que ha sido escrito.
- ✓ La velocidad de trabajo: Inferencias/segundo.
- ✓ Las estrategias de búsqueda de soluciones:

No Ordenada: aleatoria, heurística.

Ordenada: Encadenamiento hacia adelante (guiado por los datos, deductivo), encadenamiento hacia atrás (guiado por los objetivos, inductivo).

- ✓ La forma en que elige el conocimiento.
- ✓ La posibilidad de incorporar metaconocimiento.
- ✓ El método que utiliza para la evaluación del conocimiento incompleto o incierto.

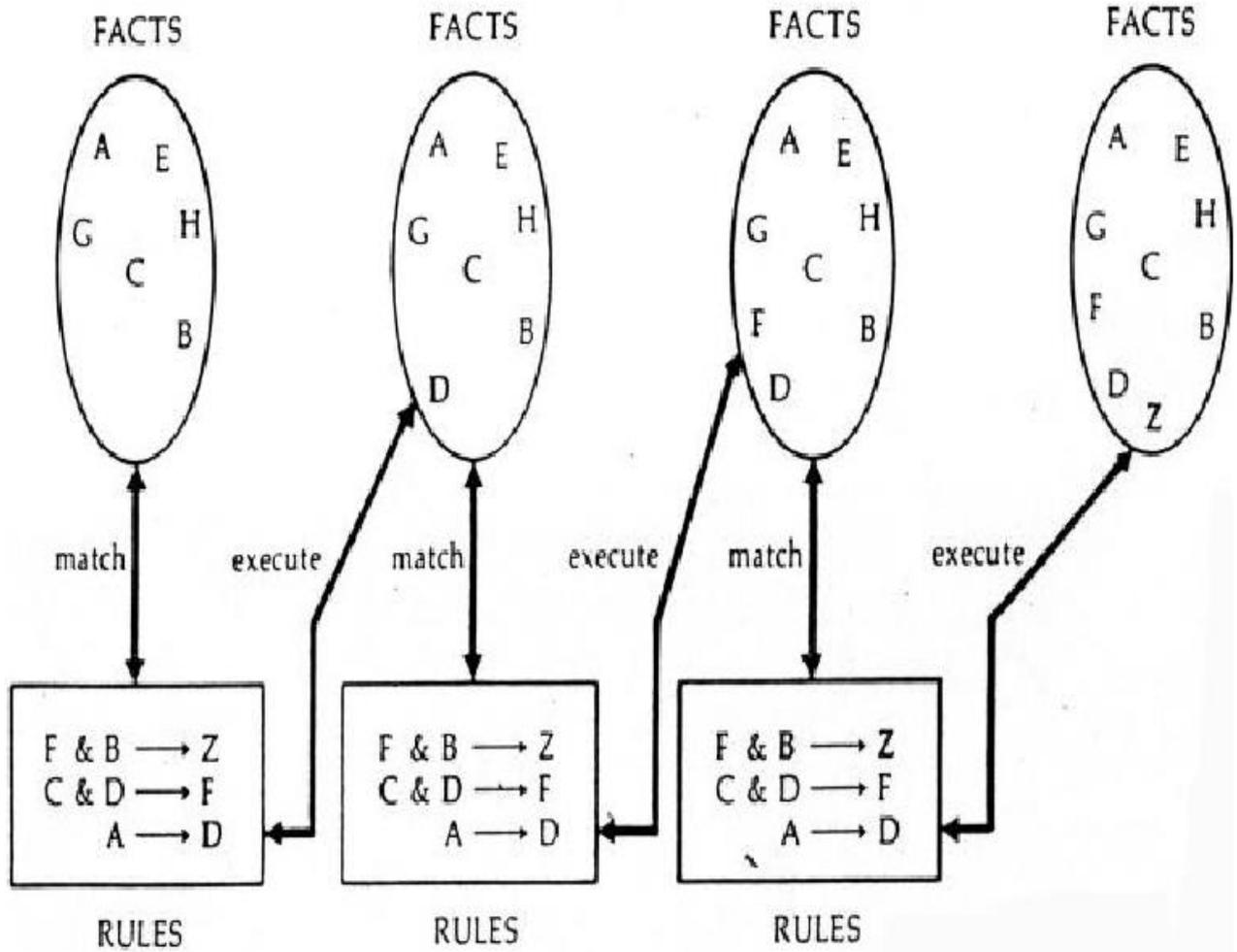
Existen muchos esquemas de razonamiento al buscar la solución a un problema; sin embargo los más utilizados son:

