



21 872748

# UNIVERSIDAD "DON VASCO", A.C.

INCORPORACIÓN No. 8727-48 A LA

Universidad Nacional Autónoma de México

## ESCUELA DE INFORMÁTICA

Ventajas que trae consigo la  
implantación de un sistema experto en el  
Gimnasio Atlético "Uruapan".

## SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

## LICENCIADO EN INFORMÁTICA

PRESENTA

*Luis Manuel Ortiz Morelos*



UNIVERSIDAD  
"DON VASCO", A.C.

URUAPAN, MICHOACAN, 1999



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.

## **A MIS PADRES**

Por el apoyo incondicional que me brindaron durante los cinco años, y por el ejemplo que me dieron para no cesar en los intentos por terminar esta etapa.

## **A MIS HERMANOS**

Por la ayuda que me proporcionaron y toda su comprensión

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN . . . . .	4
CAPÍTULO I "INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL ". . . . .	5
1.1. Concepto . . . . .	5
1.2 Clasificación . . . . .	6
1.2.1 Lenguaje Natural . . . . .	6
1.2.2 Robótica . . . . .	9
1.2.3 Interfaces Humanas Mejoradas . . . . .	9
1.2.4 Programación Exploratoria . . . . .	10
1.2.5 Sistemas Expertos . . . . .	10
CAPÍTULO II SISTEMAS EXPERTOS CONCEPTO Y USOS . . . . .	12
2.1 Definición . . . . .	12
2.1.1 Otras Definiciones . . . . .	12
2.2 Breve Historia . . . . .	13
2.2.1 Primeros Sistemas Expertos . . . . .	16
CAPÍTULO III SISTEMAS EXPERTOS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES . . . . .	17
3.1 Características del Sistema Experto . . . . .	17
3.2 Características generales . . . . .	18
3.2.1 Adquisición de Conocimientos . . . . .	18
3.2.2 Fiabilidad . . . . .	19
3.2.3 Dominio de Conocimientos . . . . .	20
3.2.4 Resolución de problemas . . . . .	21
3.3 Características Técnicas . . . . .	22
3.4 Diferencias entre un programa tradicional y un sistema experto: . . . . .	26

3.5	Diferencias importantes entre un experto humano y un Sistema Experto actual.	26
3.6	Elementos del Sistema Experto . . . . .	27
3.6.1	El motor de inferencia . . . . .	27
3.6.1.1	Características. . . . .	28
3.6.2	Mecanismos de Búsqueda . . . . .	28
3.6.3	Elección del Conocimiento. . . . .	31
CAPÍTULO IV FUNCIONES Y APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS		32
4.1	Funciones . . . . .	32
4.2	Porqué construir sistemas expertos . . . . .	32
4.3	Áreas de Aplicación . . . . .	34
CAPÍTULO V CASO PRÁCTICO . . . . .		35
5.1	Marco de Referencia . . . . .	34
5.1.1	Organigrama General . . . . .	34
5.1.2	Ubicación del Gimnasio Atlético Uruapan . . . . .	36
5.2	Metodología a Utilizar . . . . .	37
5.3	Análisis y Diseño . . . . .	39
5.3.1	Simbología . . . . .	39
5.3.2	Tarjetas CRC . . . . .	42
5.3.3	Diagrama de Clases. . . . .	43
5.3.4	Diagrama de Objetos . . . . .	44
5.3.5	Diagrama de Transición de Estados . . . . .	45
5.3.6	Diagrama de Proceso . . . . .	46
5.3.7	Diagrama de Módulos . . . . .	46
CONCLUSIONES . . . . .		47



## INTRODUCCIÓN:

El tema de esta investigación son los sistemas expertos, particularmente implementados en los gimnasios de la ciudad de Uruapan, los SE o sistemas expertos son aplicaciones que actualmente están teniendo auge en el ámbito computacional y en todos los campos de acción humanos. En la actualidad y con la situación económica que prevalece en nuestro país, es difícil que una empresa salga adelante de todas las adversidades que el mismo medio se encarga de ponerles enfrente.

Uno de los principales problemas por lo que una empresa se hunde o quiebra es la falta de competitividad; esto es, tener ventajas que las empresas de la competencia o similares a la nuestra no tienen, y así poder captar una mayor cantidad de usuarios, clientes o simplemente una mayor atención del mercado mismo. Una de esas ventajas es el tener gente competitiva, y eso, a las empresas les cuesta; el tener una persona suficientemente capaz de realizar las tareas que queremos para que nuestra empresa tenga alguna ventaja o ventajas sobre la competencia o que de menos este a la par, es un costo que muchas veces las empresas no son capaces de sufragar.

Los sistemas expertos son un medio de tener el conocimiento de un experto las 24 horas del día en la empresa a un costo mucho menor. Por esto el objetivo de la presente investigación es la implantación de un prototipo de sistema experto, para aportar la ventaja competitiva que representa el tener el conocimiento de un experto dietista de grupos de alimentos las 24 horas del día y los 365 días del año, ya que el sistema no se enferma, ni

pide vacaciones como sucede con los expertos humanos, tampoco llega de mal humor y la confiabilidad de su conocimiento es mayor, ya que nunca se ve afectada por situaciones anímicas ni emocionales.

Dado que la situación de los gimnasios de Físico-constructivismo de Uruapan requiere de un alto grado de modernización y competitividad, y que el estado económico de los mismos no permite hacer grandes erogaciones para llegar a ello, se propone como un medio seguro y rentable, la implantación de un sistema experto.

La realización de la presente investigación se basa en la ubicación de los sistemas expertos dentro de su contexto en la inteligencia artificial, así como la descripción de su concepto, usos, características, funciones y aplicaciones. Fue necesario utilizar la metodología de Grady Booch para poder realizar el análisis y diseño correspondientes. Para ello se usaron fuentes documentales y de entrevista solo para la obtención de los conocimientos del experto.

El primer capítulo “Introducción a la Inteligencia artificial” nos da un panorama general de lo que es la inteligencia artificial, sus principales ramas y en lo que consiste cada una de ellas; esto con el fin de ubicar a los sistemas expertos dentro de la rama informática que les corresponde.

El capítulo segundo es una descripción de los sistemas expertos; su definición, historia y la enumeración de algunos de los primeros sistemas expertos y sus usos.

En el tercer capítulo “Sistemas Expertos Características Principales” se describen



las principales características que hacen a un sistema experto realmente un experto y algunas de sus especificaciones técnicas que lo diferencian de los programas normales.

Las “Funciones Y Aplicación De Los Sistemas Expertos ” están descritas en el cuarto capítulo, con el objetivo de crear una perspectiva clara del futuro y papel de los sistemas expertos en las empresas de todo tipo.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En el campo de la informática existen varios tipos de programa y de áreas, por eso es necesario ubicar el sistema experto en una de ellas. El presente capítulo trata de poner en claro el concepto de inteligencia artificial, así como sus ramas comerciales más conocidas, todo ello con el fin de ubicar los sistemas expertos dentro de un ámbito definido en las tendencias informáticas actuales.

### 1.1 ¿Qué es inteligencia artificial?

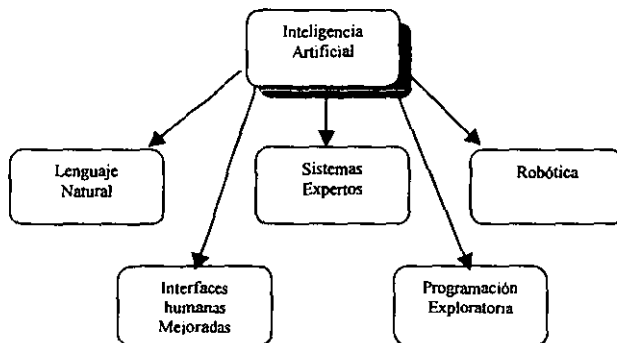
Inteligencia Artificial, o IA, es un programa de investigación académico del mismo modo que la física también lo es; cada vez más científicos de computadoras interesados en la inteligencia artificial tratan de determinar qué tipo de cosas son capaces de hacer las computadoras. Algunos investigadores de IA, conceptualizan su trabajo como una exploración en la naturaleza de la inteligencia humana o conocimiento, pero otros están interesados en determinar como las computadoras pueden resolver problemas específicos, otros investigadores de IA están relacionados con la programación de computadoras para reconocer la voz humana y crear programas que habiliten a la computadora para traducir texto de un lenguaje a otro.

Otros están interesados en diseñar tecnologías que hagan posible que los robots identifiquen objetos y razonen las consecuencias de varias acciones. Existe además, gente relacionada con el diseño de programas que piensen como expertos humanos. En los

últimos diez años algunos resultados de las investigaciones de inteligencia artificial, indican que algunos conceptos, procedimientos y técnicas diseñados en laboratorios de IA tienen un gran valor comercial; y una nueva industria dedicada a la comercialización de los aspectos más prometedores de la IA ha sido establecida.

