

155

9



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ACATLÁN"

**S E MI : DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO
APLICADO AL INVENTARIO MULTIFÁSICO DE LA
PERSONALIDAD (INVENTARIO MINNESOTA).**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN MATEMÁTICAS
APLICADAS Y COMPUTACIÓN.**

**P R E S E N T A :
MIGUEL DÍAZ PÉREZ.**

**ASESOR:
ING. MA. ANDREA SUÁREZ GARCÍA.**



MARZO 2001



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

Dedicatoria y Agradecimientos.

Dedico éste trabajo y todo el esfuerzo que ha implicado, a una persona que es muy especial para mí. Aquella persona que me ha acompañado a lo largo de estos años llenos de dedicación y apoyo. Este triunfo no es solo mío, es nuestro. Esto es por tí y para tí Gaby, gracias por todo lo que me has brindado.

Mickey y Danny; gracias por ser un motivo más para continuar dando lo mejor de mí.

A mis padres, gracias por iniciar esta aventura, que es mi vida y ser mis raíces más profundas.

A Don Ramón y Doña Rosa, gracias por enseñarme que no hay obstáculo que no pueda ser vencido, luchando contra toda adversidad.

A mis hermanas y hermano: Rosy, Lola y Edgar gracias por estar siempre a mi lado y compartir mis triunfos así como mis derrotas.

A mis cuñadas Moni, Rosa y Vero, gracias por sus palabras de aliento que me impulsan a continuar en la lucha.



Indice.

Capítulo I - Inteligencia Artificial.	3
I.1 Definición y Objetivos de la Inteligencia Artificial.	5
I.2 Ramas de la Inteligencia Artificial.	7
I.3 Inicio y primeros desarrollos de la Inteligencia Artificial.	11
I.4 Ciencias y Tecnologías involucradas con la Inteligencia Artificial.	13
I.5 Diferencias entre programas inteligentes e informáticos.	14
I.6 El proceso de Solucionar Problemas.	16
I.7 El Modelo de Procesamiento Humano de Información.	18
I.8 Solución a Problemas en Inteligencia Artificial.	20
I.9 Representación de los Problemas en Inteligencia Artificial.	22
Capítulo II - Sistemas Expertos.	31
II.1 Definición de Sistemas Expertos.	33
II.2 Inicio y desarrollo de los Sistemas Expertos.	33
II.3 Algunos ejemplos de Sistemas Expertos.	36
II.4 Categorías y tipos de Sistemas Expertos.	38
II.5 Conceptos básicos de los Sistemas Expertos.	39
II.6 Los componentes de un Sistema Experto.	42
II.7 Representación del Conocimiento.	46
II.8 Métodos formales de representación del conocimiento.	54
II.9 Inferencias y explicación.	58
Capítulo III - Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.).	65
III.1 Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.).	67
III.2 Conformación del Inventario Minnesota (M.M.P.I.).	69
III.3 Escalas especiales derivadas por H. Harris (Subescalas).	79
III.4 Escalas de Contenido de Wiggins.	90
III.5 Aplicación del Inventario Multifásico de la Personalidad (M.M.P.I.). -	96

Capítulo IV - S.E.MI. Sistema Experto Minnesota.	101
IV.1 Antecedentes de la utilización de Sistemas Informáticos aplicados a la Psicología.	103
IV.2 Utilización de Sistemas Informáticos aplicados al Inventario Minnesota.	104
IV.3 Necesidad de crear un Sistema Computarizado para la aplicación del Inventario Minnesota para México.	106
IV.4 S.E.MI. Sistema Experto Minnesota.	107
IV.5 Requerimientos de software para el desarrollo de S.E.MI..	111
IV.6 Diseño del Sistema Experto Minnesota (S.E.MI.).	113
IV.7 Desarrollo del Sistema Experto Minnesota (S.E.MI.).	117
IV.7.1 Creación de la Base de Datos y tablas del Sistema Experto Minnesota (S.E.MI.).	117
IV.7.2 Codificación del Sistema Experto Minnesota (S.E.MI.).	124
IV.8 Recomendaciones para la implementación del Sistema Experto Minnesota.	134
Apéndice A Arbol Principal y Subárboles.	135
Apéndice B Árboles de Perfiles Clínicos.	171
Apéndice C Árboles de Perfiles de Validéz.	187
Apéndice D Tablas de la Base de Datos de S.E.MI.	191
Apéndice D.1 Tabla MMPI.FRASES	193
Apéndice D.2 Tabla MMPI.PROTOCOL	211
Apéndice D.3 Tabla MMPI.ESMASFEM	223
Apéndice D.4 Tabla MMPI.CONSTANT	227
Apéndice D.5 Tabla MMPI.DIFERENT	231
Apéndice D.6 Tabla MMPI.FACTORK	235
Apéndice D.7 Tabla MMPI.ESCALAT	239
Apéndice D.8 Tabla MMPI.CLASS	275
Apéndice D.9 Tabla MMPI.VALID EZ	279
Apéndice D.10 Tabla MMPI.CLINICAS	283
Apéndice D.11 Tabla MMPI.ESCXESC	291
Apéndice D.12 Tabla MMPI.RESULTA	295
Apéndice E Código de S.E.MI.	317
Conclusiones.	345
Bibliografía.	347

Introducción.

Desde hace mucho tiempo el hombre siempre ha creado objetos que tienen como propósito facilitarle sus actividades cotidianas. La computadora no es la excepción.

Después de la Segunda Guerra Mundial el uso de las computadoras se hizo más frecuente. Con el gran auge que tuvo el desarrollo de la Investigación de Operaciones, el uso de la computadora y sus desarrollos se encaminaron al procesamiento aritmético, relegando un poco el procesamiento analítico.

Para la década de los 50's el hombre empezó a soñar con la idea de dotar a las computadoras de cierta inteligencia, mediante la emulación del razonamiento humano. De aquí surgieron grandes ideas, en base a muchos intentos, esfuerzos y fracasos. Así es como nace la Inteligencia Artificial y las bases para el desarrollo de sus ramas. Partiendo del Solucionador de Problemas de Propósitos Generales (GPS) y pasando por los programas de Instrucciones Asistidas por Computadora Inteligentes (ICAI), podemos encontrar interesantes desarrollos y muchas anécdotas.

Una de las ramas más desarrolladas de la Inteligencia Artificial son los Sistemas Expertos, cuyo objetivo es preservar y transmitir el conocimiento, además de servir como apoyo para la solución de problemas de un dominio específico. Los dominios en los que se han aplicado a los Sistemas Expertos han sido muy variados, desde desarrollos que detectan enfermedades hasta desarrollos experimentales de investigación.

Los Sistemas Expertos han tenido dos ambientes de desarrollo muy marcados, las Universidades y los desarrollos comerciales, y en ellas encontramos dominios muy diversos, como las Matemáticas, la Medicina, la Industria y los negocios entre otros.

Existe un dominio del conocimiento que no ha sido muy explorado por los Sistemas Expertos: la Psicología.

La psicología es una ciencia con corrientes muy variadas, que hace su estudio un tanto complejo, así pues podemos encontrar corrientes a favor o en contra de las Teorías Freudianas, corrientes mecanistas o corrientes en pro y en contra del psicoanálisis; entre otras características.

El área más fértil para el desarrollo de Sistemas Computacionales dentro del campo de la Psicología son las pruebas o tests psicológicos. Cabe mencionar que también existen corrientes de la Psicología a favor y en contra del uso de estas pruebas psicológicas. La particularidad de las pruebas psicológicas es que de alguna manera existe procesamiento de información mediante algoritmos, y esto las convierte en blanco para desarrollos computacionales.

En la actualidad existen diversos Sistemas Informáticos que ofrecen una interpretación de alguna prueba en particular. Una prueba psicológica que es muy empleada en México y el mundo es el Inventario Multifásico de la Personalidad, mejor conocido como el Inventario Minnesota.

Creado a finales de 1938 por los doctores Hathaway y McKinley, el Inventario Minnesota tiene por objetivo el determinar y diagnosticar algún padecimiento patológico en las personas a las que se le aplica. Gira una gran polémica en torno al Inventario Minnesota: ya que éste fue diseñado en base a estudios que se realizaron a estadounidenses de Minnesota, dedicados la mayoría al campo. La polémica se origina por que el Inventario Minnesota debe tener ciertas variantes dependiendo del grupo cultural al que pertenezca el individuo al que se le va a aplicar. Por lo tanto: debido a diferencias culturales, deben existir diversas versiones del Inventario Minnesota para cada grupo cultural.

Estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Universidad de las Américas coordinados por el Dr. Rafael Nuñez, emprendieron la normalización del Inventario Minnesota para México. Junto con estudios que realizó Margarita Guitart con las escalas de Contenido, podemos tener un desarrollo casi completo del Inventario Minnesota para México.

De aquí surge la idea de desarrollar un Sistema Computacional que sea capaz de interpretar el Inventario Minnesota para México. Surge una disyuntiva ¿Qué será mejor: un Sistema Informático o un Sistema Experto? La respuesta que se ofrece es el Sistema Experto Minnesota S.E.MI.

El motivo que nos lleva a crear un sistema Experto y no un Sistema Informático es debido a que el Inventario Minnesota está en constante renovación, ya que la educación y la cultura están en constante cambio; y como consecuencia el Inventario Minnesota debe de actualizarse para seguir siendo aplicable. Un Sistema Experto ofrece una mayor flexibilidad al cambio, al **separar la información de los procedimientos**, exactamente como lo hace la mente humana al **separar el conocimiento del razonamiento**.

Capítulo I

Inteligencia Artificial.

I.1. Definición y Objetivos de la Inteligencia Artificial.

¿Qué es Inteligencia Artificial?

Una definición muy aceptada fue publicada en 1968 por Marvin Minsky que dice: "Inteligencia Artificial es la ciencia de hacer máquinas que hagan cosas para las que se requiere inteligencia si fueran hechas por el hombre". El autor E. Rich enuncia otra definición que dice: "Inteligencia Artificial es el estudio de como hacer que las máquinas hagan cosas, las cuales por el momento son mejor realizadas por el hombre".[1][2]

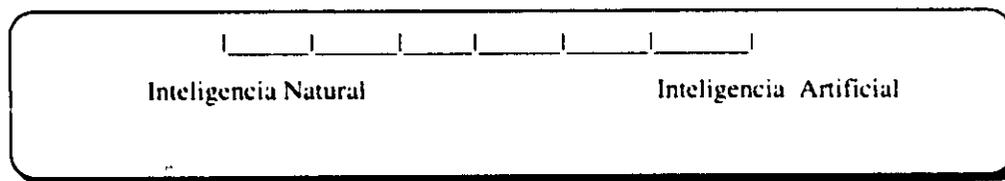
Con estas definiciones podemos diferenciar la Inteligencia Artificial de otros campos de estudio. Aunque hay quienes dicen que la Inteligencia Artificial es una combinación de dos ciencias: de la psicología que estudia cómo piensa la gente; y la ingeniería que trata de transportar estos conocimientos a una máquina. En base a las definiciones anteriores podemos señalar que existe un grupo de personas que tratan de comprender la inteligencia humana y otro grupo interesado de proveer esta inteligencia a las máquinas, sin necesidad de ser psicólogos o ingenieros estrictamente.[3]

Masoud Yazdani nos da una explicación de lo que es Inteligencia Artificial, y lo asemeja con el vuelo de las aves. Yazdani propone un enunciado: "Las Aves son a los aviones, como los cerebros a las latas de cerveza". El hombre ha tratado de imitar el vuelo de las aves, pero las aves cuentan con propiedades bioquímicas que les dan la capacidad de volar, más el hombre se las ha ingeniado para volar. Ahora la disyuntiva se presenta con la Inteligencia Artificial, nuestro cerebro posee propiedades bioquímicas que nos permiten pensar, y con la Inteligencia Artificial estamos dotando de cierta inteligencia a las computadoras. Pero no hay que perder de vista un punto importante: Las aves vuelan, el hombre vuela; pero el hombre no vuela como las aves. Las computadoras "piensan", pero no pueden pensar como los hombres.[2]

Capítulo I

Inteligencia Artificial

Existe entonces una contradicción: las computadoras piensan pero en realidad no lo hacen. Lo que pasa en realidad es que la Inteligencia Artificial trata de dotar a la computadora de ciertos procesos de razonamiento, traducidos a un programa de computadora para que ésta sea capaz de emular el razonamiento humano. La inteligencia podemos representarla como una recta dividida por niveles y no tipos de inteligencia, en un extremo encontraríamos la Inteligencia Natural y en el extremo contrario a la Inteligencia Artificial.



Winston y Pendergast listan tres objetivos de la Inteligencia Artificial:[2][4]

- 1.- Hacer a las computadoras más inteligentes.
- 2.- Comprender que es la inteligencia.
- 3.- Hacer a las máquinas más útiles.

Existen varias habilidades que son consideradas como signos de inteligencia:[2][5][6]

- * Aprender o comprender de las experiencias.
- * Dar sentido a mensajes ambiguos o contradictorios.
- * Responder rápidamente y bien ante nuevas situaciones.
- * Usar el razonamiento para resolver problemas y dirigir la conducta efectivamente.
- * Lidiar con situaciones complejas.
- * Aplicar el conocimiento para manipular el medio ambiente.
- * Actualizar y aplicar el conocimiento.
- * Pensar y razonar.
- * Reconocer la relativa importancia entre los diferente elementos en una situación.

I.2. Ramas de la Inteligencia artificial.

Las ramas de la Inteligencia artificial son básicamente tres: el Procesamiento del Lenguaje Natural, la Robótica y los Sistemas Expertos.

Procesamiento del Lenguaje Natural.

La tecnología del Procesamiento del Lenguaje Natural brinda al usuario de la computadora la facilidad de comunicarse con la computadora en su lengua nativa. Esta tecnología permite un tipo de interfase de conversación, en comparación a la comunicación convencional por medio de comandos y sintaxis específica. El Procesamiento del Lenguaje Natural trata de que las computadoras sean capaces de comprender el lenguaje natural, teniendo como base las estructuras gramaticales. No se han tenido muchos avances en esta área, que principalmente se originó por la creación de traductores de idiomas, sin embargo son creaciones sin mucho éxito. Por otro lado existen limitaciones debido a que muchas expresiones no respetan las reglas gramaticales.

El Procesamiento del lenguaje Natural lo podemos dividir en varias subramas:

Comprensión del Lenguaje Natural es el que se investigan métodos que permitan a la computadora comprender instrucciones dadas en lenguaje común (nativo) para que la computadora pueda entender a la gente más fácilmente.

Generación del Lenguaje Natural intenta dotar a la computadora de mecanismos para que produzcan respuestas en lenguaje común para que la gente pueda entender más fácilmente a las computadoras.