⇒ **ENCADENAMIENTO HACIA ADELANTE (FORWARD CHAINING)**

A este esquema también se le llama **guiado por los datos o razonamiento ascendente**. Este método de inferencia realiza comparaciones entre las *reglas* y los *hechos* disponibles de manera que se establezcan nuevos hechos hasta llegar al *objetivo* deseado. Un sistema experto típico que aplicó este tipo de inferencia fue el RI/XCON.

Ejemplo:

BASE DE CONOCIMIENTOS	DATOS DEL PROBLEMA
F & B → Z	A, G, C, E, H, B
C & D → F	
D & W → S2	Posibles soluciones:
A → D	Z, S2
1) A → D	A, G, C, E, H, B, D
2) C & D → F	A, G, C, E, H, B, D, F
3) F & B → Z	A, G, C, E, H, B, D, F, Z



⇒ **ENCADENAMIENTO HACIA ATRÁS (BACKWARD CHAINING)**

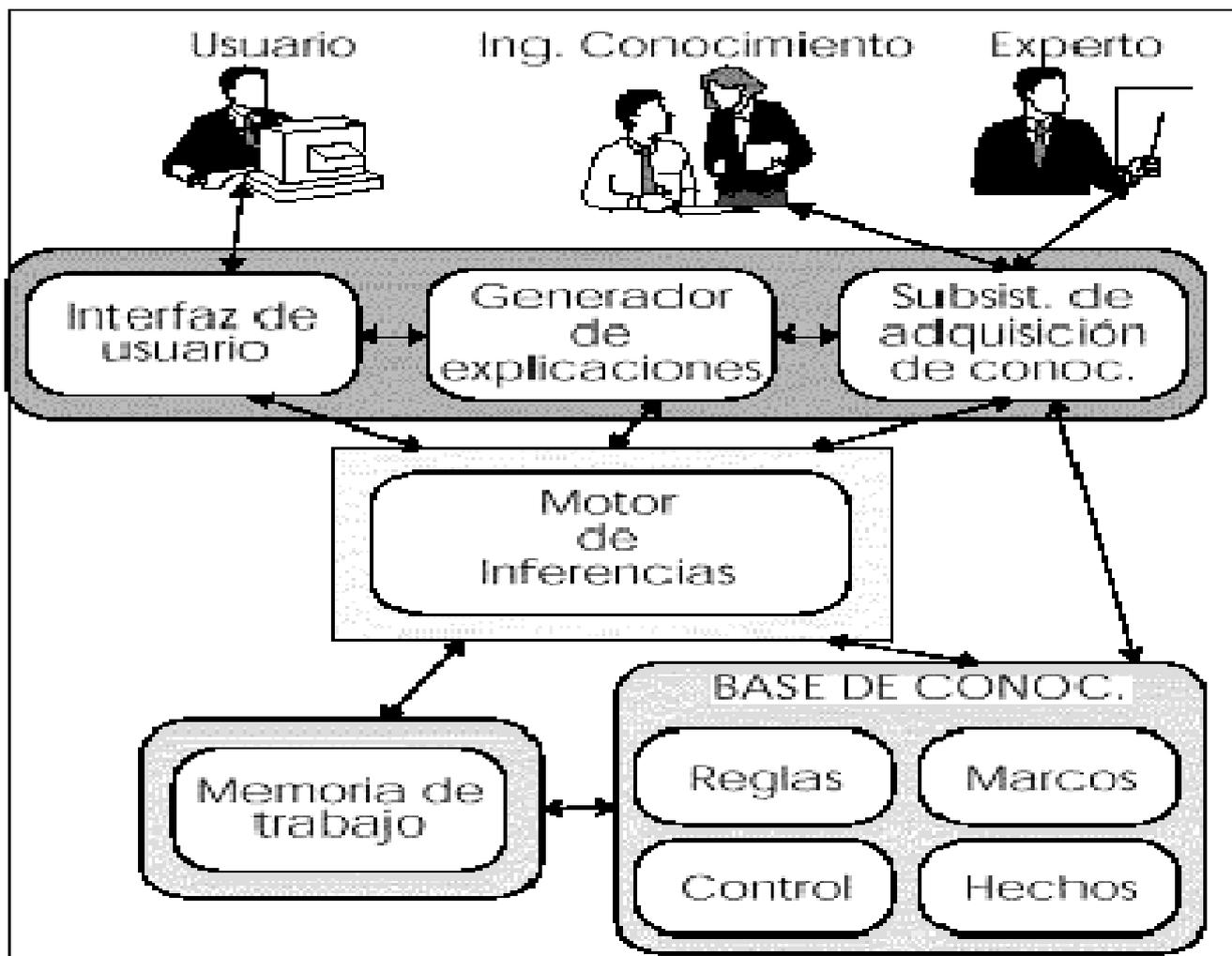
A este esquema se le llama también *guiado por los objetivos o razonamiento descendente*. Método de inferencia que inicia con la *conclusión u objetivo* que se desea demostrar y procura establecer la certeza de los *hechos* que conducen a ella.