## 1.2 Clasificación

La siguiente figura muestra las ramas comerciales de la investigación de IA, llevada a cabo durante los últimos arduos años. Las cinco áreas más activas para comercialización son (1) lenguaje natural, (2) robótica, (3) interfaces humanas mejoradas, (4) programación exploratoria, y (5) sistemas expertos. A continuación describiremos cada una de estas áreas:



### 1.2.1 Lenguaje Natural

Un lenguaje natural es cualquier lenguaje que los humanos hablan (Ej. Inglés, francés, español.) Algunos investigadores de IA tratan de diseñar Hardware y Software que permita a las computadoras interactuar con la gente en un lenguaje natural. Ahora la

actividad comercial que envuelve conceptos y técnicas derivados de la investigación del lenguaje natural está enfocado en el diseño de interfaces del lenguaje natural de bases de datos existentes. Así, con una interfaz del lenguaje natural, un jefe puede preguntar por información de una base de datos con una consulta tecleada o hablada a la hora que lo desee. Un programa de lenguaje natural puede convertir la consulta del jefe en un conjunto de comandos de base de datos para obtener la información de un programa de base de datos.

### **1.2.2 Robótica**

Crear dispositivos robóticos es difícilmente el asunto primordial de los investigadores de IA, a ellos les concierne sólo guiar estos dispositivos con programas de computadora y analicen y resuelvan los problemas que encuentren. Los “robots inteligentes” usan técnicas de inteligencia artificial para ver y manipular los objetos con que interactúan. En esencia, los robots pueden actuar “inteligentemente” gracias a que tienen un modelo del mundo en una computadora que les permite identificar cosas y analizar como cambian las mismas en respuesta a cualquiera de las acciones que el robot pueda emprender.

### **1.2.3 Interfaces Humanas Mejoradas**

La tercer área en la que las técnicas y conceptos de IA están siendo activamente empleadas para mejorar las prácticas comerciales existentes de computadoras involucra el diseño y desarrollo de mejores interfaces. Con la aplicación de técnicas psicológicas y de

programación originalmente desarrolladas en laboratorios de IA, computadoras con interfaces como esa se encuentran en los laboratorios siendo desarrolladas en los laboratorios Macintosh. Las mismas técnicas de hardware y software que hacen que Macintosh sea fácil de usar, pronto estarán disponibles en las estaciones de trabajo más nuevas de IBM Personal Computers.

#### **1.2.4 Programación Exploratoria**

Programación exploratoria trata a cerca de la aplicación de conceptos y técnicas de inteligencia artificial para el desarrollo de grandes aplicaciones. Las mismas técnicas que permiten a los programadores de Inteligencia artificial desarrollar aplicaciones de gran tamaño, incluyendo nuevos lenguajes de programación y programación de ambientes, modularidad, y desarrollo incremental, pueden ser usadas todas para poder incrementar la productividad convencional del programador. La integración de estas técnicas a los esfuerzos de la programación convencional esta actualmente mejorando la practica convencional, aún cuando ningún orto esfuerzo de la Inteligencia Artificial esta siendo contemplado.

#### **1.2.5. Sistemas Expertos**

De todas las actividades comerciales que resultan de la investigación de la Inteligencia Artificial, los sistemas expertos han recibido mas atención. Un sistema experto es un programa que manifiesta alguna combinación de conceptos, procedimientos, y técnicas derivadas de las actuales investigaciones en le área de inteligencia artificial. Estas

técnicas permiten a la gente diseñar y desarrollar sistemas computacionales que usen una base de conocimiento y técnicas de inferencia para analizar y resolver problemas. (HARMON,1988:5).

La derivación de varias ramas comerciales de la inteligencia artificial, todas ellas igual de importantes, nos dan un a idea del auge que están cobrando cada una y por lo tanto el área de sistemas expertos, que es nuestro objeto de estudio. Con lo visto anteriormente se ha creado un marco de referencia sobre el cual se puede empezar a ver los conceptos más importantes de lo que realmente es un sistema experto.

## CAPÍTULO II

### **SISTEMAS EXPERTOS: CONCEPTO Y USOS**

Los sistemas expertos como sistemas informáticos es el tema de este segundo capítulo, en el cual se presentan varias definiciones así como algo de la historia que los ha hecho venir evolucionando hasta llegar a la actualidad, también se muestra un cuadro con los sistemas expertos comerciales más conocidos, su autor y su uso.

#### **2.0 SISTEMA EXPERTO**

##### **2.1 DEFINICION:**

Son sistemas capaces de almacenar la experiencia y el saber hacer (know how) de uno o de varios especialistas humanos. Son almacenados en la computadora y después tienen la posibilidad de articular ese conocimiento a partir de un esquema de razonamiento inteligente en donde, el objetivo fundamental, es reproducir el comportamiento inteligente de esos especialistas. Así mismo, imitan el proceso de razonamiento de los expertos en la solución de problemas específicos, ofreciendo explicaciones respecto a sus inferencias, y manejan un dominio de complejidad real que normalmente requiere de una gran cantidad de conocimiento y experiencia. (MORALES, Norma Patricia,1992:34).

##### **2.1.1 OTRAS DEFINICIONES**

- Aplicación informática que soluciona problemas complicados que de otra manera exigirían ampliamente la pericia humana.
- Conjunto de programas de computadora que son capaces, mediante la aplicación de conocimientos, de resolver problemas en un área determinada del conocimiento o saber y que ordinariamente requerirían de la inteligencia humana.

- Forsyth (1986) dice que “Un Sistema Experto es un programa de computadora que reemplaza al experto humano.”
- Alain Turing “Si la ejecución de un conjunto de programas de computadora, puede convencernos de que su comportamiento es el que tendría un experto humano, entonces este conjunto de programas es un verdadero Sistema Experto” (ROLSTON,1992:34).

## 2.2 HISTORIA DE LOS SISTEMAS EXPERTOS:

La resolución de problemas es una de las constantes que han acompañado al hombre desde sus orígenes. Tanto los problemas que frenan las fronteras del saber como aquellos otros que impiden las realizaciones prácticas, o los simplemente creados por curiosidad o distracción, han llenado el tiempo y consumido los esfuerzos intelectuales del hombre.

En la década de los cincuenta aparición un interés especial por parte de los pedagogos y psicólogos, por encontrar los métodos generales de resolución de problemas, con el fin de que estos métodos se pudieran enseñar a los estudiantes y con ello se mejorara su preparación.

Los primeros estudios se realizaron con problemas de resolución geométrica.

Con la difusión de los primeros ordenadores, en la segunda mitad de la década de los 50's, los estudios ya realizados en el campo de la resolución de problemas se intentaron trasladar a los ordenadores. Surgen nuevos problemas como son la representación de los conocimientos en la memoria del ordenador, la representación de las relaciones entre los



conocimientos, etc.

En la década de los 60's, coincidiendo con la segunda época de la I.A., aparecen numerosos trabajos sobre el método general y universal de resolución desarrollados sobre ordenadores; de ellos el más famoso es el "General Program Solver" de Newell, Shaw y Simon, Universidad de Carnegie Mellon 1957.

Pese a la gran euforia con que se vivió los momentos iniciales (En 1967 Donald Michie de la Universidad de Edimburgo declaraba que en menos de 20 años existirían máquinas tan inteligentes como el hombre), y los grandes recursos que se emplearon, lo cierto es que no se obtuvo ningún éxito notable.

Uno de los problemas que surgieron en aquel entonces fue, la aparición de la explosión combinatoria en los cálculos exhaustivos que limitaba la profundidad en los mismos y el número de conocimientos que se podían procesar, es decir, se calculaban todas las posibles soluciones para luego elegir la óptima. Aparecen entonces los primeros algoritmos de poda (algoritmo alfa-beta de John McCarthy 1961).

El error que se cometió fue, tal vez, emprender un problema tan general y amplio con herramientas poco adecuadas. Tanto el software como el hardware estaban adaptados al cálculo numérico y no al campo simbólico, las computadoras eran lentas y tenían poca capacidad de memoria, es decir, se gastaban muchos recursos y estos eran caros, además los conocimientos lógico-matemáticos necesarios para estos desarrollos todavía estaban en su infancia.

Como ejemplos, cabe recordar que no fue hasta 1960 cuando John McCarthy creó el lenguaje LISP , y este se consideró durante algo más de una década como un lenguaje inútil (“ List of Stupid and insipid Parenthesis”) o que el “Principio de Resolución Automática”, base del PROLOG no lo formuló J. Alan Robinson hasta 1965.