Comprensión del Lenguaje Hablado permite que uno pueda comunicarse con una computadora con solo hablarle. La primera parte del proceso es el reconocimiento de palabras sin necesidad de interpretar su significado. Después viene la comprensión en donde se trata de identificar el significado del mensaje.

Capítulo I

Inteligencia Artificial

Las aplicaciones de los ICAI no se limita solo a las escuelas, también han tenido uso en los sectores militares y corporativos. Los sistemas ICAI son usados para varias tareas tales como solución a problemas, simulación, descubrimiento, aprendizaje, prácticas, experimentos y juegos. Existen programas ICAI interactivos, los cuales usan bases de conocimiento y emplean algunas tecnologías de la Inteligencia Artificial (como las interfaces de lenguaje natural).

Pero existe una polémica en torno a este tipo de sistemas, porque algunos de estos utilizan bases de datos estructuradas para responder a preguntas específicas, con respuestas específicas con una estructura predeterminada.

Los Sistemas Expertos son el área más desarrollada de la Inteligencia Artificial. Se espera en un futuro crear una aplicación con una combinación de todas las ramas de la Inteligencia Artificial.

Existen otras aplicaciones de la Inteligencia Artificial que merecen ser mencionadas:

Programación Automática.

Es el proceso de indicarle a la computadora exactamente lo que nosotros queremos que haga. Para desarrollar un programa hay veces que requerimos mucho tiempo. Este debe ser diseñado, escrito, probado, depurado y evaluado. La meta de la programación automática es crear programas especiales que actúen como herramientas inteligentes que asisten al programador.

Estaciones de Trabajo Inteligentes.

Incrementan la productividad de los ingenieros y programadores que los provee de ambientes computarizados que les ayuda a hacer sus trabajos más rápido.

Resumidor de Noticias.

Algunos programas "leen" reportajes de periódicos u otros documentos y hacen resúmenes, esto ayuda a resolver el problema de manejar grandes cantidades de información. Y también podemos mencionar a los traductores de idiomas.

I.3. Inicio y primeros desarrollos de la Inteligencia Artificial.

Los inicios de la Inteligencia Artificial son el principio de los programas convencionales combinado con los intentos de comprender el pensamiento, por parte de la psicología. Existe un relato de cuando la dirección de la computación fue establecida, irónicamente esta dirección no favorecía al desarrollo de la Inteligencia Artificial.

Al término de la Segunda Guerra Mundial, se estaba trabajando en las primeras computadoras por parte de científicos británicos y americanos. Construían máquinas que seguirían ciertas instrucciones o programas para realizar cálculos complejos. Alan Turing, un miembro del equipo británico, argumentó que las computadoras deberían comprender las operaciones lógicas generales, expresadas por: AND, OR, NOT. Estas operaciones podían ser utilizadas para describir procesos matemáticos además de otros procesos, como la manipulación de palabras o símbolos. [2][7][11]

Pero los americanos dijeron que no, que la computadora solo sería para realizar operaciones aritméticas, y por tanto solo necesitaría de comprender números. Los americanos ganaron la discusión, tal vez por el gran auge que tenía en ese tiempo la Investigación de Operaciones. Sin embargo la Inteligencia Artificial se vio limitada, ya que por ejemplo el desarrollo de el Procesamiento del Lenguaje Natural, es más difícil de desarrollar en este tipo de computadoras aritméticas.

La historia de la Inteligencia Artificial según Winston y Prendergast nos señalan que en 1950 Claude Shannon sugirió que las computadoras serían capaces de jugar ajedrez. El campo de la cibernética señaló las funciones similares entre humanos y máquinas. [2][4]

La revolución de la Inteligencia Artificial inició en 1956 en una conferencia en el Colegio Dartmouth. En esta conferencia John McCarthy sugirió el nombre de Inteligencia Artificial. Los participantes en esta conferencia son considerados como pioneros de la Inteligencia Artificial estos fueron: Marvin Minsky (fundador del Laboratorio de Inteligencia Artificial en MIT),

Capítulo I

Inteligencia Artificial

Claude Shannon (de Laboratorios Bell), Nathaniel Rochester (de IBM), Allen Newell (primer presidente de la Asociación Americana de Inteligencia Artificial) y Hebert A. Simon (premio Nobel y representante de la Universidad Carnegie-Mellon). [2][4]

En ese tiempo se desarrolló un programa para resolver problemas de geometría analítica: MACSYMA que hacía una integración simbólica, es un Sistema Experto que resuelve problemas complejos de cálculo y álgebra usando procesamiento simbólico y las aproximaciones a la solución se hacen por métodos numéricos.

Por los años 50's se desarrolló la Prueba de Turing que se utilizaba para diferenciar los programas inteligentes de aquellos que no lo eran. La prueba consistía en que dentro de una habitación se encontrara una persona con una terminal, esta persona desarrollaría preguntas que serían contestadas por la computadora, pero algunas de las preguntas serían contestadas por un humano a través del monitor, cuando no existía diferencias entre las respuestas de la computadora y del humano, se decía que el programa de la computadora era un programa inteligente. Sin embargo unos años más adelante, hubo varios programas no inteligentes que llegaron a pasar la Prueba de Turing.[2][4]

Uno de los primeros desarrollos en la Inteligencia Artificial fue un traductor de idiomas y un diccionario, que dieron origen al Procesamiento del Lenguaje Natural. Existe una anécdota en cuanto al traductor de Inglés y Ruso. Se le proporcionaba una frase al programa en inglés, la traducía a ruso, y del ruso de vuelta al inglés. Se le dio la siguiente frase: "El espíritu es emprendedor, pero la carne es débil" después de traducir la frase al ruso y regresar al inglés la frase decía: "El vino es bueno, pero la carne es un despojo". Esto demostró que aunque la gramática sea extraordinaria, el vocabulario puede ser fatal.[2][4]

En el Instituto Tecnológico de Massachusetts se desarrolló un programa llamado ELIZA. Este es un ejemplo de un programa no inteligente que llegó a pasar la Prueba de Turing. En un principio se desarrollo para explorar problemas referentes al Procesamiento del Lenguaje Natural, más tarde llegó a simular a un psicólogo en una terapia, reconociendo palabras clave que

el paciente decía, así por ejemplo cuando a ELIZA se le decía: "Cuando era niño, te temía a mis padres". ELIZA podía interrogar: "Platícame más acerca de tus padres". [2][10]

En el área de la Robótica, los primeros avances consistían en que la computadora reconociera estructuras planas, mediante el trazado de líneas. Posteriormente estas figuras planas se trataban de ensamblar, para formar cuerpos tridimensionales

En cuanto a los Sistemas Expertos su desarrollo ha sido más rápido, teniendo sus orígenes en programas que jugaban ajedrez y damas inglesas, que es una manera de resolver problemas generales (General Problems Solve GPS). La aplicación que dio origen en forma a los Sistemas Expertos fue MYCIN creado de 1970 a 1975, y la mayoría de los Sistemas Expertos desarrollados hasta el momento están basados en el desarrollo de MYCIN. [2][4][10]

I.4. Ciencias y tecnologías involucradas con la Inteligencia Artificial.

La inteligencia es relativa, podemos decir que las piedras no piensan, pero que hay acerca de los animales. Los animales no pueden solucionar problemas complejos, pero comparados con una piedra son muy inteligentes.

El desarrollo de máquinas que muestran cierta inteligencia involucra muchas ciencias y tecnologías tales como: Lingüística, Psicología, Filosofía, Software y Hardware de computadoras, mecánica, hidráulica y óptica.

En la intersección entre la Psicología y los centros de Inteligencia Artificial, tenemos a la psicolingüística. Con la Filosofía tenemos la lógica, filosofía del lenguaje y filosofía de la mente. Con la Lingüística tenemos los lenguajes de computadora, la psicolingüística y la sociolingüística. De la Ingeniería eléctrica tomaremos el procesamiento de imágenes, la teoría del control, reconocimiento de patrones y la robótica con todos sus dispositivos mecánicos. [2][5][6]

Capítulo I

Inteligencia Artificial

Para el desarrollo de la Inteligencia Artificial se requiere de herramientas especiales, una de estas es el lenguaje LISP, desarrollado en la década de los 60's, a éste lenguaje se le conoce como el lenguaje de bajo nivel de la Inteligencia Artificial. Cuenta con características similares, como facilidades a solucionar problemas lógicos además de brindar una estructura para facilitar la escritura de las reglas. Se han desarrollado derivados de LISP como son: InterLISP, CommonLISP, FranzLISP, ZETALISP, y MacLISP. El lenguaje LISP es considerado como el lenguaje de Inteligencia Artificial más utilizado en Estados Unidos.

Otro lenguaje popular para el desarrollo de la Inteligencia Artificial es PROLOG (PROgramación LOGica) empleado en los desarrollos japoneses de la quinta generación y considerado el lenguaje de Inteligencia Artificial más utilizado en Japón y los países europeos.

I.5. Diferencias entre programas inteligentes e informáticos.

El procesamiento simbólico es una característica esencial de la inteligencia. La Inteligencia Artificial es una rama de las ciencias de la computación que usan símbolos y métodos no-algorítmicos para solucionar problemas. Esto nos lleva a dos características de los programas de computadora.

La primera es el procesamiento simbólico o numérico. Las computadoras fueron diseñadas originalmente para procesar números. La gente, tendemos a pensar de manera simbólica; nuestra inteligencia parece estar basada, en parte, en nuestra habilidad mental para manipular símbolos además de solo números. La Inteligencia Artificial hace uso de ese procesamiento de símbolos, esto no significa que la Inteligencia Artificial no use las matemáticas, si las utiliza pero haciendo énfasis en la utilización del procesamiento de símbolos.

La segunda característica es el procesamiento no-algorítmico y algorítmico. Un algoritmo es un procedimiento paso-a-paso que está bien definido con su inicio y su fin, y esto garantiza el alcanzar la solución a un problema específico. Por otro lado varios procesos de razonamiento por

Capítulo I

Inteligencia Artificial

los humanos tienden a ser no-algorítmicos, en otras palabras, nuestras actividades mentales consisten en más que solo seguir procedimientos lógicos paso-a-paso.

La Inteligencia Artificial trata de representar el conocimiento usando símbolos más que números, con reglas heurísticas y reglas empíricas, como métodos para procesar la información. También intenta hacer que la máquina muestre capacidad de razonamiento. El razonamiento consiste en hacer inferencia entre hechos y reglas usando heurística y otros métodos de búsqueda.[2][5][6]

Dentro del campo de los sistemas informáticos es costumbre definir los términos: dato e información. El dato se refiere a caracteres numéricos o alfanuméricos que aislados no significan nada: pueden llegar a ser hechos a procesar. La información son datos organizados que tienen significado para la persona que lo recibe.

Dentro de la Inteligencia Artificial es necesario incluir el término conocimiento. El conocimiento es la aprehensión de un objeto por un sujeto. El objeto no penetra por sí mismo, con su ser físico en el sujeto, sino que sólo viene por su acción, la cual se ejerce sobre la facultad cognoscitiva y la hace pasar de la potencia de conocer al acto de conocimiento, imprimiendo en ella la forma o semejanza del objeto. En esta impresión representativa actúa la facultad de conocimiento y la hace abrirse sobre el objeto que la produce, convirtiéndose en él cognoscitivamente, sin dejar de ser ella misma, sin ser actuada por él físicamente.[5][6]

El conocimiento es, pues, la operación inmanente con que un objeto pasa a ser, de una manera inmaterial, un objeto formalmente distinto de sí, bajo la impresión de una semejanza que lo hace intencionalmente presente en él.[5][6]

El dato, la información y el conocimiento pueden ser clasificadas por su grado de abstracción y por su cantidad. El conocimiento es el más abstracto y existe en menor cantidad. Por otro lado el Dato es el menos abstracto y existe en mayor cantidad.

La computadora no puede tener experiencias o estudios y aprender como lo hace la mente humana, pero puede usar el conocimiento proporcionado por un experto humano. Dicho conocimiento consiste en hechos, conceptos, teorías, métodos heurísticos, procedimientos y relaciones.

El conocimiento es además información que ha sido organizada y analizada para hacerla comprensible y aplicable a la solución de problemas o a la toma de decisiones. La colección de conocimiento relativo a un problema para ser usado en un sistema de Inteligencia Artificial se le denomina Base de Conocimiento. [5][6][9]

Una vez que la base de conocimiento ha quedado armada las técnicas de la Inteligencia Artificial son usadas para dar a la computadora la capacidad de inferencia. Así la computadora será capaz de hacer inferencias y juicios basados en hechos y relaciones contenidos en la base de conocimientos.

1.6. El Proceso de Solucionar Problemas.

El solucionar problemas está casi siempre asociado con el hecho de dar respuestas por parte de criaturas pensantes. Es una actividad mental que trata de buscar una solución a un problema. Usualmente cuando hablamos de problemas pensamos en enfrentar líos y adversidades, pero no siempre es así, por ejemplo el enfrentar una situación económica se le considera un problema, así también se le considera un problema el descubrimiento de una nueva tecnología.

El término solución a problemas fue introducido por los matemáticos. En el mundo de los negocios el término toma de decisiones es equivalente al de solución de problemas. En Inteligencia Artificial es muy común usar el término solución a problemas. El proceso de solucionar problemas es observado por los investigadores desde diversos puntos de vista, mucho depende de su educación y experiencia.

Podemos dividir este proceso en 6 pasos: [4][5][6]

- 1.- **Identificación y delimitación del problema:** Un problema o situación debe ser identificado, determinar y definir su magnitud e importancia.
- 2.- **Identificación del criterio:** La solución a un problema depende del criterio usado para juzgar las posibles alternativas.
- 3.- **Generación de alternativas:** Por definición, es necesario examinar dos o más cursos de acción para estar en una situación de decisión. La generación de soluciones potenciales requiere de creatividad e ingenio.
- 4.- **Búsqueda de la solución y evaluación:** Este paso involucra la examinación de las posibles soluciones mediante el criterio. Es básicamente un proceso de búsqueda hasta que encontremos la mejor solución. Varios métodos de búsqueda, evaluación y razonamiento pueden ser usados en este paso.
- 5.- **Elección y recomendación:** el objeto de esta búsqueda es seleccionar una solución recomendable como remedio al problema.
- 6.- **Implementación:** para resolver el problema en el mundo real, la solución necesita ser implementada exitosamente.

En los seis pasos anteriores bien puede implementarse tecnologías de Inteligencia Artificial, aunque el verdadero campo de acción de estas son los pasos 4 y 5. Muy en especial los Sistemas Expertos son usados para encontrar la solución entre varias alternativas mediante su capacidad de inferencia. Uno de los objetivos de la Inteligencia Artificial es aplicar sus herramientas cada vez más en los restantes pasos. Y uno de los más importantes es la comprensión de la inteligencia humana.