BASE DE CONOCIMIENTOS	DATOS DEL PROBLEMA
F & B → Z	A, G, C, E, H, B
C & D → F	
D & W → S2	Posibles soluciones:
A → D	Z, S2
1) F & B → Z	No se conoce F
2) C & D → F	No se conoce D
3) A → D	A, G, C, E, H, B, D
4) C & D → F	A, G, C, E, H, B, D, F
5) F & B → Z	A, G, C, E, H, B, D, F, Z

3.3.- Resolución de conflictos.

Algunos autores consideran un tercer esquema de razonamiento “*oportunistico*”, en la cual se aplican los dos esquemas de razonamiento antes descritos en el momento más oportuno; pero este se utiliza generalmente en los *sistemas con tablero* o en *arquitecturas con tablero*.

Estos son los componentes principales y que todo sistema experto debe poseer, sin embargo existen componentes adicionales que le brindan potencialidad y facilidad de uso tanto al experto, ingeniero del conocimiento, como al usuario para su desarrollo, como se muestran en el esquema extendido siguiente:



3.4.- Mecanismos de explicación.

SEPARA EL CONOCIMIENTO DEL CONTROL

Imagine un sistema experto que se construya como un programa convencional como podría ser así:

```

Begin

    Nombre:= preguntar (Nombre?)

    Edad:= preguntar (Edad?)

    .....

    Síntoma 1:= preguntar (Síntoma 1?)

    Síntoma 2:= preguntar (Síntoma 2?)

    .....

    Si Síntoma 1:= "xxxx" entonces

        HACER WWWWW

    Si Síntoma 1:= "yyyyy" entonces

        HACER ZZZZZ

    .....

End.....

```

Así sería la forma de un sistema experto como un programa convencional. Sin embargo, a pesar que se puede programar, tendría las siguientes desventajas:

- Es demasiado rígido y complicado realizar cambios en el sistema por la cantidad de código escrito.
- Es difícil saber el conocimiento que tiene el sistema porque están mezclados en conocimiento con la estructura de control.

- En los problemas que abarcan los sistemas expertos un factor importante es la incertidumbre e información imprecisa con la que se maneja y en la programación convencional es difícil manejar este aspecto.

Frente a estos inconvenientes de mostrar el conocimiento y el control en un programa convencional, la idea es que se separen el conocimiento (*en la base de conocimientos*) y el mecanismo de control (*en el motor de inferencia*) para tener un mejor funcionamiento de un sistema experto. De tal manera que por ejm el conocimiento se exprese en reglas de producción y el motor de inferencia tendrá una forma de controlar la ejecución de reglas (Backward Chaining o Forward Chaining) lo cual eliminaría los problemas de la programación convencional.

Separando el conocimiento de la estructura de control la tarea de modificar y mantener el sistema es más fácil. Se puede localizar y agregar nuevo conocimiento en alguna parte en particular del sistema experto. Si se necesitan hacer cambios en el motor de inferencia igual se puede cambiar de estrategia o los ajustes necesarios al algoritmo de inferencia.