En la década de los 70's, coincidiendo con la tercera época de la Inteligencia Artificial, los planteamientos en el campo de la resolución de problemas cambian. No conociéndose los mecanismos generales de resolución de la mente humana se pensó en simular los mismos para campos muy concretos del conocimiento. Es decir, se imita la forma externa o comportamiento aparente, que es precisamente el enfoque completamente opuesto a la línea de investigación de las redes neuronales.

El manejo eficaz de los conocimientos dio entonces sus primeros éxitos: Los Sistemas Expertos. Este hecho llenó de nuevo de optimismo a la comunidad científica que entre otras cosas había visto como las subvenciones por parte de los gobiernos se recortaban y en muchos casos desaparecían ante la falta de logros palpables en el campo de la I.A.(SANCHEZ,1989,14)

## 2.2.1 Primeros Sistemas Expertos

Sistema	Fecha	Autor	Tema
Dentral	1965	Stanford	Deduce información sobre estructuras químicas.
Macsyma	1965	MIT	Realiza análisis matemático complejo.
Hearsay	1965	Carnegie-Mellon	Interpreta en lenguaje natural un subconjunto de idioma.
Age	1973	Stanford	Herramienta para generar sistemas expertos.
Mycin	1972	Stanford	Diagnóstico de enfermedades de la sangre.
Teiresias	1972	Stanford	Herramienta para transformación de conocimientos.
Prospector	1972	Stanford	Exploración Mineral y herramientas de identificación.
Rosie	1978	Rand	Herramientas de desarrollo de sistemas expertos.
OPS5	1974	Carnegie-Mellon	Herramientas de desarrollo de sistemas expertos.
R1	1978	Carnegie-Mellon	Configurador de equipos de computación para la DEC.
Caduceus	1975	Univ. Of Pittsburgh.	Herramienta de diagnóstico para medicina Interna.

(ROLSTON,1992:2)

Como se ha podido ver, existen varias definiciones de sistemas expertos, pero todas caen a lo mismo; un programa que tiene los conocimientos de uno o varios humanos y que por medio de búsquedas en una base de conocimientos nos ayudan a resolver problemas de la misma forma que lo haría el experto(s) del cual se extrajeron los conocimientos. Los sistemas expertos han estado en constante evolución y como anteriormente se mostró, llevan un paso acelerado e incansable de mejoras que algún día los harán un medio perfecto para la resolución de la mayoría de los problemas.

## CAPÍTULO III

### **SISTEMAS EXPERTOS: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

En el presente capítulo veremos la serie de atributos que hacen de un sistema experto un programa diferente a todas las aplicaciones que se conocen normalmente, características generales y técnicas que proporcionan a los programas expertos los medios para resolver problemas o tomar decisiones de la misma manera que lo haría la persona de la cual el propio sistema tiene sus conocimientos.

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EXPERTO**

La tecnología de construcción de los Sistemas Expertos está a caballo entre la ingeniería de programación y circuitos, y el psicoanálisis. La lógica, la pedagogía y la psicología son tres de las ramas del saber de las que con más frecuencia se hace uso.

Realmente un sistema experto actual no se comporta como un experto humano pues no se conocen todavía los procesos mentales que se ponen en funcionamiento en el hombre cuando trata de resolver un problema y mucho menos cual es el fundamento de la inspiración. Es por esto que lo que realmente hace un sistema experto es simular estos procesos, pero de una forma mejorada, ya que el sistema experto, tiene como características, gracias a su gran capacidad de comunicar, el explicar porqué procede de una u otra forma y el justificar los resultados obtenidos, dos puntos que a veces el experto humano no sabe o no quiere explicar.(SANCHEZ,1989:19).

## 3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES:

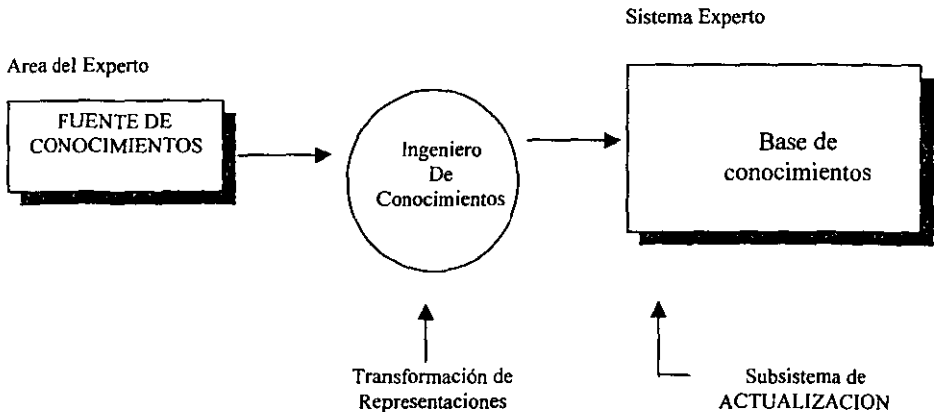
### 3.2.1 Adquisición de Conocimientos:

Los sistemas expertos actuales en general no son capaces de obtener el conocimiento por sí solos mediante la práctica, así pues no son realmente sistemas expertos, y es más correcto denominarlos sistemas basados en el conocimiento, aunque está tan difundida la denominación de sistemas expertos que es el nombre que les caracteriza.

En los S.E. actuales, el conocimiento debe introducirse previamente. Para ello debe extraérsele al experto humano; que es una cosa muy compleja, luego este conocimiento hay que representarlo tanto sobre papel como posteriormente en el propio sistema experto, y por último este conocimiento debe ser aplicable a la resolución de los problemas y tiene que podersele comunicar al usuario del sistema.

Para obtener los conocimientos necesarios para el sistema existe la ingeniería de conocimientos; que es el proceso de adquirir el conocimiento de un área específica y estructurarlo en la base de conocimientos.

La sig. Figura ilustra como funciona típicamente el proceso:



Aunque los conocimientos pueden conseguirse de una gran variedad de fuentes, incluyendo la documentación y los sistemas de información computacional existentes, la mayor parte de él, debe de obtenerse de personas expertas. El conocimiento suministrado por el experto, por lo general estará en forma tal que sea orientado hacia el tema del área.

Un ingeniero de conocimientos (IC) es la persona que obtiene los conocimientos del área del experto y los transporta a la base de conocimientos. En razón de que un sistema experto requiere que los conocimientos en la base de conocimientos se guarda de acuerdo con las normas de representación de conocimientos del sistema el IC debe transformar la representación del conocimiento como parte del proceso de transporte.

Para adquirir el conocimiento necesario, el IC primero debe establecer una comprensión global del área, formar un diccionario mental de los términos y jerga esenciales del área y desarrollar una comprensión básica de los conceptos claves. Luego debe condensar el conocimiento sucinto a partir de la información suministrada por el experto.

Comúnmente, la función de adquisición de conocimientos es el aspecto de mayor dificultad en la construcción de un SE. Esto se debe principalmente al hecho de que el proceso requiere comunicaciones humanas ampliadas, entre el experto en el área y el IC y en consecuencia encuentra los problemas asociados con esta actividad.

(SÁNCHEZ,1989:20)

### **3.2.2 Fiabilidad:**

La fiabilidad que le damos a un experto humano es función del grado de explicación

que nos da tras haber resuelto un problema y a la fama que cuenta por la resolución de problemas anteriormente propuestos. Los expertos humanos, además, suelen pronunciar conferencias, impartir cursos, etc. Es decir de una u otra forma transmiten su conocimiento.

La explicación es en realidad aportar argumentos de fácil comprensión con el fin de apoyar a las conclusiones a las que se llegan.

Los S.E. tienen por tanto que demostrar su mayoría de edad por sus explicaciones y por sus éxitos en la resolución brillante de las tareas que se le encomiendan, al igual que ocurre con los seres humanos.

Los cálculos de tipo mecánico no precisan de mayor explicación que el propio algoritmo, en cálculos de tipo probabilísticos o estadísticos, y basta con conocer la función de distribución asociada a los mismos. Sin embargo para los cálculos de tipo simbólicos hay que conocer todas y cada una de las opciones (explicación del proceso elegido y justificación de los resultados).

Para proporcionar los niveles críticos de explicación, el sistema debe identificar el nivel de conocimientos del usuario y entender como adaptar la explicación para acoplarla apropiadamente. Las facilidades de explicación en varios sistemas actuales se limita a listar simplemente las reglas que se utilizaron durante la ejecución. (SANCHEZ,1989:20)

### **3.2.3 Dominio de conocimientos:**

Un experto humano externamente aparece limitado, pese a que fisiológicamente no

se observan de forma tan clara esta limitación, sin embargo existe una limitación clara, que es el tiempo necesario para el aprendizaje.