Mediante el intento de crear un modelo de la inteligencia humana en una computadora podemos empezar a entender el como pensamos y razonamos; al estudiarlos podemos darnos cuenta de nuestras técnicas de aprendizaje y de nuestros errores, y así, podemos crear nuevas técnicas de enseñanza y aplicar nuestra inteligencia en problemas de un mundo real.

Capítulo I

Inteligencia Artificial

Las ciencias denominan a estos estudios como ciencia cognoscitiva, y una de las áreas de esta ciencia es el como los humanos y las computadoras procesan la información. En la Inteligencia Artificial se considera una aproximación muy particular entre solución a problemas y toma de decisiones. Esta aproximación está basada en la creencia de que la solución a problemas puede ser considerada como un procesamiento de información.

I.7. El Modelo de Procesamiento Humano de Información.

Es de especial interés para la Inteligencia Artificial el modelo de procesamiento humano de información de Newell-Simon. Allen Newell y Herbert A. Simon crearon un modelo humano para solución a problemas que hacían una analogía entre el procesamiento de información de una computadora y el procesamiento de información humano. Este modelo puede ayudarnos a comprender como trabaja la Inteligencia Artificial así como sus limitantes. El sistema humano de procesamiento de información se divide en los siguientes subsistemas: subsistema perceptual, subsistema cognoscitivo, un motor y una memoria externa. Los estímulos externos son la entrada del sistema humano de procesamiento de información. Estos estímulos se perciben a través de sensores, como nuestros sentidos. El subsistema perceptual está formado por estos sensores y una memoria de tipo buffer, el cual contendrá información mientras el subsistema cognoscitivo procesa información anterior.[2][4][5][6]

Los sentidos llenan constantemente de información a la memoria buffer. Cuando es necesario tomar una decisión, el subsistema cognoscitivo selecciona la información apropiada, como lo realiza un CPU; así se obtiene la decisión y libera la información del buffer para trasladarla a una memoria corta (short-term memory). El procesamiento es cíclico, durante este ciclo, el procesador obtiene información de la memoria buffer, evalúa la información y la guarda en la memoria corta.

El subsistema cognoscitivo consta de 3 partes: el procesador, la memoria corta y un interprete, el cual interpreta una parte o toda una serie de instrucciones (programa) para resolver el problema. Este programa dependerá de ciertas variables y el subsistema cognoscitivo sirve

como punto de intercambio entre la información proveniente de los sensores y la información transmitida hacia salidas motoras.

Las tareas más largas requieren de más información y por consiguiente de mayor tiempo de procesamiento. Entonces el subsistema cognoscitivo hecha mano de un segundo tipo de memoria: la memoria larga (long-term memory), esta conciste en un gran número de símbolos con un complejo sistema de indexación. Existen varias hipótesis que tratan de explicar que símbolos son elementales y como se relacionan unos con otros. El modelo de memoria más simple nos plantea que los símbolos se relacionan en su totalidad; en un modelo más elaborado vemos que estos símbolos se organizan en grupos temporales; en otra teoría tenemos que la memoria está formada de racimos (clusters) o grupos de símbolos llamados chunks (trozo grande). Un chunk es una unidad de información organizada. Los chunks a su vez están formados por chunks más pequeños por tanto la memoria se concibe como una red de chunks. Se requieren solo de algunos cientos de milisegundos para leer la información en los chunks, mientras que se toma más tiempo introducir información a la memoria con una razón de 5 a 10 segundos por símbolo. Los humanos podemos apoyarnos en otro tipo de memoria: la memoria externa está formada por medios externos como hojas de papel escritos, documentos, etc. La memoria larga tiene en esencia capacidad ilimitada. La memoria corta es bastante pequeña.

La memoria corta puede almacenar de 5 a 7 chunks. Más sin embargo solo puede retener 2 chunks mientras se está desarrollando otras tareas. Esto sugiere que la memoria corta es usada solo en procesos de entrada y salida. Esta es una de las mayores limitaciones de los humanos en comparación a las computadoras.

La capacidad de la memoria corta puede expandirse mediante el uso de analogías, asociaciones o gráficas. Una gráfica puede representar la misma información de una gran cantidad de datos, pero usando un menor número de chunks.

Después de rastrear y obtener la información de las memorias, el procesador manda información al subsistema motor. Los procesadores del motor inician acciones y activan músculos u otros sistemas humanos internos y así desarrollar alguna actividad o movimiento.

I.8. Solución a Problemas en Inteligencia Artificial.

Las tecnologías aplicadas de la Inteligencia Artificial están asociadas primeramente a la investigación y evaluación de los pasos que forman un proceso para resolver un problema. El objetivo es automatizar estos pasos lo más posible. Mencionaremos algunas estrategias de investigación y posteriormente se identificarán aquellas que son usadas en la Inteligencia Artificial. Algunas estrategias de investigación se aplican a cierto tipo de problemas. Existen algunas que son informales y que involucran la intuición o corazonadas.

Las estrategias más formales las podemos clasificar en 3: Optimización, Búsqueda a Ciegas (Blind Search) y Métodos Heurísticos. La optimización involucra números y análisis cuantitativo, la búsqueda a ciegas y métodos heurísticos pueden involucrar tanto el análisis numérico como el análisis cualitativo (por símbolos).

La optimización intenta encontrar la mejor solución posible usando fórmulas matemáticas originadas del modelo de una situación específica. El dominio del problema debe ser bien estructurada, y la optimización es guiada ya sea por una fórmula paso a paso o por un algoritmo. Un algoritmo es un proceso de búsqueda el cual nos genera soluciones aproximadas a la solución real, cada solución aproximada es sujeta a pruebas y el ciclo continua hasta que se obtenga la solución óptima.

La optimización es muy usada en tecnologías que no son de la Inteligencia Artificial, como la Investigación de Operaciones. En cambio la búsqueda a ciegas y los métodos heurísticos son usados en la Inteligencia Artificial.

Capítulo I

Inteligencia Artificial

Para conducirnos en una investigación, se proporciona algunas descripciones del problema y de la solución deseada. A la solución se le llama objetivo. La solución al problema se realiza mediante la búsqueda de la mejor solución entre todas las soluciones potenciales posibles. Las técnicas de búsqueda a ciegas exploran las alternativas y los eventos para tomar una decisión, una a la vez. Existen 2 tipos de Búsqueda a ciegas. La completa o exhaustiva en donde todas las alternativas son consideradas y entonces la solución óptima es descubierta. El otro tipo de búsqueda a ciegas es el incompleto o parcial, en donde la investigación se sigue solo hasta que una solución suficientemente buena es encontrada. En las búsquedas a ciegas la dirección de la búsqueda es arbitraria. Ninguna toma de decisiones inteligente es empleada directamente en la búsqueda.

Existen limitantes en el uso práctico de la búsqueda a ciegas: el tiempo y la memoria de la computadora. Los métodos de búsqueda a ciegas pueden encontrar solución a la mayoría de las investigaciones pero el método no es práctico para problemas grandes porque muchas soluciones en potencia deben ser analizadas antes de llegar a una solución suficientemente buena. Además en ocasiones se produce una explosión combinatoria. Al hacer una búsqueda a ciegas puede encontrarse en la situación en donde el número de alternativas a considerar se expanden de manera exponencial. Dichos problemas se les denomina problemas combinatorios. Una de las características de problemas combinatorios es que el número de soluciones probables, se incrementa y es más grande en tamaño que el problema mismo.

Para muchas aplicaciones es posible encontrar información específica para guiarnos en el proceso de búsqueda y entonces reducir el número de operaciones. A esta información se le llama información heurística y a los procesos de búsqueda se le denominan Métodos de búsqueda heurística. Heurístico, derivado de la raíz griega que significa descubrimiento, son reglas de decisión enfocadas a como debe de resolverse un problema. La heurística se desarrolla con bases sólidas, análisis riguroso del problema y a veces involucra diseño experimental. La solución a problemas basados en métodos heurísticos es más antigua en su práctica en comparación a las ciencias basadas en el razonamiento. Varios términos son usados en la práctica para describir el uso de la heurística: intuición, juicio o inspiración. La búsqueda heurística es más rápida y barata

que la búsqueda a ciegas. Los resultados se consideran lo suficientemente buenos. Y en el caso de análisis cuantitativo están muy cercanos a la solución óptima.

Una búsqueda en la Inteligencia Artificial puede ser dirigida por metas, dirigida por datos o una combinación de ambas. La búsqueda dirigida por datos se inicia con información disponible y trata de llegar a una conclusión que explique la situación o la meta obtenida. Por ejemplo: si una compañía está perdiendo su volumen de ventas, la búsqueda trata de encontrar el porque. La búsqueda dirigida por metas inicia con expectativas de cuál es la meta, o qué es lo que va a suceder; y entonces busca evidencia que apoye o en su defecto contradiga dichas expectativas o hipótesis. Por ejemplo: pensamos que el volumen de ventas es resultado de la mala capacitación de los vendedores, entonces la búsqueda tratará de confirmar dicha situación.

La Inteligencia Artificial en contraste con las técnicas convencionales para solucionar problemas tales como: Investigación de Operaciones, o Sistemas de Apoyo a Decisiones; emplea básicamente las aproximaciones a ciegas y heurísticas.

I.9. Representación de los Problemas en Inteligencia Artificial.

Para tratar de comprender como trabajan las búsquedas a ciegas y heurística, es necesario saber como se representan los problemas en la Inteligencia Artificial.

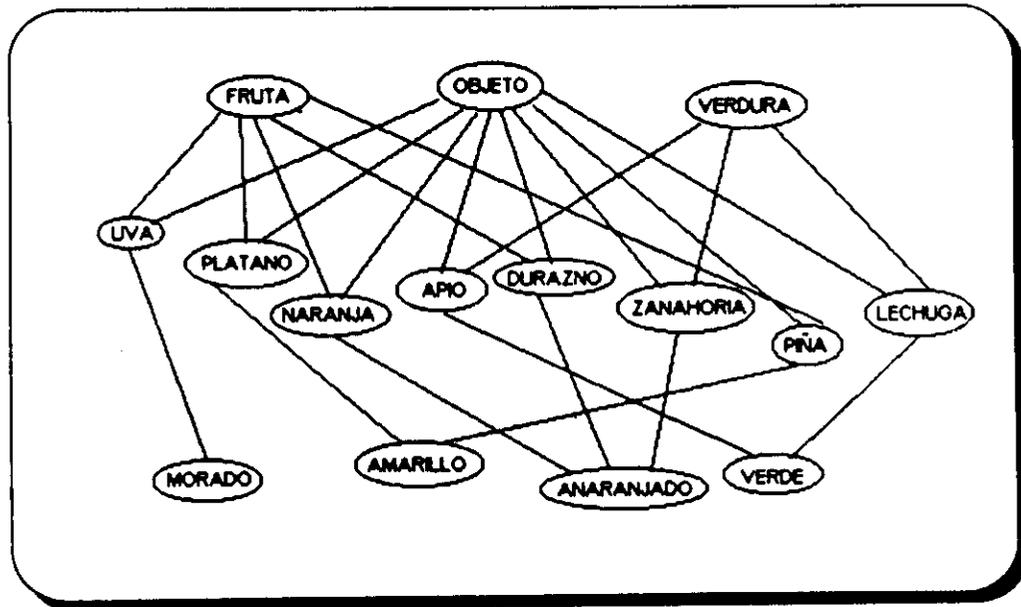
El proceso general para solucionar cualquier problema usando Inteligencia Artificial involucra 3 elementos importantes: estados del problema, las metas y los operadores. Los estados del problema definen la situación del problema y condiciones existentes. Los estados son instantáneos con varias condiciones en el ambiente. Los estados pueden ser también soluciones potenciales o alternativas a problemas. Todos los estados son únicos. La meta es el objetivo a ser alcanzado, una respuesta final, o una solución. Los operadores son usados para cambiar de un estado a otro. Un operador describe el proceso mediante el cual realizando alguna acción se cambia de un estado inicial a otro que se encuentra más cerca del objetivo.[2][3][7]

Capítulo I

Inteligencia Artificial

Los operadores mueven el problema de un estado a otro, respetando las reglas de una estrategia de control, hasta que la meta es conseguida. Un operador puede ser una subrutina algorítmica. Es importante señalar que la estrategia de búsqueda y la representación de los conocimientos están muy interrelacionados. Al seleccionar un cierto método de representación del conocimiento afectará directamente las estrategias de búsqueda y control usados.

El espacio de estados es el conjunto de estados posibles para dicho problema. Es muy usual y útil representar el problema gráficamente. Por que las gráficas ilustran no solo el espacio de estados, si no también el proceso de búsqueda.

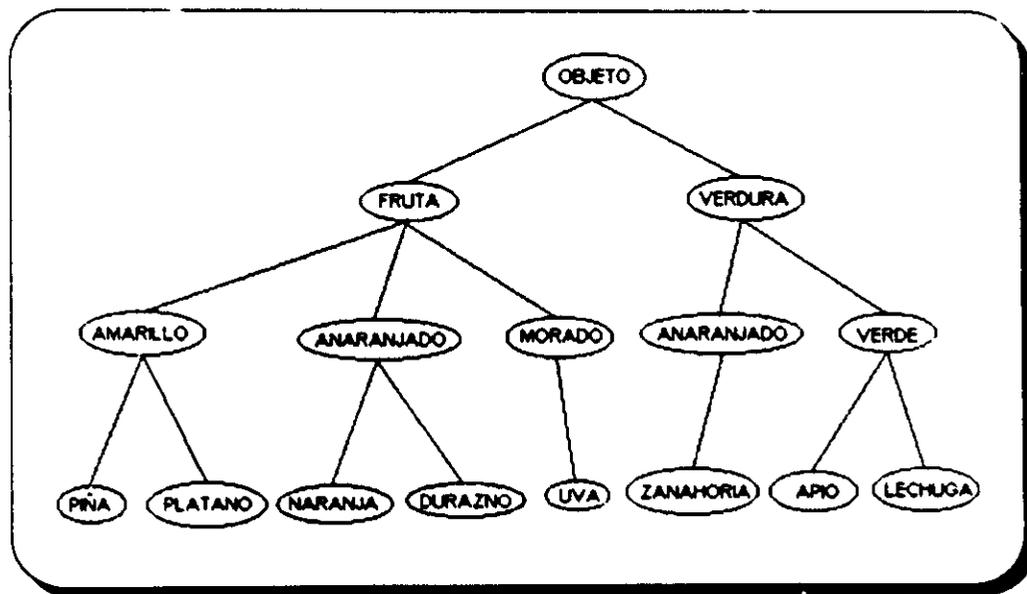


El grafo de estados dirigido pretende encontrar el mejor camino de un nodo inicial, a un nodo destino. Los nodos en un gráfico de estados están conectados mediante arcos, que por lo general llevan una dirección. Los arcos representan la aplicación de operadores a un cierto nodo. El número de arcos representa la distancia entre nodos.