POSEE CONOCIMIENTO EXPERTO Y BASADO EN LA EXPERIENCIA

Desde la definición de los sistemas expertos sabemos que el conocimiento que se captura de una persona deber ser de un *experto* que incluye el basto conocimiento que posea así como las habilidades adquiridas a través de la experiencia y que lo distinguen de las demás personas en la solución de problemas dentro de un área de conocimiento. Mas adelante nos detendremos en profundidad en como considerar a una persona como experto.

RAZONA CON SIMBOLOS

Ya explicamos anteriormente que el conocimiento es expresado en forma simbólica ya sea en forma de reglas, frames, lógica de predicados, etc. Podemos decir que los programas convencionales procesan datos y los sistemas expertos procesan conocimiento. Podemos expresar a través de símbolos hechos,

conceptos, reglas, etc., de tal manera que se manipulen más fácilmente. La forma de cómo representar el conocimiento se conoce formalmente como *Representación de Conocimiento* (de la cual hablamos anteriormente) y abarca otros conceptos que no tocaremos por ahora.

RAZONA HEURISTICAMENTE

El término *heurística* o *reglas a dedo* son estrategias adquiridas a través de la experiencia y que son aplicadas por los expertos para solucionar o acortar “camino” en la solución de los problemas. Como dijimos anteriormente en los sistemas expertos esa forma de conocimiento también es capturado. Por ejm un médico experimentado puede escoger, obviar o concluir pasos que un médico principiante no lo haría lo cual reduce el tiempo en la solución de problemas. Los sistemas expertos se diferencian claramente de la programación convencional porque no son rígidos en sus algoritmos de razonamiento. En los programas convencionales se siguen algoritmos rígidos y que siempre deben hacerse; en cambio en los sistemas expertos los pasos innecesarios se pueden obviar y concluir llegando a resultados más rápidamente.

PERMITE RAZONAMIENTO INEXACTO

Los sistemas expertos son capaces de trabajar incluso con información incierta o imprecisa y proveer una solución razonable. Todos sabemos que cuando nos enfrentamos a un problema muchas veces no tenemos toda la información disponible por diversos factores. En estos casos, nos guiamos por las posibilidades o en las creencias y experiencias que nosotros tenemos para tratar de resolver un problema en particular; eso es justamente también lo que hace un sistema experto. Los sistemas expertos trabajan con diversas teorías y corrientes del conocimiento humano para manejar la incertidumbre. Se puede utilizar factores de certeza, teoría de la probabilidad, lógica difusa y otras áreas para manejar los problemas con incertidumbre para encontrar la solución más aceptable.

Ejemplos de información imprecisa

1.- *Probablemente* si los resultados del paciente son XX entonces tendrá la enfermedad YY.

2.- Si Pedro apuesta s/. 1000.00 al jinete ZZ *probablemente podría* ganar la carrera.

3.- Voy al cine, *siempre y cuando* vaya la chica de la esquina.

ESTA LIMITADO A PROBLEMAS SOLUCIONABLES

Es claro que para que un problema se adapte a una solución de sistemas expertos deba existir el conocimiento y el razonamiento para la solución de dicho problema. El sistema experto tendrá éxito mientras exista la *solución y el experto*.

Por ejemplo: No podemos tratar de solucionar con un sistema experto la cura del SIDA porque aún ni siquiera existe la forma de realizarlo. Esto demuestra claramente **qué** problema es posible para adecuarlo a un sistema experto.

No vaya a creer Ud., que un sistema experto puede solucionar todos los problemas- *aún los desconocidos y sin solución*- porque como podemos modelar el razonamiento y capturar el conocimiento de un problema que no es solucionable...?. **En conclusión: los sistemas expertos solo se pueden aplicar a problemas solucionables por humanos.**

SE ENFOCA A COMPLEJIDADES RAZONABLES

Los problemas para solucionarlos con un sistema experto no deben ser muy complejos porque a mayor cantidad de conocimiento el sistema utilizará más tiempo; y podría demorar o tener más errores al razonar. Si el tiempo que demora a un experto solucionar un problema es varias horas, probablemente no sea un problema para un sistema experto. Jhon Durkin recomienda: *“Un problema que requiere resolver por un experto en alrededor de 15 minutos es un problema razonable para un sistema experto. Si el problema es más complejo, intente dividirlo en sub-temas cada uno de los cuales los podría resolver con un simple sistema experto distinto para cada sub-tema”*.