De hecho, los expertos humanos los son únicamente en un área del conocimiento muy concreta, de ahí que popularmente se asocia a la figura del experto, o “sabio”, el que sea torpe en otros campos.

Un S.E. tiene por razones físicas una limitación en el conocimiento que puede contener, no solamente por el tamaño de la memoria en la que se almacena, sino también por el tiempo requerido para su procesamiento, por lo que **un sistema Experto es solo experto en un campo muy reducido del saber**. Si bien es cierto que cada día es mayor la capacidad de los sistemas expertos gracias a los constantes desarrollos tecnológicos

Como se ve: las dos funciones básicas de un sistema experto son la resolución en base a un conocimiento y la comunicación de este conocimiento al usuario, dos tareas que tradicionalmente iban separadas como la calculadora y el libro o como programas distintos de computadora, curiosamente en los expertos humanos estas características no siempre se encuentran unidas, necesitando el experto una formación adicional para explicar los procesos seguidos con claridad. (SÁNCHEZ,1989:21)

#### **3.2.4 Resolución de problemas:**

Un experto humano es capaz de resolver de una forma más rápida y eficaz un problema completamente nuevo dentro de su campo que un no experto o teórico, esto es debido a que el experto posee además de un conocimiento y unas estrategias básicas de resolución, numerosas tácticas que le permiten evitar pruebas inútiles o poco útiles, el



orden de las mismas, y también suelen realizar con gran seguridad cálculos aproximados.

Se basan en esta característica de los expertos muchas de las pruebas que tradicionalmente se realizan en la enseñanza, en la que con gran consternación ve el alumno como los problemas de algunos exámenes son distintos a los realizados en clase, siguiendo el profesorado una máxima como la siguiente “Sabe de verdad quien es capaz de resolver lo nuevo” (SÁNCHEZ,1989:22)

A un experto le basta con un conjunto de reglas finitas para poder afrontar cualquier problema dentro de su campo. En un SE la estrategia general de resolución es realmente el control del sistema, que se denomina motor de inferencia.

La táctica en un S.E. se suele representar de varias formas, de las cuales las mas utilizadas son: El uso de coeficientes de certeza y el empleo de metarreglas.

### **3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:**

Un programa tradicional está compuesto por entradas y salidas de: datos (ya sean constantes o variables), algoritmos (ya sean lógicos o aritméticos) y sentencias de control generalmente estructuradas en orden continuo, todo ello formando una misma unidad.

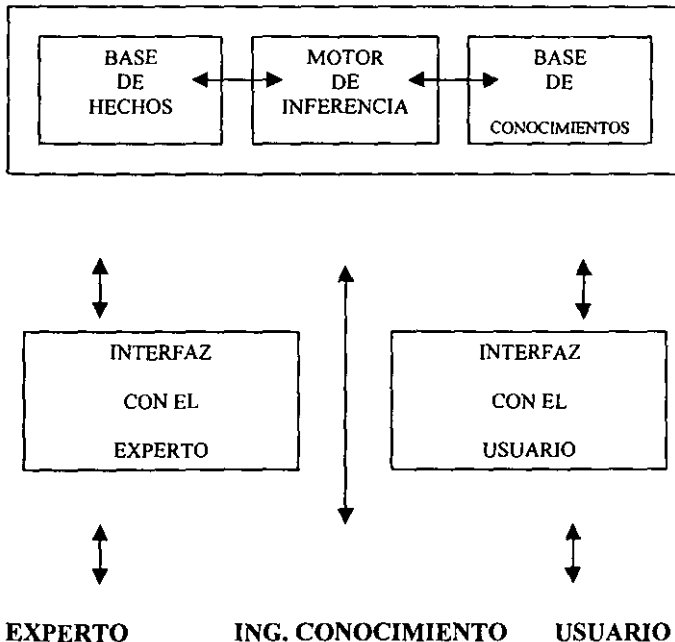
Pudiendo representarse esto de la sig. Forma:

**DATOS + ALGORITMOS + CONTROL + ENTRADAS/SALIDAS = PROGRAMA**

En cambio, en un sistema experto, estos elementos son independientes unos de otros y forman unidades separadas. Los datos están agrupados en lo que se **denomina Base de Hechos**, los algoritmos no existen y en su lugar se utilizan sistemas de representación del conocimiento de tipo declarativo que forman **la Base de Conocimientos**, el control es independiente y se le denomina **Motor de Inferencia**, por último la entrada y salida de datos es similar a los programas tradicionales. Pudiendo representarse esto de la sig. Forma:

(BASE DE HECHOS, BASE DE CONOCIMIENTOS, MOTOR DE INFERENCIA, ENTRADA/SALIDA) = SISTEMA EXPERTO

Organigrama de funcionamiento de un sistema experto:



Un algoritmo es un procedimiento para ejecutar según un orden determinado un conjunto de operaciones elementales, suficientes para la resolución de todos los problemas de una clase.

Los algoritmos son determinísticos, ya que partiendo de los mismos datos se llega a los mismos resultados; masivos porque son aplicables a toda una clase de problemas, y resolutivos, ya que siempre llegan a la solución si es que no existe algún error en la entrada de datos, además suelen ser mínimos y únicos.

Un heurístico es un proceso creador que a partir de un conjunto de operaciones elementales suficientes resuelve todos los problemas de una clase.

Los heurísticos son: determinísticos ya que una vez establecido el heurístico partiendo de los mismos datos se llega a los mismos resultados; masivo ya que es aplicable a todos los problemas de una clase, y no es resolutivo, pues no garantiza la resolución. Estos, a diferencia de los algoritmos no son ni mínimos ni únicos.

Por otra parte el proceso solamente es creador la primera vez que se realiza, después, es ya un algoritmo fruto de la experiencia; a estos algoritmos experimentales se les llama heurísticos.

Cabría preguntarse que ventajas suponen los heurísticos frente a los algoritmos.

Frente a un algoritmo no tiene en general ninguna ventaja un heurístico, pero hay que tener en cuenta que:

1. Debe existir un algoritmo
2. El algoritmo debe ser finito en términos relativos.

Estas dos condiciones no tienen porque darse en todos los casos y es precisamente cuando alguna de estas dos condiciones no se dan cuando toman interés el empleo de los heurísticos.

El uso de los heurísticos no asegura por lo general encontrar una solución, ni tan siquiera en le caso de encontrarla que esta sea la óptima. Este riesgo debe de ser tenido en cuenta y únicamente lo puede valorar en toda su dimensión el experto que lo ha creado.

(SANCHEZ,1989:36)

### 3.4 Diferencias entre un programa tradicional y un sistema experto:

	SISTEMA EXPERTO	PROGRAMA TRADICIONAL
<b>Conocimiento</b>	En programa e independiente	En programa y circuitos
<b>Tipo de datos</b>	Simbólicos	Numéricos
<b>Resolución</b>	Heurística	Combinatoria
<b>Definición del Problema</b>	Declarativa	Procedimental
<b>Control</b>	Independiente-No secuencial	Dependiente-Secuencial
<b>Conocimientos</b>	Imprecisos	Precisos
<b>Modificaciones</b>	Frecuentes	Raras
<b>Explicaciones</b>	Si	No
<b>Solución</b>	Satisfactoria	Óptima
<b>Justificación</b>	Si	No
<b>Resolución</b>	Area limitada	Específico
<b>Comunicación</b>	Independiente	En programa

(SÁNCHEZ,1989:25)

### 3.5 Diferencias importantes entre un experto humano y un Sistema Experto actual.

	Sistema Experto	Experto Humano
<b>Conocimiento</b>	Adquirido	Adquirido +Innato
<b>Adquisición del conocimiento</b>	Teórico	Teórico + Práctico
<b>Campo</b>	Único	Múltiples
<b>Explicación</b>	Siempre	A veces
<b>Limitación en capacidad</b>	Si	Sí, no evaluable
<b>Reproducible</b>	Si, Idéntico	No
<b>Vida</b>	Infinita	Finita

(SÁNCHEZ,1989:26)

### 3.6 Los elementos que forman un sistema experto son:

- El motor de inferencia
- La base de hechos
- La base de conocimiento
- Los módulos de comunicación o de entrada/salida que se subdivide en:
  - Ø El módulo de consulta o del usuario
  - Ø El módulo de trabajo o del experto

#### 3.6.1 Motor de Inferencia:

El motor de Inferencia es realmente el sistema de control del Sistema Experto que construye una forma dinámica de las soluciones.

El motor de inferencia 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 funcionamiento general de un motor de inferencia es el siguiente:

1. Evaluación, en el cual se selecciona el conocimiento a emplear.
2. Comprobación, de que el conocimiento es aplicable.
3. Ejecución, en el cual se aplica el conocimiento.
4. Comprobar, condición de final.
5. Controlar reglas activas.