Capítulo I

Inteligencia Artificial

En la práctica es difícil representar una gráfica de estados en un programa. Ya que pueden existir algunas trayectorias que se pueden repetir indefinidamente. Estos loops interminables no pueden ser soportados en un programa de computadora, y por tanto, muchos procedimientos deben ser encaminados a eliminar sus condiciones cíclicas. Esto se puede hacer al representar la gráfica de estados, en un árbol de búsqueda.



El diagrama de estados en árbol representa el mismo problema pero de una forma distinta. La representación es más jerárquica. Nótese que algunos de los nodos se repiten, esto es para evitar el loop cíclico. El nodo del estado inicial es llamado nodo raíz. Usualmente representa el objeto o tópico. Del nodo raíz salen otros nodos. Estos sucesores, descendientes también llamados hijos, son nodos intermedios.

Trabajando en sentido inverso, se dice que los nodos tienen predecesores, ancestros o padres. Los que no tienen hijos o sucesores son llamados hojas. Estos representan el fin de la búsqueda, ya sea que se llegue a una meta o a un callejón sin salida. Los arcos se les denomina

Capítulo I

Inteligencia Artificial

ramas. El árbol está dividido en varios niveles en forma jerárquica, los niveles indican la profundidad del árbol. El nodo raíz es designado usualmente como el nivel 0, y los niveles subsecuentes se les designa los restantes números enteros.

Las ramas OR/AND son otro aspecto de los árboles. Entre un nodo y sus sucesores pueden suceder dos cosas: cuando un nodo padre posee varios hijos, es una rama OR, donde se dice que es un hijo u otro hijo. En otras ocasiones, solo existe un sucesor entonces es una rama AND, en donde deben cumplirse dos condiciones padre e hijo para llegar al objetivo. Los árboles también son conocidos como una representación reducida del problema, ya que al representar el problema en un árbol, podemos dividir éste en varios subproblemas.

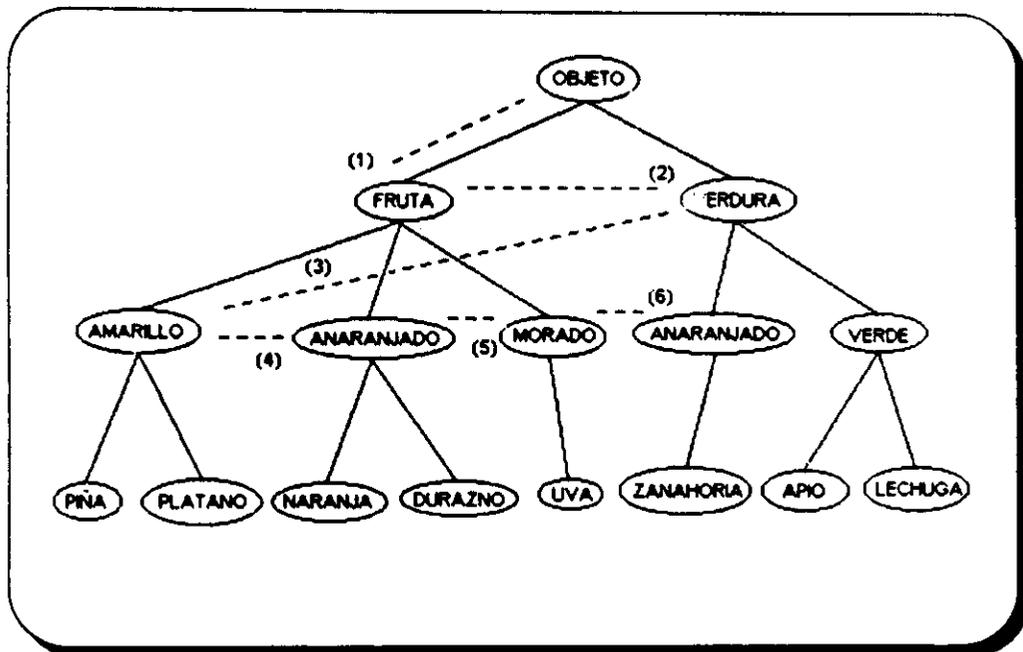
Como ya se había mencionado los métodos de búsqueda a ciegas es una serie de procedimientos usados arbitrariamente para buscar una solución en un espacio de estados. Los métodos de búsqueda a ciegas pueden ser clasificados en exhaustivos y parciales, los métodos parciales son: en amplitud (breadth-first) y en profundidad (depth-first). En la búsqueda exhaustiva los operadores son usados para generar estados sucesores. Iniciando en el nodo raíz la búsqueda continua hasta que una solución es encontrada. La idea de una búsqueda exhaustiva es barrer el árbol completo de manera ordenada, usando todos los operadores y generando tantos nodos sucesores como sea posible para encontrar la solución deseada. [1][2][3]

Iniciando en el nodo raíz, es posible aplicar varios procedimientos para navegar en el árbol, más sin embargo las aproximaciones son usualmente ineficientes. En problemas muy grandes, un número enorme de nuevos estados son generados y son consideradas varias alternativas. Las computadoras muy rápidas podrían hacer aceptable la búsqueda a ciegas para algunos problemas, sin embargo existen problemas demasiado grandes para aplicar una búsqueda exhaustiva. Consideremos el número de movimientos en una partida de ajedrez: que se estima en 10^{120} (diez elevado a la 120), para tal caso, una búsqueda heurística puede ser más apropiada. Pero existen problemas en los que una búsqueda a ciegas parcial puede ser suficiente y efectivo.

Capítulo I

Inteligencia Artificial

La búsqueda a ciegas parcial en amplitud examina todos los nodos en un árbol de búsqueda iniciando en el nodo raíz. Los nodos en cada nivel son examinados por completo antes de pasar al siguiente nivel.



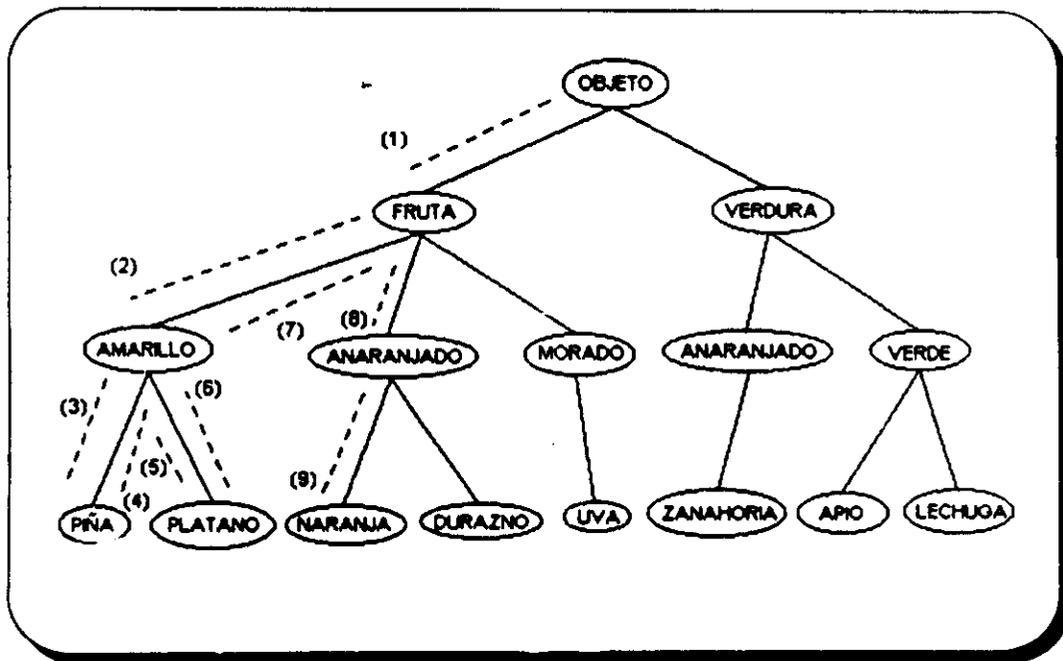
Una búsqueda en amplitud usualmente buscará la ruta más corta entre el estado inicial y el estado final, tomando en cuenta también el número mínimo de pasos. El proceso se comienza en el estado inicial trabajando de izquierda a derecha y de arriba a abajo. Los procedimientos de búsqueda en amplitud son buenos cuando el número de rutas que surgen de cada nodo solución son relativamente pequeñas y cuando el número de niveles en cada rama tiene una diferente profundidad.

La búsqueda a ciegas parcial en profundidad inicia en el nodo raíz, trabaja hacia abajo en niveles más bajos. Un operador es aplicado al nodo que genera el siguiente nodo en secuencia que está en un nivel más profundo. El proceso continua hasta que una solución es encontrada y en caso contrario se viaja en sentido inverso a través de la rama. Cuando un estado solución no es

Capítulo I

Inteligencia Artificial

alcanzado a través de dicha ruta en la rama, el proceso retrocede (backtraks) hasta un nivel superior en donde se encuentra otra ruta disponible. El proceso continua hacia abajo y en sentido de izquierda a derecha hasta que el nodo solución es encontrado. La búsqueda en profundidad garantiza una solución, pero la búsqueda puede ser muy larga. Muchas ramas distintas deben ser consideradas hasta su máxima profundidad antes de que una solución sea encontrada. Este método es especialmente atractivo en los casos en los que existen rutas cortas y cuando no hay muchas subramas.



Los métodos heurísticos son designados para reducir el esfuerzo en búsqueda de una solución. Cuando un problema es representado como un árbol de búsqueda, la aproximación heurística intenta reducir el tamaño del árbol eliminando nodos que no son prometedores. Tales aproximaciones no son óptimas, se les denomina suficientemente buenas. La pregunta es: qué es lo que se va a considerar y qué es lo que no se va a considerar en la búsqueda. Existen varios métodos o aproximaciones que responden a estas preguntas. Algunos métodos se usan en conjunción con otros.

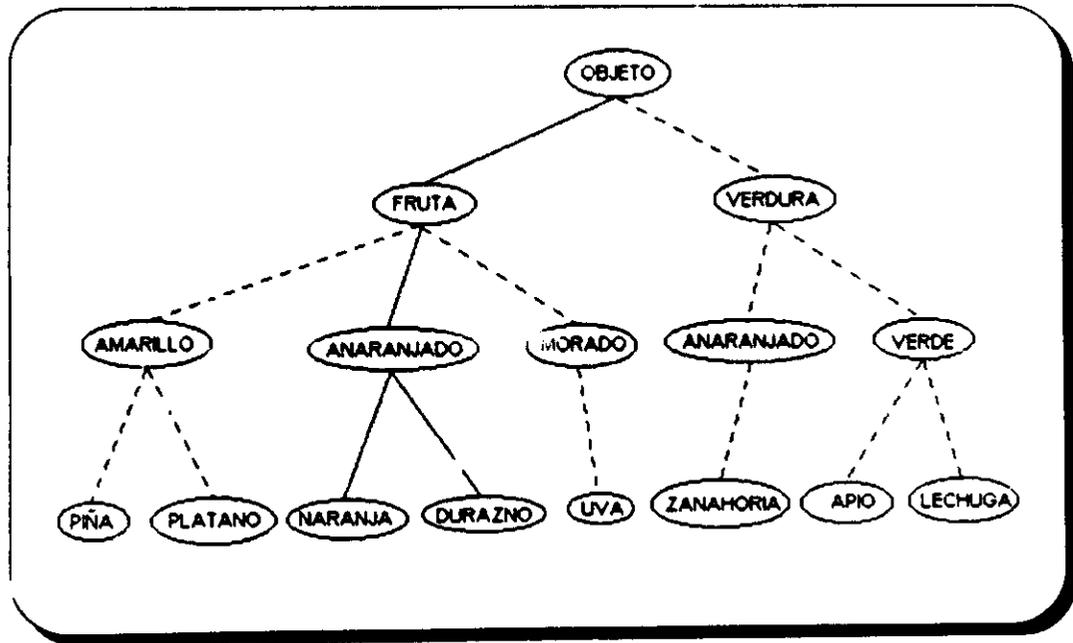
Capítulo I

Inteligencia Artificial

Las aproximaciones representativas generan y prueban. La idea básica es generar, mediante reglas, una posible solución, y someterla a prueba para determinar si la solución es realmente buena. Una manera de ejecutar esta búsqueda es seguir los siguientes pasos sugeridos por Wolfram: [1][2][3]

- 1.- Tener un criterio específico, es decir, una característica conocida.
- 2.- Probar una ruta que satisfaga dicha característica.
- 3.- Determinar si la ruta es útil y en caso de no ser útil "podaría".
- 4.- Moverse a la siguiente dirección.
- 5.- Verificar que todas las características han sido mencionadas. De no ser así, agregar el siguiente criterio de especificación y reiterar los pasos anteriores. Si todas las características han sido consideradas, el proceso está terminado.

Este método es efectivo solo cuando al inicio se podan varias ramas, y así se eliminan varias rutas.



El método escalar (Hill-climbing) es similar a la búsqueda en profundidad pero las rutas no son seleccionadas de manera arbitraria, se seleccionan en relación a su proximidad con respecto al nodo solución. La inducción significa generalizar en una versión más pequeña del problema. Existen dos cuestiones a considerar en la inducción: primero en el planteamiento del problema, el problema debe estar modelado en términos de los datos asociados (determinados). Segundo, los resultados inducidos deben ser probados con ejemplos reales para verificar si son razonables. Una vez que el método de búsqueda ha sido seleccionado necesita ser implementado. Es necesario decidir que operador aplicar y cuando aplicarlo. En un sistema basado en reglas por ejemplo, que regla sería la siguiente a probar. Comúnmente se conocen 4 estrategias de control:[1][2][3]

* **Encadenamiento Hacia Adelante:** este método emula el razonamiento deductivo humano. Es un proceso conducido por datos que inicia con cierta información proporcionada por el usuario. Las pistas son guardadas y encaminadas a cierta conclusión.

* **Encadenamiento Hacia Atrás:** es una estrategia de control conducida por metas. Inicia en el objetivo y trabaja en reversa buscando condiciones iniciales. El proceso inicia con una hipótesis; la búsqueda es entonces lanzada para encontrar y verificar los hechos que afirman dicha hipótesis. El proceso termina con la aceptación o rechazo de la hipótesis.