COMETE ERRORES

Si los expertos humanos tienen errores, es lógico pensar que los sistemas expertos no son perfectos y cometen errores....Pero Ud., podría pensar ¿pero los programas de computador bien realizados no se equivocan?...Es correcto, pero acuérdesse Ud., que los sistemas expertos no trabajan con datos sino con **CONOCIMIENTO**; entonces si el conocimiento del experto es erróneo lógicamente que también el sistema experto cometerá errores. Cuando Ud., va a un experto de cualquier área para que le solucione su problema sabe que puede cometer errores, sin embargo confía en el por la experiencia y conocimiento que posee; lo mismo sucede con los sistemas expertos.

Estas son algunas características de los sistemas expertos. Para finalizar esta parte comparemos un sistema experto con un programa convencional para ver sus diferencias y resumir lo mencionado hasta ahora:

3.5.- Búsquedas.

PROGRAMA CONVENCIONAL	SISTEMA EXPERTO
Numérico	Simbólico
Algoritmo	Heurístico
Información y control integrados	Conocimiento separado de control
Difícil de modificar	Fácil de modificar
Información precisa	Información incierta
Interfaz de órdenes	Diálogo natural con explicaciones
Resultado final dado	Recomendaciones con explicaciones
Solución óptima	Solución aceptable

3.6.- Representación de espacios de estado.

En un proyecto de sistemas expertos los acorres principales son:

⇒ EXPERTO DEL DOMINIO

Aquella persona primordial en el proyecto de la cual obtenemos su conocimiento para solucionar un problema planteado y codificarlo en un programa de computador. Como definimos con anterioridad *Experto del Dominio es una persona que posee habilidades y conocimiento para resolver un problema específico de una manera superior a otros.*

La diferencia principal entre un **experto** y un **no experto** es el **CONOCIMIENTO**.

Es necesario aclarar que erróneamente pensamos que un experto es aquella persona que tiene un rango de PhD, MsSC....Esto no siempre es cierto, por ejemplo un asistente de contabilidad puede ser un experto dentro de la solución de un problema determinado y no ser experto por el rango profesional que tenga. **En conclusión una persona que solucione un problema mejor que otras se le puede considerar como experto del dominio para un problema de sistemas expertos.**

El experto del dominio debe tener ciertas cualidades para que el proyecto tenga éxito las que se resumen al final de esta parte, no basta con tener almacenado el conocimiento.

⇒ **INGENIERO DEL CONOCIMIENTO**

Aquella persona capaz de capturar el conocimiento, representarlo de manera adecuada, escoger las herramientas de desarrollo y finalmente programarlo en una computadora.

El trabajo del Ingeniero del Conocimiento comienza desde evaluar la factibilidad del problema para crear un sistema experto, hasta la documentación y retroalimentación del producto; esto significa todo un proceso en el cual también al igual que el experto debe tener ciertas cualidades.

⇒ **USUARIO FINAL**

Aquel o aquellos que van a ser beneficiados con el producto final. Es necesario siempre estar comunicado durante el desarrollo de un proyecto de sistemas expertos con el usuario final. La razón es que se puede desarrollar un sistema experto fantástico pero si al usuario no le gustan las interfaces seguro no lo usará; es como construir un edificio y que el dueño no la quiere habitar porque no le gustan el color, forma o modelo de las habitaciones.

El usuario final es el **cliente**, el nos va a brindar la forma de las interfaces, botones, esquema de preguntas, explicaciones y todo los detalles de cómo le gustaría el producto final.

Resumimos las cualidades de los participantes en un proyecto de sistemas expertos en el siguiente cuadro:

EXPERTO DEL DOMINIO	Posee conocimiento experto
	Tiene habilidades eficaces para resolver el problema
	Puede comunicar el conocimiento
	Puede dedicar tiempo
	Es amigable y no hostil
INGENIERO DEL CONOCIMIENTO	Tiene habilidades de Ingeniería de Conocimiento
	Tiene habilidades de buena comunicación
	Conoce de las herramientas de desarrollo
	Tiene habilidades para programar sistemas de información
USUARIO FINAL	Ayuda a definir las especificaciones de las interfaces
	Puede ayudar en la adquisición del conocimiento
	Puede apoyar en el desarrollo del sistema

3.7.- Búsqueda en profundidad y a lo ancho.