En general un motor de inferencia, viene definido por las siguientes características:

- El lenguaje con el que ha sido escrito
- La velocidad de trabajo (inferencias por segundo)
- Las estrategias que utiliza
- El sistema de elección del conocimiento
- La posibilidad de utilizar metaconocimientos.
- El orden de la lógica que emplea
- El método de evaluación.

### **3.6.1.1 Características**

Como característica más importante, un motor de inferencia de un Sistema Experto, es independiente del conocimiento y de los hechos. Esto significa que una variación en cualquiera de las bases puede significar una variación en el resultado pero no variará el control y por tanto este permanecerá libre de errores debidos a cambios en la misma. Un mismo motor de inferencia puede ser la base de varios sistema expertos en diferentes campos del conocimiento. (SÁNCHEZ,1989:37)

### **3.6.2 Mecanismos de Búsqueda**

El motor de inferencia en un sistema experto puede utilizar dos estrategias en la búsqueda de las soluciones dentro del espacio de todas las disponibles que son:

1. Búsqueda no ordenada de soluciones:

- Aleatoria: en la que se recorre de forma exhaustiva o también llamada combinacional de toda la base de conocimientos, método que solamente es válido cuando esta es pequeña y/o la velocidad de búsqueda es alta. Con este tipo de búsqueda se encuentran todas las soluciones posibles, por lo que se puede elegir la óptima.
  - Heurística: En la que se divide la base de conocimientos en módulos y solamente se busca en alguna de esas partes según lo indique el metaconocimiento, este método de búsqueda ahorra gran cantidad de tiempo. La solución alcanzada mediante este tipo de búsqueda se aproxima tanto más a la solución óptima cuanto mejor sea el conocimiento heurístico que contenga el sistema experto. La búsqueda heurística es muchísimo más rápida que la exhaustiva y es tanto más necesaria cuanto mayor es el número de soluciones posibles.
2. Búsqueda ordenada de soluciones: Se basa en el encadenamiento del conocimiento cuando este está representado en forma de reglas. Este encadenamiento se consigue haciendo que el consecuente o acción de una regla se convierte en el antecedente de la siguiente regla a considerar. El encadenamiento genera estructuras de árbol, y puede darse por terminado cuando se encuentra una solución o el conjunto total de las mismas. La búsqueda ordenada también admite el uso de heurísticos que permiten la poda del árbol de soluciones. Las podas no solamente se pueden hacer mediante heurísticos sino que también mediante algoritmos.

Tanto los heurísticos como los algoritmos de poda pueden ser:

- Ciegos: Si actúan sin tener en cuenta el conocimiento, sino únicamente la estructura o



los coeficientes incluidos para este fin.

- No ciegos: Consideran los conocimientos

Existen varios sentidos de encadenamiento que son:

- Encadenamiento hacia delante, guiado por datos o deductivo: consiste en enlazar los conocimientos a partir de unos datos con el fin de obtener una solución de un problema. Es el modo de trabajo al que estamos más acostumbrados y el más práctico para cálculos de tipo numérico.
- Encadenamiento hacia atrás, guiado por los objetivos o inductivo: consiste en comprobar que un objetivo es cierto en base a unos hechos que forman el universo del sistema y en base a unos conocimientos.
- Encadenamiento mixto: Es el más empleado en los sistemas expertos consiste en, primeramente buscar un conjunto de soluciones mediante un encadenamiento hacia delante, tras lo cual mediante un encadenamiento hacia atrás se verifican estas soluciones. También el encadenamiento hacia delante sirve para guiar la búsqueda de soluciones.
- Los sistemas que utilizaban el encadenamiento mixto son susceptibles de entrar en lazos infinitos, por lo que hay que dotar a estos sistemas de detectores y abridores de lazos.

(SÁNCHEZ,1989:38)

### 3.6.3 Elección del conocimiento:

Un motor de inferencia debe buscar el conocimiento que puede ser aplicable para la resolución del problema, después de ello elegir uno entre todos y aplicarlo, con el fin de obtener la solución. (SÁNCHEZ,1989:44)

Una vez que ya hemos visto todas las características anteriores, se puede entender el porque un sistema experto es diferente a todas las demás aplicaciones, tiene una base de conocimiento que corresponde a los conocimientos de un experto en algún área determinada en la vida real, tiene una serie de reglas (motor de inferencia) que corresponde a la manera en que el experto tomaría las decisiones pertinentes que corresponderían a un problema dado. Es fiable porque los conocimientos no se tergiversan y se puede consultar a todas horas del día.

## CAPÍTULO IV

### **FUNCIONES Y APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS**

Una vez que ya conocemos el ámbito en el que se encuentran clasificados los sistemas expertos, sus principales características y atributos, la manera en que trabajan y las diferencias que tienen con otro tipo de aplicaciones, es necesario poner en claro que tipo de funciones tiene un sistema experto, las principales actividades que puede realizar y el porqué es bueno construir sistemas expertos.

#### **4.1 Funciones**

Los sistemas expertos son sistemas capaces de almacenar las experiencias y el saber como (know how) de uno o de varios especialistas humanos. Son almacenados en la computadora y después tienen la posibilidad de articular ese conocimiento a partir de un esquema de razonamiento inteligente en donde, el objetivo fundamental, es reproducir el comportamiento inteligente de esos especialistas.

Así mismo, imitan el proceso de razonamiento de los expertos en la solución de problemas específicos, ofreciendo explicaciones respecto a sus inferencias, y manejan un dominio de complejidad real que normalmente requiere de una gran cantidad de conocimiento y experiencia.

#### **4.2 Porqué Construir Sistemas Expertos**

Entre muchas y diferentes causas están las siguientes:

- Los programas pueden realizar tareas de manera rápida y barata – la capacitación de un solo especialista significa una gran inversión y tiempo, y un sistema experto puede ser difundido dentro de toda una organización, al mismo tiempo.
- Muchos expertos pueden colaborar en la creación de un sistema experto, de manera que el conocimiento almacenado puede ser mayor.
- Se puede formalizar el conocimiento explícito que puede ser duplicado, enseñado, criticado, y aumentado.
- Se reduce el tiempo de inoperabilidad debido a la ausencia de expertos, lo que se refiere a que generalmente los especialistas no están todo el tiempo junto a los procesos o problemas, y casi siempre los problemas surgen cuando los especialistas no se encuentran en la organización y es el momento en que se toman las malas decisiones.
- Con la utilización de sistemas expertos se evitan esas malas decisiones que siempre vienen a resultar contraproducentes para la organización.
- Se puede llevar el conocimiento de un sistema experto hacia lugares cuyas condiciones sean peligrosas para el ser humano: de hecho, todos los robots son manipulados a partir de cierto software que, en pocas palabras, es un sistema experto.
- Facilitan la transferencia y disponibilidad de conocimientos, lo que quiere decir que, por ejemplo en las organizaciones, se nota que la cantidad de especialistas es bastante pequeña y, por lo mismo, es gente que está muy ocupada y que difícilmente tendrá tiempo de capacitar a otras personas.

Cabe resaltar que no todos los problemas se pueden resolver con los sistemas expertos; es necesario delimitar cual es el rango de actividades humanas que es posible resolver con esta tecnología.

Primeramente hay que analizar la complejidad: Existen problemas demasiado complicados que no pueden ser resueltos con sistemas expertos.

Existen problemas demasiado simples, factibles de ser resueltos por medio de la utilización de la informática tradicional.

Existe la necesidad de proporcionar explicaciones, lo que no brindan los sistemas tradicionales, como un sistema experto está abocado a problemas más críticos, tiene la necesidad de dar explicaciones.( MORALES, 1992:35)

#### **4.3 Áreas de Aplicación:**

Fundamentalmente se orientan hacia problemas de interpretación en la que se busca, a partir de ciertos datos, buscar otros de un nivel conceptual mayor a los primeros. Otras áreas de aplicación son la predicción, el diagnóstico, el diseño, planeación de la producción, monitoreo, enseñanza y control. (MORALES, 1992:36)

El rápido crecimiento de la economía mexicana, con exigencias de productividad y competitividad para las empresas, hará cada vez más necesarios a los sistemas expertos, tanto para mejorar la calidad como para disminuir los costos, esto generalizará el uso de estos sistemas en todas las áreas de la economía tanto nacional como en el mundo.