* **Análisis de Ruta Final (Means-End):** es un proceso iterativo que consiste en subdividir las diferencias entre el estado actual y el estado solución, hasta que las diferencias sean eliminadas. La solución muestra la ruta por la cual cruzó la base de conocimiento. El método aplica una serie de operadores que son asistentes de la búsqueda a la solución. El método trata de hacer más ágil la reducción de las diferencias de la manera más eficiente; que es la selección de los operadores apropiados, en una secuencia propia.

* **Compromiso Mínimo (Least Commitment):** De acuerdo a esta estrategia, se dice que no debemos tomar ninguna decisión hasta que no exista información suficiente. Para inicializar dicha aproximación necesitamos saber que es tener información suficiente. Además tenemos que saber que hacer cuando no existe información suficiente. Esta estrategia de control puede ser combinada con computación neurológica para incrementar la relatividad de las opciones. Las estrategias de control son implementadas por un programa de control llamado motor de inferencia. El programa determina cómo y en qué secuencia será explorado el espacio de estados que representa el cuerpo de conocimientos.

El motor de inferencia y el cuerpo de conocimientos son los dos mayores componentes de la gran mayoría de las aplicaciones de la Inteligencia Artificial y los componentes indispensables de los Sistemas Expertos.

Referencia bibliográfica

Capítulo I

- [1] *Minsky, Marvin Lee* Semantic Information processing
- [2] *Turban, Efraim* Expert Systems and applied Artificial Intelligence
- [3] *Rich, Elaine* Artificial Intelligence
- [4] *Winston, P.* Artificial Intelligence Addison-Wesley
- [5] *Crosson, Federick James* Inteligencia humana e Inteligencia Artificial
- [6] *Dehn, N.; Shank, R.* Artificial and Human Intelligence Hand book of Human Intelligence
RStenberg, Cambrige University Press
- [7] *Aubert, Jean Pasca* Inteligencia Artificial
- [8] *Findler, Nicholas V.*
Associative networks, representation and use of knowlegde by computers
- [9] *Soucek, Branko* Neural and Intelligent System Integration
- [10] *Cuena, J; Fernandez, G; López de Mántaras, R; Verdejo, M;*
Inteligencia Artificial: Sistemas Expertos Alianza Editorial
- [11] *Hayes-Roth, F.* Expert Systems Encyclopedia of Artificial Intelligence Shapiro Vol. I
- [12] *Boy, Guy A.* Intelligent Assistant System

Capítulo II

Sistemas Expertos.

II.1. Definición de Sistemas Expertos.

El nombre de Sistemas Expertos se deriva del término Sistemas Expertos Basados en Conocimientos. Un Sistema Experto es un sistema de computadora que emplea conocimiento humano capturado dentro de ésta, para resolver problemas que ordinariamente requieren de un experto humano. Los sistemas bien diseñados imitan el proceso de razonamiento utilizado por los expertos para resolver problemas específicos. Los Sistemas Expertos pueden ser utilizados por expertos o por no expertos. Los primeros los utilizan como asistentes de conocimiento, mientras los no expertos lo utilizan para que éste les proporcione la capacidad de resolver algún problema.

Puede llegar a crearse un Sistema Experto que resuelva problemas mejor que ningún experto humano, esto puede llegar a provocar un gran impacto social. Sobre todo en áreas donde aún no existe un experto humano.

II.2. Inicio y desarrollo de los Sistemas Expertos.

A principio de los años 60's se desarrollaron los primeros Sistemas Expertos. En esa época los desarrollos de la Inteligencia Artificial estaban dominados por la creencia de que con algunas reglas de razonamiento, combinadas con computadoras poderosas, se tendría como resultado un experto, e incluso un desarrollo superhumano.

Uno de estos intentos fue el Solucionador de Problemas de Propósitos Generales (General-purpose Problem Solver GPS).

El GPS fue desarrollado por Newell y Simon basados en su Máquina Teórico-Lógica. Fue un intento para crear una computadora inteligente. Y puede ser considerado como el predecesor de los Sistemas Expertos.

Capítulo II

Sistemas Expertos

El GPS trata de superar los pasos a seguir partiendo de un estado inicial hasta llegar a un estado final que es el objetivo. Para cada problema a resolver, al GPS se le proporciona una serie de operadores que pueden cambiar sus valores de manera diversa, una serie de precondiciones con sus respectivos operadores que se requieren para llegar a el estado final, y una lista de postcondiciones las cuales son las condiciones en las que se deben de encontrar los operadores en el estado final; después de haberseles aplicado las precondiciones.[1][2]

Además cuenta con un conjunto de reglas heurísticas aplicables a los problemas. El GPS intenta disminuir la diferencia entre el estado final y los estados intermedios. A veces existen operadores que no pueden ser operados en el estado actual, en estos casos el GPS incrusta un tercer estado en el cual es posible aplicar los operadores para seguir avanzando. Existen ocasiones que es necesario hechar mano de varios de estos estados incrustados antes de llegar a resolver un problema.[1][2]

El GPS como muchos inventos no llegaron a satisfacer por completo las aspiraciones de sus creadores, sin embargo aportaron muchos avances como: La creación de PROLOG que es un lenguaje de Inteligencia Artificial basado en los trabajos de Robinson, probando el teorema automático. Los compiladores de LISP y colectores de "basura" son trabajos basados en la metodología de solución a problemas de propósitos generales.

A mediados de los 60's con la creación de DENDRAL por E. Feigenbaum en la Universidad de Stanford y posteriormente la creación de MYCIN dieron un giro: de la solución de problemas generales, a la solución de problemas específicos. [1][3]

Con la construcción de DENDRAL se llegó a las siguientes conclusiones:

- * Los solucionadores de problemas generales son muy débiles para utilizarlos como base de los Sistemas Expertos.
- * Las personas que solucionan problemas son muy buenas solo si son especialistas en una cierta área del conocimiento.

Capítulo II

Sistemas Expertos

- * Los Sistemas Expertos necesitan ser constantemente actualizados en su información. Esa actualización puede hacerse eficientemente, mediante la representación basada en reglas.
- * Mientras más complejo sea el problema, requiere de mayor cantidad de conocimientos acerca del área.

Para mediados de los 70's, parecía que los Sistemas Expertos iban a emerger, al reconocerse que el conocimiento tiene un rol principal en estos sistemas, los científicos de la Inteligencia Artificial trabajaron en el desarrollo de teorías para comprender y representar el conocimiento: así como su asociación a inferencias y procedimientos de toma de decisiones de propósito general.

Después de unos años parecía que los esfuerzos tenían un éxito limitado, esto se debe a que el conocimiento como objeto de estudio es muy amplio y diverso. Los esfuerzos para resolver problemas basados en conocimientos en general eran prematuros. Por otro lado, las distintas aproximaciones de la representación del conocimiento parecían ser suficientemente buenas para aquellos Sistemas Expertos a las que se le aplicaban.

Una clave fue comprendida para aquel entonces: "La potencia de un Sistema Experto se deriva de el conocimiento específico que posee, no de los formalismos particulares o reglas de inferencia que posea".[2][4]

Para principio de los 80's la tecnología de los Sistemas Expertos pasó del escenario académico al comercial. Además se desarrollaron herramientas que aceleraban el desarrollo de Sistemas Expertos. Como herramientas de programación tenemos EMYCIN y AGE. Como herramientas para la adquisición de conocimientos: EXPERT y KAS. Y como herramientas para aprendizaje de los expertos tenemos METADENDRAL y EURISKO. Estas herramientas se hicieron comerciales y disponibles para inicios de 1983, aunque para entonces requerían hardware especial, pero ya a finales de los 80's dichas herramientas pueden trabajar en computadoras regulares, incluso en microcomputadoras.[1][5]

II.3. Algunos ejemplos de Sistemas Expertos.

MYCIN

Diagnostica Meningitis e infecciones relacionadas, usa el modelo consultivo. Acepta información incompleta, explica porqué pregunta por cierta información en particular, presenta un reporte de su línea de razonamiento. Es un Sistema Experto base para muchos desarrollos posteriores.

DENDRAL

Desarrollado en la Universidad de Stanford. Escrito en una variación de LISP. Usa el análisis espectroscópico para la solución de problemas en química, demuestra que es posible la eficiencia a través del uso de reglas heurísticas.

MACSYMA

Resuelve problemas complejos de matemáticas, usa el álgebra que después fue implantada en computadoras pequeñas incluso en las microcomputadoras. El programa se desarrollo en una Mainframe.

INTERNIST

Diagnostica enfermedades internas, a través de varios dominios. Posteriormente se desarrollo un sucesor de INTERNIST llamado CADUCEUS

PROSPECTOR

Escrito en LISP basado en MYCIN. Desarrollado a finales de los 70's. Identifica lugares que contienen ciertos minerales, representa modelos múltiples en una red semántica, incorpora un desarrollo de Procesamiento de Lenguaje Natural. Presenta gráficos de explicación, y acepta información adicional por parte del usuario durante la consulta.

Capítulo II HEARSAY

Sistemas Expertos

Elaborado antes que INTERNIST y PROSPECTOR. Combina el Procesamiento del Lenguaje Natural con técnicas de Sistemas Expertos. Posee una base de datos inteligente, incorpora el reconocimiento de la voz. Desarrollado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, su vocabulario era de cerca de 1,000 palabras. Era lento para contestar, y contestaba correctamente a 3 de cada 4 preguntas que se le planteaban; es decir tenía una efectividad del 75%.

PUFF

Es un ejemplo de Sistema Experto que no interactúa con el usuario. Obtiene información directamente con la fuente de estudio. El objeto de estudio son las funciones pulmonares de un paciente humano. Obtiene información de los aparatos para el examen que se le aplica al paciente. Algo notable en PUFF es que originalmente estaba escrito en BASIC, más adelante se reescribió en otro lenguaje y se notó que era más difícil desarrollar Sistemas Expertos en lenguajes convencionales.

Los primeros Sistemas Expertos comerciales fueron desarrollados por Digital Equipment Corporation, con XCON y XSEL que brindaban apoyo a los agentes de venta. General Electric desarrolló a DELTA/CATS-1 que apoyaba a técnicos en el mantenimiento de equipos de ferrocarril. DELTA/CATS-1 como PROSPECTOR desplegaba gráficos como explicación.

II.4. Categorías y tipos de Sistemas Expertos.

Los Sistemas Expertos pueden ser clasificados de distintas maneras. Una de éstas es una categorización genérica que usa el área del problema, que es direccionada por el Sistema Experto. Un Sistema Experto puede pertenecer a una o más categorías clasificatorias que son:
[2][3][5]

- * **Sistemas de Interpretación.-** Esta categoría incluye el análisis de imágenes, comprensión del lenguaje, interpretación de símbolos y otro tipo de análisis inteligentes. Estos sistemas son capaces de explicar el significado simbólico observado en los datos y aplicarlos a una situación descrita.
- * **Sistemas de Predicción.-** Estos sistemas explican consecuencias que pueden presentarse basados en situaciones descritas.
- * **Sistemas de Diagnóstico.-** Mediante algunas observaciones, estos sistemas son capaces de detectar algunos malfuncionamientos así como su reparación.
- * **Sistemas de Diseño.-** siguiendo algunas instrucciones y requerimientos, estos sistemas diseñan objetos que cumplen con los requisitos solicitados.
- * **Sistemas de Planeación.-** Desarrollan planes específicos para obtener o llegar a algún objetivo o meta.
- * **Sistemas de Monitoreo.-** Los cuales comparan el plan establecido y las actividades desarrolladas hasta el momento, además de hacer indicaciones acerca del cómo se ha desarrollado dicho plan.
- * **Sistemas de Depuración.-** Los cuales prescriben remedios a ciertos malfuncionamientos.
- * **Sistemas de Reparación.-** Los cuales ejecutan el plan a administrar para el remedio que fue prescrito.
- * **Sistemas de Instrucción.-** Los cuales diagnostican, depuran y corrigen el desenvolvimiento del estudiante.

- * **Sistemas de Control.-** Interpretan, predicen, reparan y monitorean los indicadores de algún sistema.

También podemos encontrar distintos tipos de Sistemas Expertos como:

- * **Sistemas Expertos basados en Reglas.-** Muchos de los Sistemas Expertos comerciales son de este tipo, debido a que la tecnología basada en reglas está relativamente bien desarrollada. El conocimiento está representado en reglas de producción.
- * **Sistemas Expertos basados en Frames.-** En estos sistemas el conocimiento está representado en frames, es una representación de una aproximación de programación orientada a objetos.
- * **Sistemas Expertos Híbridos.-** Los cuales incluyen varios tipos de representación del conocimiento.
- * **Sistemas Expertos basados en Modelos.-** Este tipo de sistema se estructura alrededor de un modelo que simula las funciones y estructuras del sistema en estudio. Por medio de variables se altera el funcionamiento del modelo, y el sistema hace las respectivas comparaciones en condiciones normales y posteriormente ofrece un diagnóstico.
- * **Sistemas Expertos en tiempo real.-** Son sistemas que deben proporcionar una respuesta lo más rápido posible. Estos sistemas se implementan mucho en el control. Este tipo de sistemas tienen un tiempo limitado para proporcionar una respuesta.

II.5. Conceptos básicos de los Sistemas Expertos.