Los sistemas expertos se pueden clasificar de varias maneras. Nosotros mencionaremos algunas de ellas:

a) Por el propósito que se persiga para la creación de un SE:

- REEMPLAZAR A UN EXPERTO HUMANO.
- APOYAR LA TOMA DE DECISIONES.

b) Por el tipo de trabajo que realizan:

- DIAGNOSTICO

- PLANIFICACION
- INSTRUCCIÓN
- PREDICCIÓN
- TRATAMIENTO
- CONTROL....etc.

Es necesario mencionar que en este tipo de clasificación un sistema experto puede abarcar uno o más tipos. Por ejm un sistema experto puede diagnosticar y tratamiento de una enfermedad específica.

c) Por el área en que se desarrollan:

- MEDICINA
- AGRICULTURA
- QUIMICA
- ELECTRONICA
- GEOLOGIA
- METEOROLOGIA
- COMUNICACIONES
- EDUCACION
- ECONOMIA Y FINANZAS
- COMPUTACION E INFORMATICA...etc.

3.8.- Hill- climbing, best- first, beam search.

(INVESTIGACION POR PARTE DEL ALUMNO)

UNIDAD IV

INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN LÓGICA

4.1.- Introducción a la programación lógica.

Para pasar desde el diseño abstracto hasta un sistema implementado y listo para ser ejecutado en una computadora, se debe expresar en una forma que el sistema computacional entienda. Para ello se puede utilizar un lenguaje programación o un sistema especialmente diseñado para desarrollar sistemas expertos. La pregunta inmediata es *¿Cuál de ellos utilizar?* Para el desarrollo de sistemas expertos existen dos categorías definidas de herramientas de desarrollo:

a. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

En principio, cualquier lenguaje de programación puede ser utilizado. Siendo así de amplio el espectro del cual se puede escoger un lenguaje para programar un sistema experto, se debe considerar como factor importante de decisión, la extensión en la cual el lenguaje cubre o se adecua a los requerimientos de diseño. Atendiendo a la forma de estructurar sus instrucciones, se los puede dividir en:

- ✓ IMPERATIVOS: *PASCAL, C/C++.*
- ✓ FUNCIONALES: *LISP.*
- ✓ DECLARATIVOS: *PROLOG, CHIP, OPS5.*
- ✓ ORIENTADOS A OBJETOS: *SmallTalk, Hypercard, CLOS.*

Tradicionalmente LISP y PROLOG han sido los lenguajes que se han utilizado para la programación de sistemas expertos. Estos lenguajes ofrecen características especialmente diseñadas para manejar problemas generalmente encontrados en inteligencia artificial. Por este motivo se los conoce como *lenguajes de Inteligencia Artificial.*

Una de las principales características que comparten los lenguajes LISP y PROLOG, como consecuencia de su respectiva estructura, es que pueden ser utilizados para escribir programas capaces de examinar a otros programas, incluyendo a ellos mismos. Esta capacidad se requiere, por ejemplo, para hacer que el programa explique sus conclusiones. Esto sólo puede hacerse si el programa tiene la capacidad de examinar su propio modo de operación.

LISP

Su nombre se deriva de LISt Processor. LISP fue el primer lenguaje para procesamiento simbólico. John McCarthy lo desarrolló en 1958, en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), inicialmente como un lenguaje de programación con el cual los investigadores pudieran implementar eficientemente programas de computadora capaces de razonar. Rápidamente LISP se hizo popular por su capacidad de manipular símbolos y fue escogido para el desarrollo de muchos sistemas de IA.

PROLOG

PROgramming in LOGic (PROLOG), es otro de los lenguajes de programación ampliamente utilizados en Inteligencia Artificial. PROLOG fue desarrollado en Francia, en 1973 por Alain Colmenauer y su equipo de investigación en la Universidad de Marseilles. Inicialmente fue utilizado para el procesamiento de lenguaje natural, pero posteriormente se popularizó entre los desarrolladores de aplicaciones de Inteligencia Artificial por su capacidad de manipulación simbólica. A partir de 1981 tuvo una importante difusión en todo el mundo, especialmente porque los japoneses decidieron utilizar PROLOG para el desarrollo de sus sistemas de computación de quinta generación. Actualmente existen varios dialectos del PROLOG para diferentes plataformas.