## CAPÍTULO V

### CASO PRÁCTICO

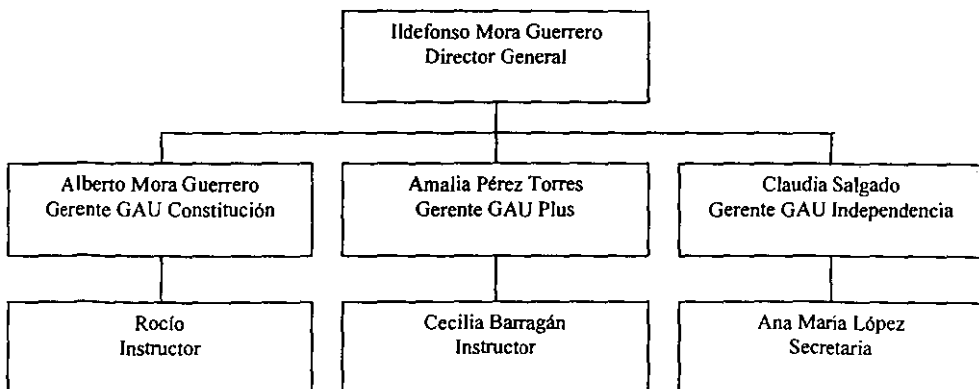
#### 5.1 MARCO DE REFERENCIA

El caso práctico de esta investigación será realizado en una empresa llamada Gimnasio Atlético Uruapan, la cual fue fundada por Ildelfonso Mora Guerrero en el año de 1983, en la ciudad de Uruapan Mich.

La problemática de la empresa es que el propietario, que también es el encargado del seguimiento de la evolución del equipo de competencia del propio gimnasio, no tiene el tiempo suficiente para estar con cada uno de los elementos del equipo y poder formularles una dieta personalizada.

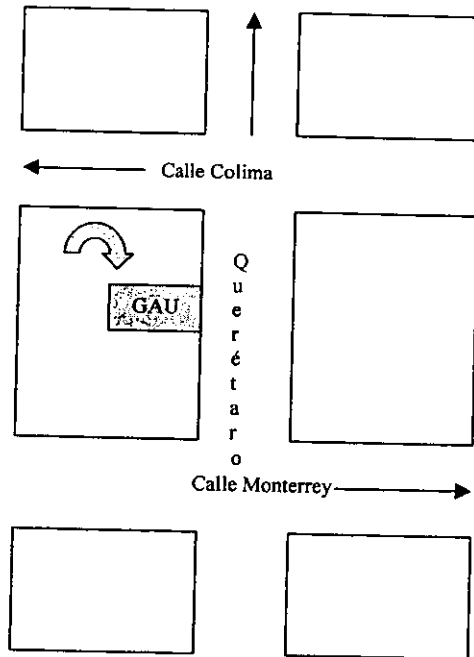
Es por eso que se propone la implantación de un sistema experto que haga las veces del dietista, con la limitante de que es solo para los integrantes del equipo de competición del Gimnasio Atlético Uruapan.

#### 5.1.1 Organigrama General.



### 5.1.2 Ubicación del Gimnasio Atlético Uruapan

La empresa se encuentra ubicada en la calle Querétaro No. 55 Colonia Ramón Farías con sucursales en la calle Independencia No. 233 Colonia Centro y en Constitución 112-200. El sistema solo se implantará en la matriz, ya que es la única que cuenta con equipo de cómputo, además de que es allí donde entrena la mayoría de los usuarios potenciales.



## 5.2 Metodología a Utilizar.

En el presente estudio se emplea la metodología de Gradi Booch para representar el análisis y diseño del sistema. Algunos puntos importantes de este método son los siguientes:

- El diseño no es el acto de dibujar un diagrama; un diagrama se limita a plasmar un diseño.
- En el diseño de un sistema complejo es importante ver el diseño desde muchas perspectivas: a saber, su estructura física y lógica y su semántica estática y dinámica.
- La notación para el desarrollo orientado a objetos incluye cuatro diagramas básicos (diagramas de clases, diagramas de objetos, diagramas de módulos y diagramas de procesos) y dos diagramas suplementarios (diagramas de transición de estados y diagramas de interacción).
- Se usa un diagrama de clases para mostrar la existencia de clases y sus relaciones en el diseño lógico del sistema. Un diagrama de clases simple representa una vista de la estructura de clases de un sistema.
- Se usa un diagrama de objetos para mostrar la existencia de objetos y sus relaciones en el diseño lógico de un sistema. Un diagrama de objetos simple puede usarse para representar un escenario.
- Se usa un diagrama de módulos para mostrar la asignación de clases y objetos a módulos en el diseño físico de un sistema. Un diagrama de módulos simple representa una vista de la arquitectura de módulos de un sistema.



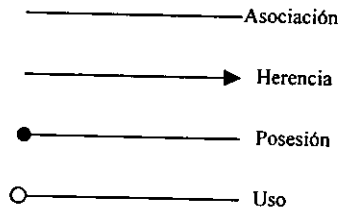
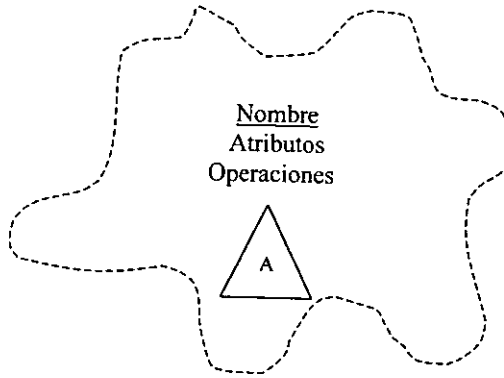
- Se usa un diagrama de procesos para mostrar la asignación de procesos a procesadores en el diseño físico del sistema. Un diagrama de procesos simple representa una vista de la arquitectura de procesos de un sistema.
- Se usa un diagrama de transición de estados para mostrar el espacio de estados de una instancia de una clase dada, los eventos que causan una transición de un estado a otro y las acciones que se derivan de un cambio de estado.
- Se usa un diagrama de interacción para seguir la pista a la ejecución de un escenario en el mismo contexto que un diagrama de objetos.

(BOOCH,1988:260)

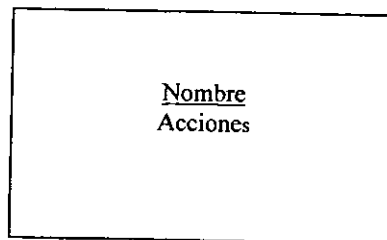
## 5.3 Análisis y Diseño

### 5.3.1 Simbología Utilizada

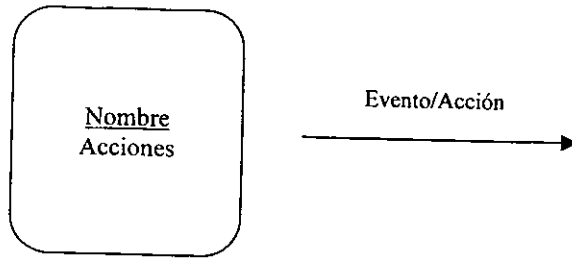
#### Diagrama de Clases



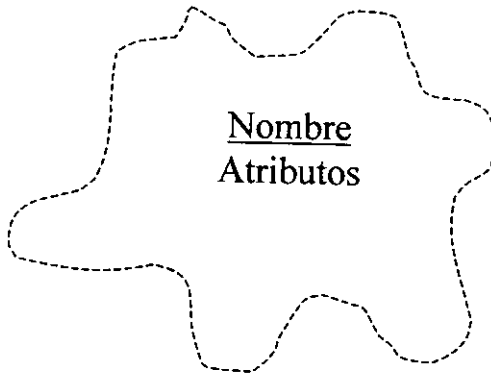
#### Icono de Categoría de Clases



## Diagrama de Transición de estados



## Icono de un Objeto



Diagramas de Módulos:

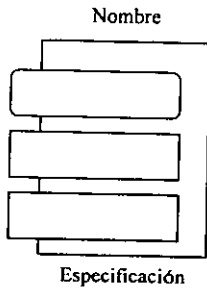
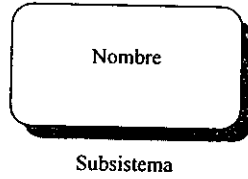
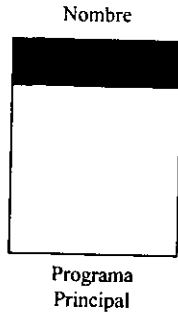
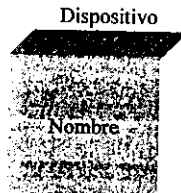
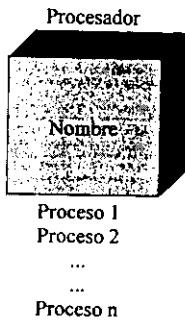


Diagrama de Procesos:



### Enunciado Fuente de las Instancias de Clase:

El programa pide al usuario un conjunto de datos que utiliza para poder “calcular” una dieta, que sirva a usuario para sus expectativas.