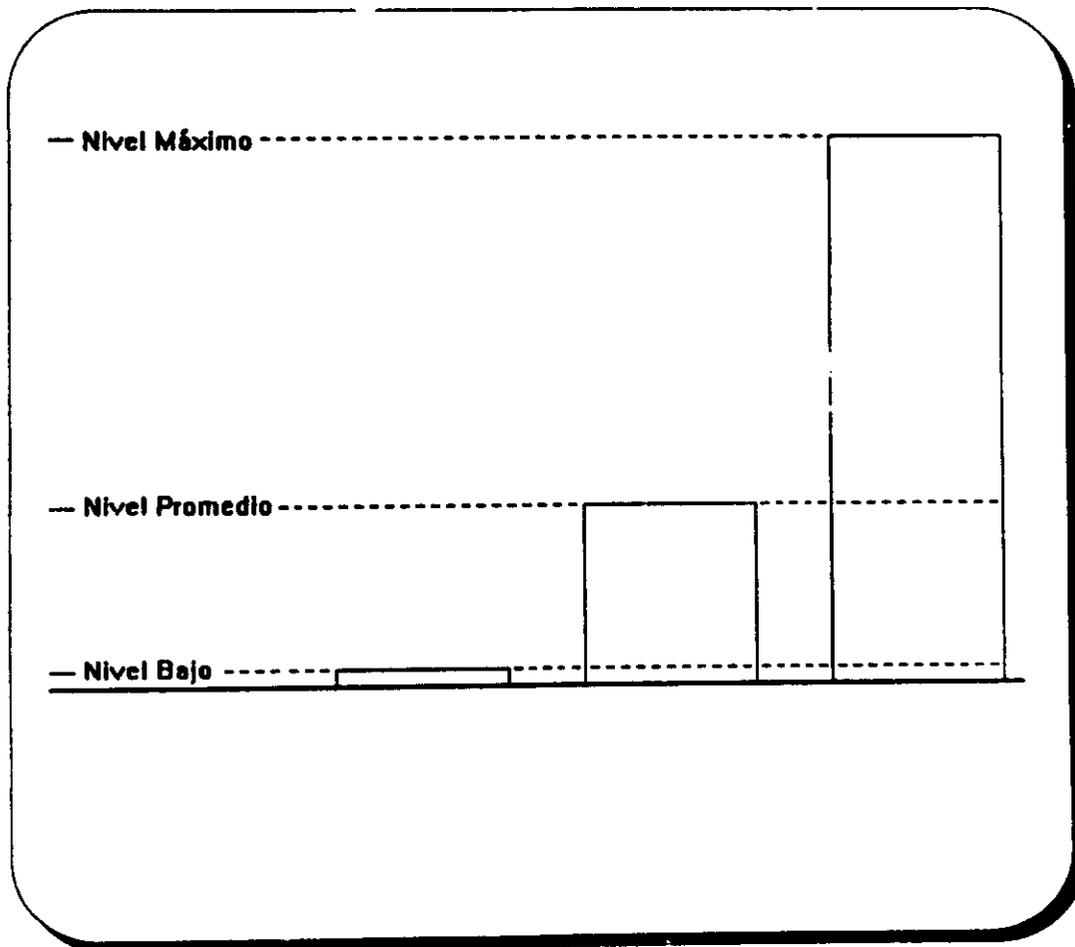
Los conceptos básicos de los Sistemas Expertos son: la experiencia, el experto, la transferencia de la experiencia, las reglas de inferencia y la capacidad de explicación.

La experiencia es el conocimiento adquirido mediante el desarrollo de tareas, práctica, la lectura, etc. Los distintos tipos de conocimientos permite que los expertos puedan resolver más eficazmente y de manera rápida problemas complejos en comparación con aquellas personas que no se les considera expertas.

Capítulo II

Sistemas Expertos

Es difícil definir lo que es un experto, por que actualmente se habla de grados o niveles de experiencia. Incluso se dice que por cada 100 personas existe una que es un experto en un área determinada. Se ha establecido que el promedio de conocimiento es 10 veces superior al nivel más bajo de conocimiento; por otro lado el nivel máximo de experiencia es 3 veces superior que el nivel promedio. Por tanto el nivel máximo de experiencia es 30 veces mayor al nivel más bajo de conocimientos. Además se maneja la posibilidad de incrementar el nivel de experiencia, mientras más expertos potenciales podamos establecer en los niveles más altos de experiencia.



Capítulo II

Sistemas Expertos

Algunas de las tareas que realizan los expertos son las siguientes:

- * Plantear y modelar el problema.
- * Resolver el problema de manera rápida y con una buena solución.
- * Explicar el por qué del resultado.
- * Aprender de las experiencias anteriores.
- * Reestructurar sus conocimientos.
- * Romper reglas (aprender las excepciones de éstas).

En la actualidad los Sistemas Expertos son capaces de desarrollar dos de estas actividades: resolver el problema de manera rápida y con una solución aceptable, y explicar el porqué se llegó a esa solución.

La transferencia de experiencia tiene como objetivo transferir los conocimientos de un experto a una computadora, y esta a su vez transferirá dichos conocimientos a usuarios que no son expertos. Este proceso involucra 4 actividades: la adquisición de conocimientos, la representación del conocimiento, la inferencia del conocimiento y la transferencia del conocimiento al usuario.

A la representación del conocimiento en una computadora se le llama Base de Conocimientos. se puede distinguir 2 tipos de conocimiento: los hechos y los procedimientos. La inferencia se refiere a la capacidad de razonamiento que posee el Sistema Experto, después de habersele proporcionado los conocimientos y la posibilidad de acceder a la base de conocimientos.

Al Sistema Experto hay que darle la capacidad de inferencia, esta tarea es desarrollada por un componente llamado motor de inferencia que incluye procedimientos para la solución del problema.

La mayoría de los Sistemas Expertos se basan en reglas, esto es, que el conocimiento está representado en reglas de producción, con la estructura IF - THEN (SI - ENTONCES) aunque recientemente se han creado aplicaciones que complementan a las reglas, como las representaciones en frames.

II.6. Los componentes de un Sistema Experto.

Los Sistemas Expertos están compuestos por 2 grandes ambientes: el ambiente de desarrollo que es utilizado por el creador del Sistema Experto para transferirle los conocimientos y procedimientos. El ambiente de consulta que es operado por los usuarios ya sea para apoyo en una consulta o para la adquisición del conocimiento por parte de los no expertos.

Un Sistema Experto puede estar compuesto por: [2][3][5][6]

- * Subsistema de adquisición del conocimiento.
- * Base del conocimiento.
- * Motor de inferencia.
- * Borrador (blackboard o área de trabajo).
- * Interface con el usuario.
- * Subsistema de explicación (Justificador).
- * Sistema de refinación del conocimiento.

Aunque la mayoría de los Sistemas Expertos no cuentan con el último componente además de que ofrecen distintas capacidades de cada componente.

La adquisición del conocimiento es la acumulación, transferencia y transformación de la experiencia, para resolver el problema; proveniente de alguna fuente hacia un programa de computadora; para la construcción o ampliación de la base del conocimiento. Las fuentes pueden ser: expertos humanos, libros de texto, base de datos, reportes de investigación o ilustraciones.

La adquisición del conocimiento proveniente de un experto humano a veces resulta ser una tarea compleja y constituye un cuello de botella para la construcción de un Sistema Experto. Para esta labor se requiere la participación de un ingeniero del conocimiento, que debe ser capaz de estructurar la experiencia del humano en estructuras que formarán la base del conocimiento. Esta estructuración consiste en interpretar e integrar las respuestas a ciertas preguntas, contemplar las excepciones a las reglas y ser explícitos en conceptos difíciles.[1][2][3]

Capítulo II

Sistemas Expertos

La base de conocimientos es una estructura formada por hechos que conforman los conocimientos del experto. Estos hechos deben ser ciertos, y además se debe representar no solo los hechos, también las relaciones que existen entre estos hechos. La representación de estos conocimientos es uno de los retos más grandes en la programación de Sistemas Expertos.

La base del conocimiento contiene conceptos necesarios para comprender, formular y resolver problemas. Tiene dos elementos básicos: hechos y heurística. Los hechos son : la situación del problema, y teoría acerca del área del problema. La heurística que son reglas de uso directo sobre el conocimiento de un dominio específico.[3][5][6]

La información de la base del conocimiento se incorpora a un programa de computadora a este proceso se le llama: Representación del Conocimiento.

El cerebro del Sistema Experto es el motor de inferencia, también es conocido como la estructura de control o interpretador de reglas. El motor de inferencia es esencialmente un programa de computadora que provee la metodología de razonamiento acerca de la información en la base del conocimiento y en el borrador para formular conclusiones.

El borrador (Blackboard) es un área de trabajo en memoria donde se plantea la descripción del problema, se localiza la información solicitada y se plantean soluciones inmediatas. Existen 3 tipos de decisiones que pueden ser guardadas en el borrador: un plan, que delimita como va a ser atacado el problema; una agenda, donde se tienen acciones potenciales a ejecutarse; y la solución, que son las posibles hipótesis que solucionan de manera satisfactoria el problema.[3][5][6]

Para la interface con el usuario los Sistemas Expertos contienen un procesador de lenguaje que posibilita que la comunicación entre el usuario y la computadora sea más amigable, en muchos casos se implementa el procesamiento del lenguaje natural o la explicación por medio de gráficos.

Capítulo II

Sistemas Expertos

El justificador o subsistema explicador es el que lleva un análisis del porqué se tomaron ciertas decisiones y a las conclusiones a las que se llegaron para determinar la potencial solución del problema. Este subsistema debe ser capaz de responder a ciertas preguntas tales como: ¿Por qué el Sistema Experto está realizando cierta pregunta? ¿Cómo se llegó a cierta conclusión? ¿Por qué se rechazó cierta alternativa? ¿Cuál es el plan a seguir para llegar a la solución?[3][6]

El subsistema de refinación del conocimiento no ha tenido desarrollo en los Sistemas Expertos comerciales, sin embargo existen proyectos experimentales en Universidades que tratan de desarrollar este subsistema que le daría la capacidad al Sistema Experto de aprender de sus fracasos y adquirir nuevos conocimientos, con respecto a los problemas que a enfrentado con anterioridad, esto proporcionaría una base del conocimiento más depurada y efectiva.

El desarrollo de un Sistema Experto inicia con la construcción de la base de conocimientos, extrayendo estos conocimientos de un experto o de fuentes documentales. Posteriormente se construye, o en su defecto se adquiere el motor de inferencia, el borrador y otros recursos de software. Quienes participan en este desarrollo son el experto, el ingeniero del conocimiento y de ser necesarios programadores.

El conocimiento se representa en la base del conocimiento de tal manera que el sistema pueda llegar a una conclusión mediante la emulación del razonamiento humano. Una herramienta que es frecuentemente usada en el desarrollo es el Shell de un Sistema Experto. Un Shell incluye todos los elementos de un Sistema Experto a excepción de la base de conocimientos. EMYCIN es un Shell construido basándose en MYCIN. La letra E en EMYCIN es por Empty (vacío) por tanto EMYCIN es MYCIN pero sin conocimientos. [1][2][3][6]

Después del desarrollo se pone a prueba, exponiendo el sistema a los usuarios y extrayendo información referente a: si la conclusión a la que llegó el Sistema Experto es acertada, si el motor de inferencia está ejecutando correctamente las reglas heurísticas que se le proporcionaron, y por otro lado, en cómo se relacionan el programa y el usuario, por si es necesario realizar cambios en la estructura de la interface con el usuario. Los Sistemas Expertos pasan largos periodos en desarrollo de prototipos, hasta llegar a la elaboración de un sistema que satisfaga las necesidades que se requerían.

Capítulo II

Sistemas Expertos

La metodología disponible de los Sistemas Expertos no son efectivas ni directas. Aún en desarrollos de complejidad modesta, el código de un Sistema Experto es difícil de comprender, depurar y mantener.

A continuación se enlistan algunas causas por las cuales se ha frenado el desarrollo de Sistemas Expertos comerciales:

- El conocimiento no está siempre disponible.
- La experiencia es difícil de extraer de los expertos humanos.
- Los Sistemas Expertos trabajan bien solo en algunos dominios.
- El vocabulario utilizado por los expertos muchas veces no son entendidos por otras personas. Frecuentemente es necesitada la ayuda de algún ingeniero del conocimiento los cuales son raros y muy caros.
- La poca confianza de los usuarios finales para el uso de un Sistema Experto.
- La transferencia de conocimientos es objeto de hostilidades y prejuicios.
- Puede llegar el caso en el que un Sistema Experto no llegue a una solución, debido a que su base de conocimientos no incluya dicho caso, además de que un Sistema Experto puede llegar a cometer errores.

II.7. Representación del Conocimiento.

Una vez que el conocimiento ha sido recopilado de las fuentes, éste debe ser representado de tal manera que el motor de inferencia sea capaz de utilizarlo para llegar a soluciones de algunos problemas. Existen dos tipos de representación del conocimiento: aquel que acepta un análisis, y el que se apega a una codificación, ambas están muy relacionadas y una con lleva a la otra.[2][3][6][7]

El análisis del conocimiento se basa en el conocimiento adquirido, y se organiza para posteriormente ser codificada. Las técnicas del análisis son en su mayoría del tipo pictórico, y podemos encontrar: representación lógica, redes semánticas, listas, árboles de decisión o tablas de decisión.

Dentro de las técnicas de codificación nos encontramos las reglas de producción y los frames. Aquel conocimiento que esté descrito en cualquier técnica de análisis puede ser fácilmente representada por reglas o frames.

Representación Lógica.- Quizá una de las representaciones más antiguas es la representación lógica. Esta ofrece muchas facilidades en la manipulación de símbolos, recordemos que en la representación lógica contamos con proposiciones y predicados. Además contamos con operadores como son: AND, OR, NOT además podemos incluir las de igualdad e implica que.

Debido a la estructura de la representación lógica, podemos contar con dos formas básicas de la lógica computacional: la lógica de proposiciones (o cálculo de proposiciones) y la lógica de predicados (o cálculo de predicados).

La lógica de proposiciones no es más que el establecimiento del valor de las premisas que pueden ser verdaderas o falsas. Una vez determinado el valor de las premisas, se procede a extraer nuevas proposiciones. Las reglas solo determinan la falsedad o veracidad de las nuevas proposiciones. Aún cuando la lógica de proposiciones sea una alternativa de la representación del

Capítulo II

Sistemas Expertos

conocimiento no es muy útil dentro de la Inteligencia Artificial puesto que la representación del mundo real se ve limitada al solo contemplar la veracidad o falsedad de estructuras completas ya que no analiza los miembros que conforman dicha representación. Por tanto en consecuencia la Inteligencia Artificial utiliza la lógica de predicados. La lógica de predicados es más compleja, no solo permite utilizar los operadores, además permite fragmentar las estructuras para analizar los componentes y estudiar nombres, características, etc.

La lógica es la forma por la cual representa el conocimiento el lenguaje PROLOG. Los objetos y sus valores son representados en secuencia de palabras, se les denomina clausulas, expresiones de hechos, reglas o relaciones y son buscados para encontrar la solución al problema.