OPS5

Official Production System 5 (OPS5), es un lenguaje para ingeniería cognoscitiva que soporta el método de representación del conocimiento en forma de reglas. Incorpora un módulo unificador, un intérprete que incluye un mecanismo de encadenamiento progresivo, y herramientas para edición y depuración de los programas. OPS5 es un miembro de la familia de lenguajes de programación desarrollados en la Universidad Carnegie - Mellon. Varias compañías han desarrollado implementaciones comerciales de OPS5, para diferentes plataformas.

b. SISTEMAS DE DESARROLLO

Históricamente, los primeros sistemas expertos fueron desarrollados utilizando lenguajes de programación como el LISP y el PROLOG. A medida que el desarrollo de sistemas expertos iba aumentando en cantidad y complejidad, la comunidad científica comenzó a buscar formas de desarrollar los sistemas en menor tiempo y con menor esfuerzo.

Esto dio lugar al apareamiento, en primer lugar a sistemas vacíos como el EMYCIN, a los que se denominó *shells*, ya que ofrecen toda la arquitectura de un sistema experto a la que hay que incorporar la base de conocimientos.

Los SHELL se pueden definir como “sistemas que incorporan las características básicas de los SE: base de conocimiento, motor de inferencia y módulo de explicación, pero que se proporciona sin ningún tipo de conocimiento”. [INTER 02]

Posteriormente ingresaron al mercado otras herramientas que incorporaron, además de opciones de representación del conocimiento, esquemas de inferencia y control. Estas herramientas tomaron el nombre de *Entornos de Desarrollo* de Sistemas Expertos

A continuación se dan algunos ejemplos de sistemas comerciales:

- ✓ Sistemas Vacíos (*shells*): EMYCIN, Crystal, Leonardo, XiPlus, EXSYS Professional, VP-Expert, Intelligence Compiler.,Expert, Exsys Corvid, Jess, Expertise2go, WebLS.
- ✓ Entornos híbridos de desarrollo: CLIPS, KEE, ART, EGERIA, Kappa, Nexpert Object, Goldworks, LOOPS, Flavors.

PLATAFORMAS DE COMPUTACIÓN

Íntimamente asociado a los sistemas expertos, están los sistemas computacionales (Hardware). Actualmente el software disponible para el desarrollo de Sistemas Expertos, cubre todo el rango de computadoras y sistemas operativos, desde PC's hasta máquinas especialmente dedicadas para procesamiento simbólico:

- ✓ Computadoras Personales (DOS, OS, Mac, WINDOWS, UNIX, LINUX).
- ✓ Estaciones de trabajo (VMS, UNIX).
- ✓ Máquinas simbólicas (LISP, PROLOG).
- ✓ Máquinas de arquitectura paralelo.

(LOS SIGUIENTES PUNTOS SERAN ENFOCADOS AL PROYECTO FINAL DEL ALUMNO)

4.2.- Mecanismos básicos.

4.3.- Estructura de un programa.

4.4.- Objetos compuestos.

4.5.- Recursividad.

4.6.- Juegos mini-max.

4.7.- Poda alfa- beta.

BIBLIOGRAFIA:

LIBROS

[01]* Durkin, J. “EXPERT SYSTEMS: DESIGN AND DEVELOPMENT”. New York. Maxwell Macmilan. 1994

[02] Cohen, D. “SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES”. McGrawHill.

[03] Sánchez, J. “SISTEMAS EXPERTOS: UNA METOLOGIA DE PROGRAMACION”.Prentice Hall. México. 1991

* Traducido del original por el autor.

INTERNET

[INTER 01] www.uc3m.es

[INTER 02] www.monografias.com

[INTER 03] www.uakron.edu

[INTER 04] www.pucp.edu.pe

[INTER 05] www.inei.gob.pe

[INTER 06] www.itnuevolaredo.edu.mx/takeyas