### 5.3.2 TARJETAS CRC

NOMBRE CLASE: DIETA  
PARAMETROS:  
CLAVE\_ALIMENTO  
NOMBRE\_ALIMENTO  
GRUPO  
METODOS  
CALCULAR ( );

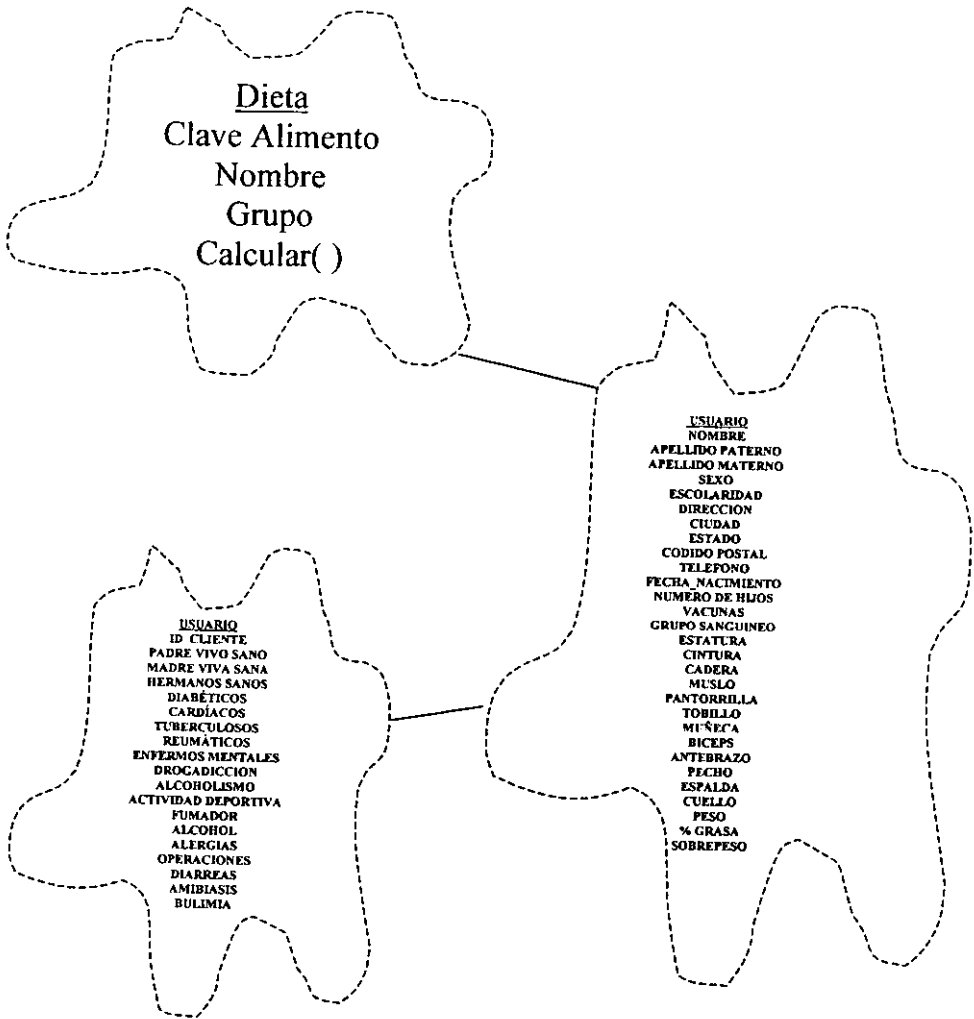
NOMBRE CLASE: USUARIO  
PARAMETROS:

- ID\_CLIENTE
- PADRE VIVO SANO
- MADRE VIVA SANA
- HERMANOS SANOS
- DIABÉTICOS
- CARDÍACOS
- TUBERCULOSOS
- REUMÁTICOS
- ENFERMOS MENTALES
- DROGADICCION
- ALCOHOLISMO
- ACTIVIDAD DEPORTIVA
- FUMADOR
- ALCOHOL
- ALERGIAS
- OPERACIONES
- DIARREAS
- AMIBIASIS
- BULIMIA

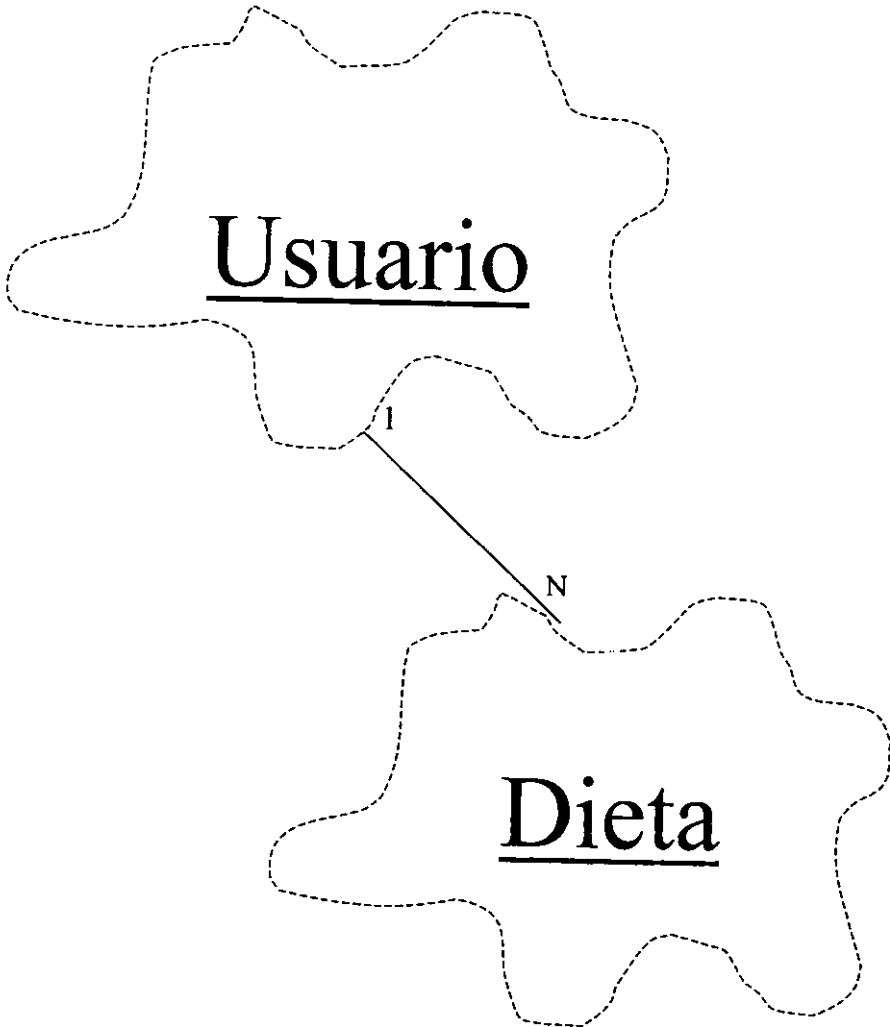
NOMBRE CLASE: USUARIO  
TIPO: ESPECIALIZACION

- NOMBRE
- APELLIDO PATERNO
- APELLIDO MATERNO
- SEXO
- ESCOLARIDAD
- DIRECCION
- CIUDAD
- ESTADO
- CODIGO POSTAL
- TELEFONO
- FECHA\_NACIMIENTO
- NUMERO DE HIJOS
- VACUNAS
- GRUPO SANGUINEO
- ESTATURA
- CINTURA
- CADERA
- MUSLO
- PANTORRILLA
- TOBILLO
- MUÑECA
- BICEPS
- ANTEBRAZO
- PECHO
- ESPALDA
- CUELLO
- PESO
- % GRASA
- SOBREPESO