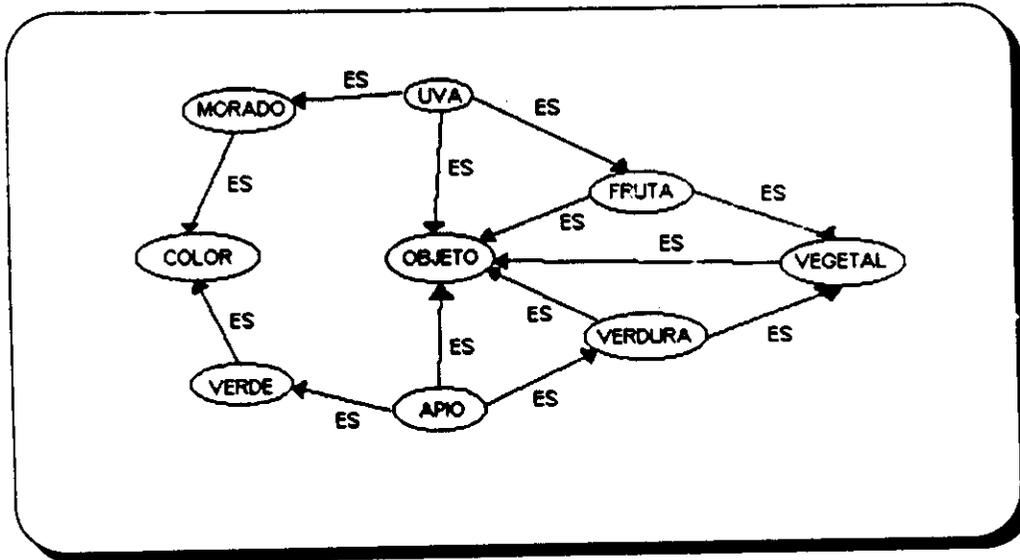
Redes Semánticas.- Una de las representaciones más antiguas y fáciles de comprender son las redes semánticas. Las redes semánticas conformadas por arcos y nodos que dan una representación de las relaciones jerárquicas entre objetos. Los nodos representan objetos que pueden ser ya sea físicos o conceptos pueden representar una persona, un automovil, una mesa, o ser características de algún objeto: color, tamaño, etc. e incluso pueden representar eventos o acciones. [2][6][7][8]

Los nodos están interconectados por arcos. Los arcos representan la relación existente entre los nodos dando un sentido de pertenencia o de identificadores cuando se relacionan un objeto con su característica.

Una de las características más interesantes y útiles de las redes semánticas es que muestra la inherencia. Como las redes semánticas son jerárquicas las características de algunos nodos son inherentemente características de otros. Dependiendo del tipo de problema que está resolviendo, es la cantidad de detalles que se requiere en la red semántica.

Cuando se habla de un problema muy general, entonces no se entra mucho en detalle, pero si el problema a resolver es muy particular, entonces se requiere de grandes cantidades de detalles. El inconveniente del uso de Redes Semánticas es que no resulta sencillo transportarla a un

programa de computadora, por tanto, es una técnica muy utilizada para el análisis, para posteriormente transformar la información a reglas o frames.



Scripts.- Los scripts son representaciones del conocimiento muy similares a los frames, la diferencia radica en que los scripts describen secuencias de eventos y no características. Los elementos de un scripts son:

- * Escenario (Track).- que nos señala las posibles alternativas que se presentan durante la secuencia de eventos y en donde se desarrollan.
- * Los Roles (papeles).- que son las personas involucradas en el script.
- * Props (puntales, soportes).- Que son los objetos que se utilizan en la secuencia de eventos que ocurren en ese momento.
- * Las condiciones de entrada.- que describen la situación actual y las cuestiones que deben ser satisfechas.
- * Las escenas.- describen la secuencia de los eventos que ocurren en el momento.

Los scripts son muy útiles cuando se necesita saber que es lo que va a pasar, aún cuando no exista información integrada en los datos de entrada; se puede hacer una predicción, por otro lado los scripts permiten predecir el quien y donde, dada alguna situación derivado de algún cuestionamiento que se llegue a plantear.[2][3][6][7]

Capítulo II

Sistemas Expertos

Los scripts como los frames son bastante útiles en la representación del conocimiento, pero cuando se trata de solucionar problemas por medio de computadora, los scripts no se pueden representar, se tiene que simular y para eso se necesita captar el conocimiento en forma simbólica. El LISP es uno de los mejores lenguajes que domina la representación simbólica, y para obtener respuestas realiza un análisis mediante comparación de patrones.

A continuación tenemos un ejemplo de Script para cambiar la llanta ponchada de un vehículo:

Script de la llanta ponchada.

Escenario: La carretera.

Papeles: Conductor del vehículo.

Props: Llanta de refacción

tuercas

llave de cruz

gato hidráulico

Condiciones de entrada: El conductor tiene prisa.

A el vehículo se le ponchó una llanta.

Escena 1: Identificación del problema

- * El conductor nota que se ponchó una llanta.
- * El conductor orilla el vehículo.
- * El conductor desciende del vehículo.
- * El conductor identifica cual de las llantas es la ponchada.

Escena 2: Reparación

- * El conductor abre la cajuela.
- * El conductor saca la herramienta y la llanta de refacción.
- * El conductor afloja las tuercas con la llave de cruz.
- * El conductor monta el gato hidráulico y sube el vehículo.
- * El conductor quita las tuercas y saca la llanta ponchada.
- * El conductor pone la llanta de refacción y las tuercas.
- * El conductor baja el vehículo.
- * El conductor aprieta las tuercas con la llave de cruz.
- * El conductor guarda la herramienta y la llanta ponchada.
- * El conductor cierra la cajuela.

Escena 3: De vuelta al camino

- * El conductor sube al vehículo.
- * El conductor pone en marcha el vehículo.
- * El conductor se dirige a su destino.

Resultados:

- * El conductor llegará tarde a su destino.
- * El conductor está molesto (probable).
- * La persona que lo espera está preocupada (probable).
- * El conductor quedó sucio.

Capítulo II

Sistemas Expertos

Objetos, Atributos y Valores.- Una manera muy común de representar el conocimiento es el de la tripleta O-A-V (Objetos, Atributos, Valores) Los objetos pueden ser físicos o conceptuales. Los atributos son las características de los objetos. Los valores son medidas específicas de los atributos que posee el objeto en una determinada situación.[2][3][6][7]

Un objeto puede tener varios atributos, un atributo por si mismo puede llegar a ser considerado como un objeto con sus propios atributos. La tripleta O-A-V puede ser considerada como una cierta variación de red semántica o de frame. Su representación gráfica, muestra a los objetos y valores como nodos, que están unidos por un arco que representa el atributo. Ejemplo de la representación de O-A-V de una casa:

OBJETO	ATRIBUTOS	VALORES
casa	recamara	1, 2, 3, etc.
casa	color	rosa, verde, etc.
casa	baño	1/2, 1, 2, etc.
baño	color	azul, blanco, etc.
baño	tina	0, 1, etc.
tina	color	blanca, azul, etc.

La tripleta O-A-V puede llegar a tener una presentación estática o dinámica, con la diferencia que en la presentación dinámica las proporciones de los valores pueden variar. La tripleta O-A V puede ser usada para representar un orden entre las relaciones mediante el uso de una estructura de árbol.

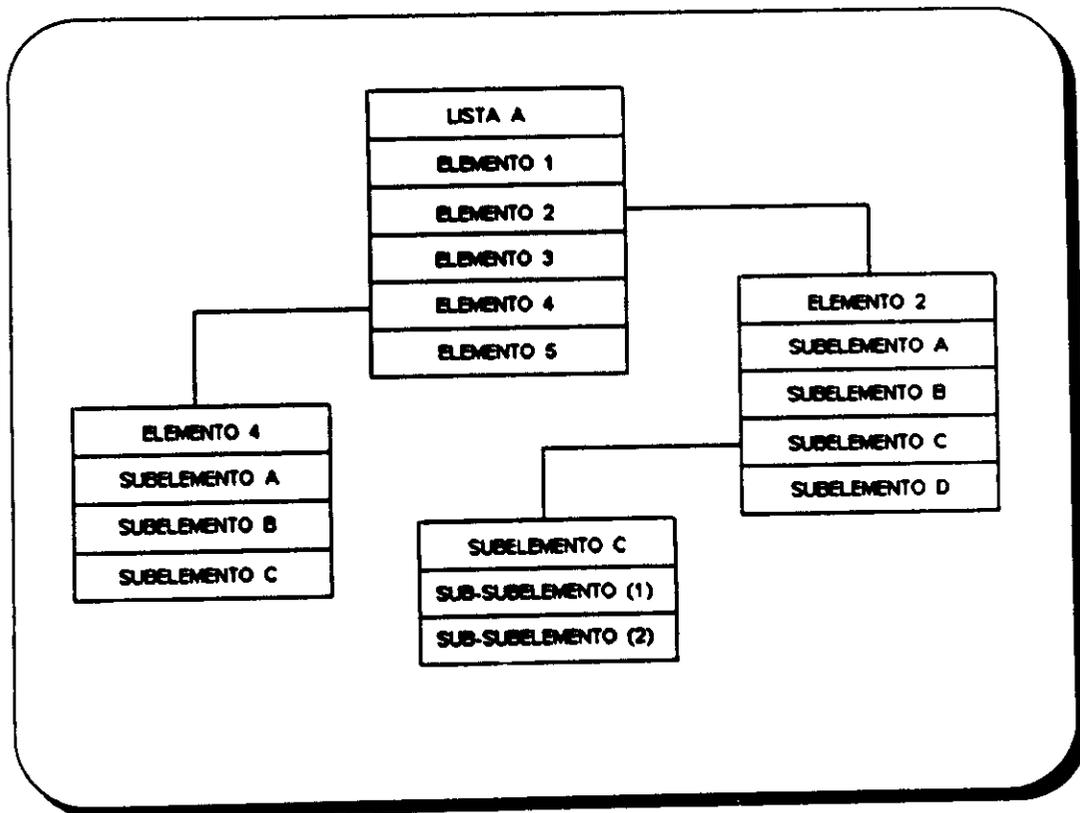
Las listas y los árboles son estructuras simples usadas para representar el conocimiento de forma jerárquica.

Capítulo II

Sistemas Expertos

Listas.- Una lista es una serie de hechos relacionados. Puede ser una lista de nombres, objetos, acciones, etc. Usualmente las listas representan objetos que son agrupados, categorizados o graduados de acuerdo a un cierto rango de relación. Primeramente los objetos son divididos en grupos o clases siendo de hechos similares, posteriormente las relaciones se representan como una liga que une a los objetos. [2][3][6][7]

La estructura más simple es una sola lista, pero cuando dos o más listas relacionadas se combinan entonces se tiene una lista jerárquica.



Capítulo II

Sistemas Expertos

Tablas de decisión.- Son tablas organizadas en renglones y columnas. La tabla se divide en dos partes. En la primera parte se desarrolla una lista de atributos, para cada atributo se listan todos los posibles valores. En la segunda parte se tiene una lista de conclusiones, y posteriormente se relacionan los atributos con las conclusiones.[2][3][6][7]

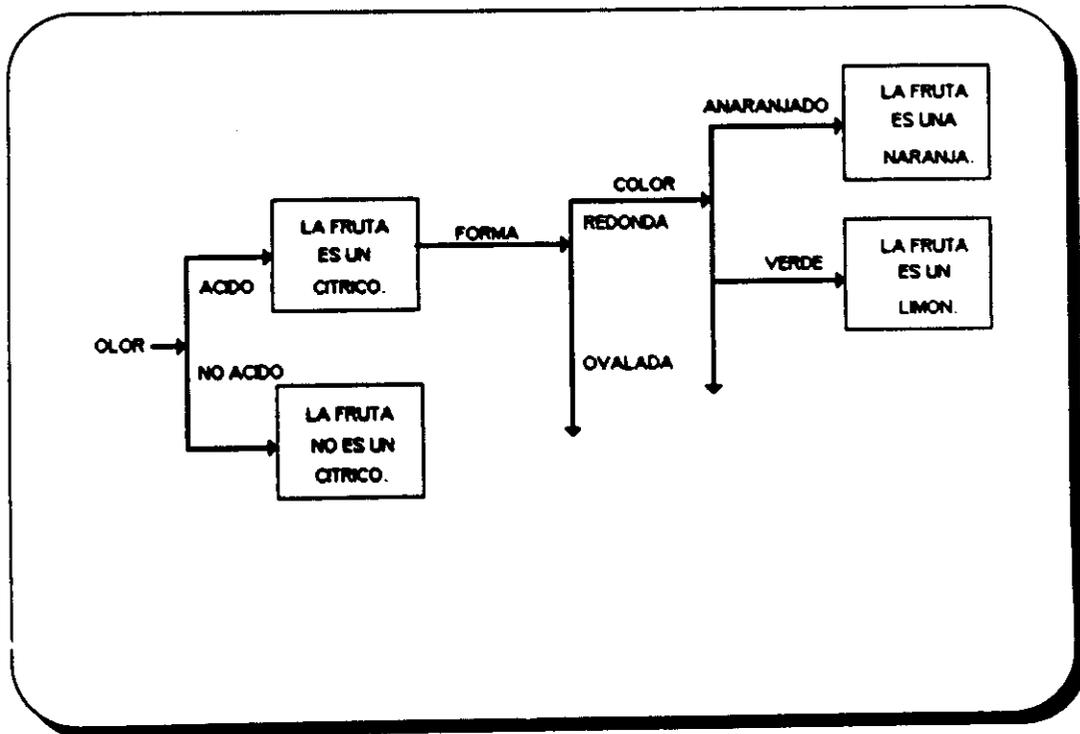
El conocimiento representado en una tabla puede ser útil como estructura de entrada para el desarrollo de otro método de representación del conocimiento. Ya que no es posible realizar inferencias con el dominio de las tablas, excepto cuando se tienen reglas de inducción.

ATRIBUTOS							
FORMA	REDONDA	REDONDA	REDONDA	REDONDA	OBLONGA	OBLONGA	OBLONGA
OLOR	ACIDO	ACIDO	DULCE	DULCE	DULCE	DULCE	DULCE
COLOR	AMARILLO	NARANJA	AMARILLO	ROJO	AMARILLO	AMARILLO	VERDE
SABOR	AGRIO	ACIDO	DULCE	DULCE	DULCE	DULCE	DULCE
TEXTURA	LISA	RUOOSA	LISA	LISA	LISA	LISA	LISA
CONCLUSIÓN							
LIVA	X						
NARANJA		X					
MANZANA			X	X			
PLATANO					X		
PERA						X	X

Arboles de decisión.- Los árboles de decisión están relacionados con las tablas, y se usan frecuentemente en sistemas de análisis. Un árbol de decisión es una red semántica jerárquica con una serie de reglas. Se representa al igual que los árboles con nodos y arcos, pero en los árboles de decisión los nodos representan objetivos y los arcos representan decisiones. [2][6][7]

La raíz del árbol se encuentra a la izquierda y las hojas hacia la derecha. Todos los nodos terminales a excepción de la raíz, son instancias del objetivo primario.

La ventaja de utilizar los árboles de decisión es que pueden simplificar el proceso de adquisición del conocimiento. Además de que los diagramas son más familiares a los expertos que los métodos formales de representación del conocimiento como son las reglas y los frames.



II.8. Métodos Formales de Representación del Conocimiento.