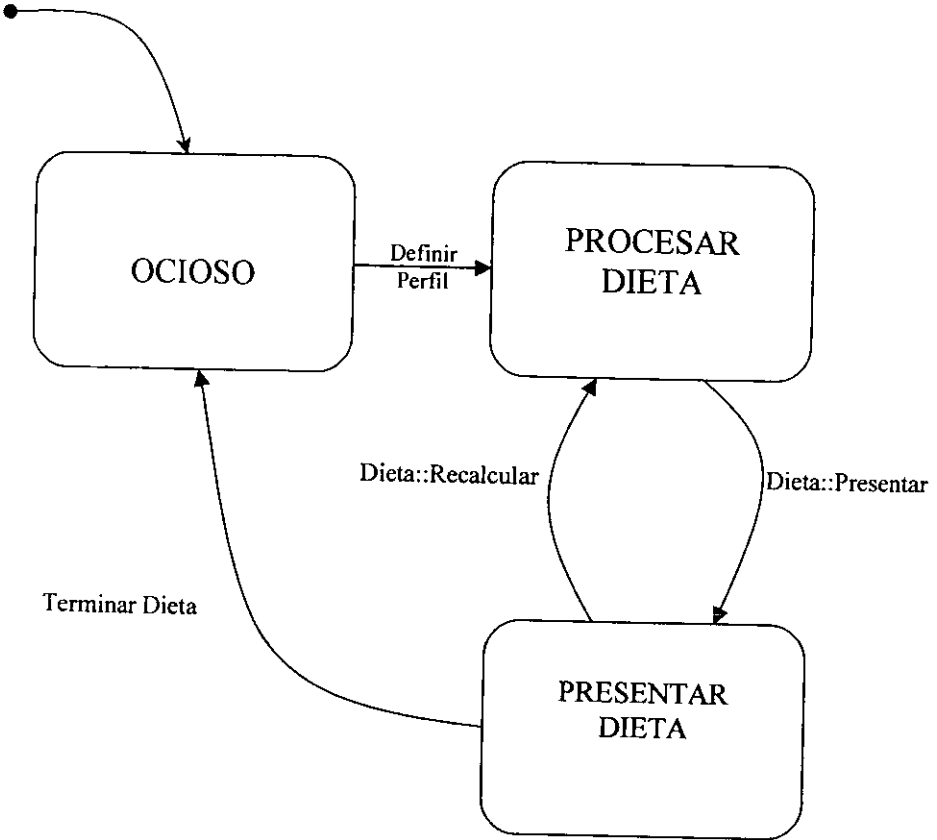
### 5.3.3 Diagrama de Clases:



### 5.3.4 Diagrama de Objetos:

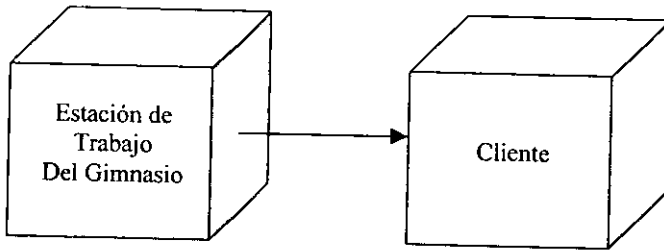


### 5.3.5 Diagrama de Estados de Transición

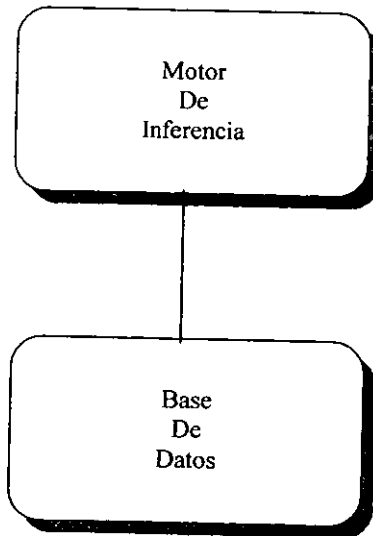




### 5.3.6 Diagrama de Proceso:



### 5.3.7 Diagrama de Módulos



## CONCLUSIONES:

Para concluir la presente investigación, vamos a citar la opinión de dos importantes empresarios mexicanos a cerca de los sistemas expertos:

“Normalmente, la labor de análisis y evaluación implica el trabajo de dos especialistas, durante una semana que después entregarán un informe de 10 páginas – señala Roberto Araya (Director de AutoMínd México) – en cambio con un sistema experto en el área, cualquier ejecutivo puede hacerlo en menos de dos minutos sin grandes conocimientos” En otras palabras, el sistema experto distribuye el conocimiento en toda la organización, aumenta la productividad y disminuye los costos. (PARRA,1992:46).

Si aunamos a la anterior la opinión que da Carlos Silverman, director general de Desarrollos Cibernéticos. S.C., quien señala que los sistemas expertos son una importante herramienta en recursos humanos de las empresas “Todo lo que se gasta en entrenamiento de personal especializado –seminarios fuera de la ciudad, estancia en hoteles, pago a capacitadores, tiempo muerto del personal en entrenamiento – es sustituido por un sistema que ya contiene el conocimiento de expertos, puesto en práctica por alguien no especializado, en pocos minutos y si a esto se le agrega que muchas veces se entrena al personal y luego abandona la empresa, los costos son aún mayores” (PARRA,1992:46).

Partiendo de las dos opiniones anteriores y como resultado de la presente investigación se puede concluir que los sistemas expertos son, hoy día, una buena alternativa de solución para las empresas que quieren reducir sus costos en un porcentaje

importante, ya que un experto humano, cobra su sueldo anual, las prestaciones, vacaciones, incapacidades, cursos de capacitación y el tiempo muerto que implican, además de que tienen un horario no mayor a 8 horas diarias y si lo exceden hay que pagar horas extras también. Por esto, la erogación que implica un sistema experto y su mantenimiento es considerada como favorable para las empresas en cuestión de costos.

Además de esto, se resaltan algunas virtudes de los sistemas expertos como lo son el que se pueden consultar a cualquier hora del día, es decir, los humanos tenemos serias limitantes con los horarios, ya que no podemos estar las 24 horas del día en la empresa, un sistema experto puede ser consultado a la hora que se necesite, las personas tenemos altibajos en nuestro estado de ánimo, cosa que repercute en todas las actividades que hacemos ya sea positiva y negativamente; si es positivamente no hay problema, pero si es negativamente si tiene repercusiones en nuestro trabajo, y es cuando se cometen la mayoría de los errores o negligencias, con un sistema experto el trabajo siempre se realiza de la misma forma.

Otra ventaja es que nos brindan, es una serie de conocimientos cuya fiabilidad tiene un grado bastante razonable ya que la fuente es fidedigna, además de que se realizan todos los cálculos a una velocidad mucho mayor que la de cualquier humano.

La presente investigación solo es un prototipo de un sistema experto que asigna grupos de alimentos para competidores de físico-constructivismo, pero en caso de que la empresa, otro tema de tesis o el autor en un futuro quiera hacerle mejoras, sería factible agregar la modalidad de calcular contenidos calóricos y cantidades de cada alimento, se

podría tener un seguimiento mejor también con una báscula electrónica que pase algunos parámetros automáticamente al sistema, como podría ser estatura, peso y porcentaje de grasa calculado a partir de los dos anteriores. Podría tener también un módulo para dar información general acerca de los contenidos calóricos de cada alimento, ya que si pudiese calcular dietas basándose en calorías, en la base de conocimientos ya tendría cargados los datos correspondientes a los grupos de alimentos, el tamaño de la porción, el contenido de grasa, calórico, proteínico, de vitaminas y minerales, nada más sería cuestión de idear una interfaz para acomodarlos y una serie de consultas para hacer el llamado a ellos.

Otra manera de poder ampliarlo, sería agregando también la forma de que el sistema otorgue también rutinas basándose en las pretensiones de los usuarios, ya sea para competencia, tonificación muscular o simplemente querer estar en forma, y tomando en cuenta el desarrollo que vayan logrando.

Después de realizar el presente trabajo, concluyo que los sistemas expertos son una herramienta que se puede utilizar en un gimnasio, pero se pudiera utilizar en una inmensa gama de empresas, desde empresas de servicios como en este caso, hasta empresas comerciales, de transformación e incluso ganadería y medicina. La versatilidad de los sistemas y una adecuada implementación, hacen de los sistemas expertos un medio para que las empresas puedan ampliar sus horarios sin que ello tenga como consecuencia la elevación de costos por concepto de horas extras, el servicio que prestan es de calidad y totalmente confiable, que es lo que todos, como clientes buscamos.

## BIBLIOGRAFIA:

- BOOCH, Grady **Analisis y Diseño Orientado a Objetos**, McGraw Hill 1ª Edición, EUA 1994
- HARMON, Paul y MAUS, Rex **EXPERT SYSTEMS TOOLS AND APPLICATIONS**, John Wiley & Sons, 1ª. Edición, Canadá 1988.
- ROLSTON, David W. **PRINCIPIOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS**, Fernández Editores, 7ª Edición, México D.F. 1992.
- SANCHEZ, y Beltrán Juan Pablo, **SISTEMAS EXPERTOS UNA METODOLOGIA DE PROGRAMACION**, Mc Graw Hill Editores, 2ª. Edición, México D.F. 1989.

## HEMEROGRAFIA:

- MORALES, Norma Patricia, “FUNCIONES Y APLICACIÓN DE SISTEMAS EXPERTOS”, en: **Computer World**, Vol XX, No. 6, enero de 1992, México.
- PARRA, Elia, “SISTEMAS EXPERTOS: APLICACIONES PARA LA VIDA REAL”, en: **Personal Computing México**, No. 55, Marzo de 1992, México.