Reglas de Producción.- El sistema de producción fue desarrollado por Newell y Simon en su modelo cognoscitivo humano. El sistema de producción es una representación del conocimiento modular y está adquiriendo gran popularidad entre varias aplicaciones de la Inteligencia Artificial. Es la representación de la base de conocimientos empleada por MYCIN y es el más utilizado por los shells para Sistemas Expertos.[2][7]

La idea básica de este sistema es representar el conocimiento en reglas de producción en la forma: condiciones-acciones; "SI" es la condición, premisa o antecedente que ocurre. "ENTONCES" es la acción, resultado, conclusión o consecuencia que ocurre u ocurrirá. Cada regla de producción dentro de la base de conocimientos es un chunk autónomo de experiencia y puede ser desarrollado o modificado independientemente de las otras reglas. Cuando las reglas de producción se le adapta un motor de inferencias, con el conjunto de reglas involucradas en el análisis podemos obtener mejores resultados que analizando una regla independientemente.

En realidad las reglas dentro de la base de conocimientos no son independientes. Rápidamente pueden llegar a ser interdependientes. Por ejemplo al agregar una nueva regla, ésta puede entrar en conflicto con una regla ya existente o podría requerir una revisión dentro de sus operadores Y/O (AND/OR) en la regla.

La utilidad de las reglas de producción radican en el hecho de que las condiciones para las cuales es aplicable la regla son explícitas y en teoría, las interacciones entre reglas se minimizan. Por otro lado las reglas poseen una sintaxis simple y flexible además son fáciles de comprender.

El sistema de producción está compuesto por reglas de producción, una memoria y el control. El sistema es muy útil para mecanismos que controlan las interacciones entre las distintas declaraciones y procedimientos. El sistema de reglas de producción ha sido muy utilizado por varios Sistemas Expertos así como en herramientas comerciales que hay en el mercado.[2][7]

Capítulo II

Sistemas Expertos

Las reglas pueden ser usadas como herramientas descriptivas de las reglas heurísticas para la solución de problemas, reemplazando un análisis formal del problema. Por otro lado las reglas son guías incompletas pero útiles para realizar decisiones de búsqueda y reducen el tamaño del problema al espacio que ha sido explorado.

	PRIMERA PARTE	SEGUNDA PARTE
NOMBRE	PREMISA → ANTECEDENTE → SITUACION → SI → IF →	CONCLUSIÓN CONSECUENCIA ACCIÓN ENTONCES THEN
NATURALEZA	SIMILAR A CONOCIMIENTO DECLARATIVO	SIMILAR A CONOCIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS
TAMAÑO	PUEDE CONTAR CON MUCHOS "SI"	GENERALMENTE UNA CONCLUSIÓN
ESTRUCTURA	AND (Y)	TODAS LAS CONDICIONES DEBEN SER VERDADERAS PARA QUE LA CONCLUSIÓN SEA VERDADERA
	OR (O)	AL MENOS UNA CONDICION DEBE SER VERDADERA PARA QUE LA CONCLUSIÓN SEA VERDADERA

Comúnmente existen dos tipos de reglas dentro de la Inteligencia Artificial: Conocimiento e inferencia. El conocimiento son reglas declarativas que muestran los hechos y relaciones del problema. Las de inferencia o reglas de procedimiento advierten el cómo puede solucionarse el problema tomando en cuenta los hechos que han sido considerados hasta el momento.[1][2][7]

Dentro de las reglas de inferencia, podemos encontrar estructuras que poseen operadores como AND/OR. a estas reglas se les llama metareglas, es decir reglas acerca de las reglas. Esta separación de las reglas es debido a que las reglas de conocimiento van a conformar a la base de conocimientos, y las reglas de inferencia van a formar el motor de inferencia, tomando en cuenta que estas utilizan reglas que no son de dominio específico, éstas deben ser lo más generales posibles para poder ser aplicables a otro tipo de problemas.

Capítulo II

Sistemas Expertos

Algunas ventajas del uso de reglas son:

- * Son sencillas de interpretar.
- * Se pueden extraer fácilmente las explicaciones e inferencias.
- * Las modificaciones y el mantenimiento son relativamente sencillos.
- * La incertidumbre es permisible con el uso de reglas.
- * Cada regla es usualmente independiente.

Algunas desventajas o limitaciones del uso de reglas son:

- * Cuando se tiene un problema muy complejo en el cual se requieren grandes cantidades de conocimiento es necesario el uso de miles y miles de reglas, lo que provoca problemas en las modificaciones y el mantenimiento,
- * Al tener el manejo de grandes cantidades de reglas se pierde sensiblemente el sistema de control y se dificulta la labor de realizar inferencias.

Frames.- Un frame es una estructura de datos en el que se contempla toda la información acerca de un objeto. Esta información esta organizada de forma jerárquica y permite un análisis de la información de manera independiente. Los frames son básicamente aplicaciones de la Programación Orientada a Objetos para la Inteligencia Artificial y los Sistemas Expertos.

A diferencia de otros métodos de representación del conocimiento, en los frames agrupamos toda la información referente a un objeto en una sola unidad: el frame. Un frame está formado básicamente por dos elementos el slot y las facetas. El slot es un conjunto de atributos que describen al objeto representado por el frame. Cada slot contiene una o más facetas, también llamados subslots, los cuales contienen información o procedimientos acerca del atributo marcado en el slot. [2][3][6][7]

Capítulo II

Sistemas Expertos

Existen varios tipos de facetas:

- * Facetas de Valores.- que describen el atributo.
- * Facetas por Default.- que es usada cuando el slot está vacío es decir que no contiene ningún atributo.
- * Facetas de Rango.- que indica que tipo de valores puede tener el slot.
- * Facetas de Procedimientos.- las cuales contienen acciones a seguir si el slot posee un valor específico.
- * Facetas de Procedimientos Necesarios.- contienen acciones a seguir cuando el slot no posee valor alguno.
- * Existe otro tipo de facetas las cuales contienen frames, reglas, redes semánticas o cualquier tipo de información.

Existen procedimientos adjudicados a un cierto valor de slot y producen valores que se le asignan a otros slots. En muchos sistemas desarrollados en Inteligencia Artificial se utilizan conjuntos de frames que en cierta forma están interconectados. El hecho de que los frames sean jerárquicos trae consigo que exista inherencia entre frames o características de los mismos.

Los frames padres poseen la descripción general de las entidades. Mientras más alto se encuentre dentro de la jerarquía, más general será la información que contiene. Cuando tenemos la descripción actual de los objetos, estamos extrayendo información de los frames hijos, los cuales poseen los valores actuales de los atributos. Cabe mencionar que un frame padre es frame hijo de un frame padre que se encuentra en un nivel más alto.

Durante la construcción de un frame puede darse el caso que alguno de sus slots estén relacionados con un frame padre distinto al que posee el frame en construcción. El único frame sin padre es el que está en la cima de la jerarquía, y se le conoce como frame maestro y es el que posee la información más general del problema.

Capítulo II

Sistemas Expertos

Ejemplo de un frame de un avión de guerra:

Frame de un avión

Clase: de guerra

Nombre: Starfighter

Numero de asientos: uno (default)

Dimensiones:

Envergadura: 6.68 metros

Largo: 16.69 metros

Alto: 4.11 metros

Peso:

Vacio: 6,387 kilos

Cargado: 13,054 kilos

Velocidad máxima: 2,330 k/h (Mach 2)

Motor: General Electric J79 turbojet

II.9. Inferencias y Explicación.

Cuando ya se terminó el proceso de crear la base de conocimientos entonces necesitamos de un programa de computadora que sea capaz de utilizar la base de conocimientos para realizar inferencias y encontrar la solución al problema planteado. A este programa se le llama motor de inferencia, y en los sistemas basados en reglas se le llega a llamar interpretador de reglas.

El programa de control dirige la búsqueda a través de la base de conocimientos. El proceso puede involucrar reglas de inferencia llamadas comparación de patrones. El programa decide que regla investigar, que alternativa se va a desechar y que atributo va a comparar. Los programas de control más comunes y populares son el encadenamiento hacia adelante y el encadenamiento hacia atrás.

La comparación de patrones es una técnica de inferencia que utiliza ya sea redes semánticas, frames o reglas. Algunas de las características del objeto que posee la base de conocimientos, bien puede estar representados en patrones, sin embargo al portar solo aquellos atributos indispensables, lo hace más poderosa que cualquier otra representación del conocimiento.

Capítulo II

Sistemas Expertos

Las metareglas o reglas de las reglas resuelven un conflicto muy común al tratar de dar solución a un problema en el cual se utiliza la inferencia de reglas. Los motores de inferencia que contienen metareglas son más complejos que aquellos que no las poseen. Las metareglas hacen más difícil la lectura y comprensión de la base de conocimiento por parte del motor de inferencia, esto se debe a que una metaregla afecta potencialmente la secuencia en que las reglas serán llamadas. La manera en la que afecta la metaregla es distribuida a través del resto de la base de conocimientos.

Existen dos aproximaciones de inferencias para controlar Sistemas Expertos basados en reglas: el encadenamiento hacia adelante y el encadenamiento hacia atrás. Para una fácil comprensión de estas aproximaciones de búsqueda citaremos un ejemplo sencillo: Imaginemos que queremos tomar un vuelo que parta de la Ciudad de México para llegar a Malasia, pero no hay vuelos directos, por tanto necesitamos hacer escalas en otros lugares para tomar el vuelo a Malasia. Podemos llegar a la solución de éste problema de dos maneras:

- 1.- Podemos investigar que vuelos llegan a Malasia y buscar los lugares de procedencia de éstos, así mismo, indagaremos que vuelos llegan a éstos lugares y así sucesivamente hasta encontrar que uno de los lugares de procedencia sea la Ciudad de México. Como estamos trabajando en una secuencia en reversa, a esta aproximación de búsqueda se le llama encadenamiento hacia atrás o dirigida por metas.
- 2.- Podemos investigar que vuelos salen de la Ciudad de México y hacia que lugares se dirigen, así mismo, indagaremos que vuelos salen de éstos lugares y así sucesivamente hasta encontrar que uno de los lugares de llegada sea Malasia. Como estamos trabajando en una secuencia hacia adelante, a esta aproximación de búsqueda se le llama encadenamiento hacia adelante o dirigida por datos.

Este ejemplo también puede ayudarnos a comprender la importancia de las reglas heurísticas, que nos facilitan la búsqueda de la solución, en este caso las reglas heurísticas, podrían señalar que los vuelos solo tuvieran dirección hacia el oeste, que sean los vuelos más económicos, o que sean en alguna línea aérea en particular, etc. La presencia de reglas heurísticas, implica optimización de los recursos que en este caso podrían ser minimizar costos, minimizar tiempo de viaje, etc.

Encadenamiento hacia atrás.

El encadenamiento hacia atrás es una aproximación dirigida por metas en el que se inicia con las expectativas de que es lo que va a suceder, es decir por la hipótesis; posteriormente buscamos evidencia que apoye o contradiga nuestra hipótesis. El programa inicia con una meta que va verificar si es verdadera o falsa, entonces busca una regla que tenga dicha meta en su conclusión. Verifica que la premisa de esta regla satisfaga el objetivo de la meta. Busca el valor de la premisa, si es cierta o falsa, dentro de los datos proporcionados por el usuario, en caso de que no exista información, o no se puede proporcionar, el Sistema Experto busca otra regla en la que la conclusión de dicha regla sea la premisa de la primera, en su intento de satisfacer la segunda regla. El proceso continua hasta que todas las posibilidades para aplicar se han agotado, o hasta que la primera regla sea satisfecha.[1][2][3][6][7]

Daremos el siguiente ejemplo donde tenemos las siguientes variables involucradas:

- A = Ser inversionista.
- B = Ir a Europa.
- C = Volar en avión.
- D = Viaje de negocios.
- E = Cerrar un negocio.

El valor de estas variables puede ser verdadero o falso, dependiendo de la situación. Imaginemos que nosotros sabemos que es verdad que la persona es un inversionista, y su objetivo es cerrar un negocio.

Por otro lado imaginemos que nuestra base de conocimientos incluye las siguientes reglas:

- Regla 1 (R1).- Si la persona es un inversionista y va a ir a Europa, entonces va a volar en avión.
- Regla 2 (R2).- Si una persona va a ir a Europa y va a volar en avión, entonces va de viaje de negocios.
- Regla 3 (R3).- Si la persona es un inversionista y va a volar en avión, entonces va de viaje de negocios.
- Regla 4 (R4).- Si la persona es un inversionista, entonces va a ir a Europa.
- Regla 5 (R5).- Si la persona va de viaje de negocios, entonces va a cerrar un negocio.

Capítulo II

Sistemas Expertos

Estas mismas reglas, representadas por sus variables quedarían escritas de la siguiente manera:

- R 1.- si A y B entonces C
- R 2.- si B y C entonces D
- R 3.- si A y C entonces D
- R 4.- si A entonces B
- R 5.- si D entonces E

Como ya habíamos señalado antes, uno de los hechos verdaderos es que la persona en cuestión es efectivamente un inversionista y su objetivo es cerrar un negocio. Vamos a resolver este ejemplo empleando el encadenamiento hacia atrás, iniciando con el objetivo:

A(verdadero), B(desconocido), C(desconocido), D(desconocido), E(objetivo).

Paso 1: Buscar todas las reglas que tengan como conclusión la variable E. En este caso la única regla es la R5.

- R 1.- si A(verdadero) y B(desconocido) entonces C(desconocido)
- R 2.- si B(desconocido) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 3.- si A(verdadero) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(desconocido)
- R 5.- si D(desconocido) entonces E(objetivo)

Paso 2: La regla 5 tiene como antecedente la variable D. Aún no sabemos si la variable D es un hecho verdadero, por tanto buscaremos aquellas reglas que tengan como conclusión la variable D. En este caso tenemos dos reglas: la R2 y la R3.

- R 1.- si A(verdadero) y B(desconocido) entonces C(desconocido)
- R 2.- si B(desconocido) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 3.- si A(verdadero) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(desconocido)
- R 5.- si D("verdadero") entonces E(objetivo)

Capítulo II

Sistemas Expertos

Paso 3: La regla 2 tiene como antecedentes las variables B y C, aún no sabemos si alguna de las dos es hecho verídico. La regla 3 tiene como antecedentes las variables A y C, nosotros sabemos que A es verdadero, entonces vamos a investigar si C es verdadero para que la regla sea efectiva. Buscaremos aquellas reglas que tengan la variable C como conclusión. Encontramos que la R1 cumple esta característica.

- R 1.- si A(verdadero) y B(desconocido) entonces C(desconocido)
- R 2.- si B(desconocido) y C(desconocido) entonces D("verdadero")
- R 3.- si A(verdadero) y C("verdadero") entonces D("verdadero")
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(desconocido)
- R 5.- si D("verdadero") entonces E(objetivo)

Paso 4: La regla 1 tiene como antecedentes las variables A y B, sabemos que A es verdadero, falta saber si B es verdadero, por tanto buscamos aquellas reglas que tengan a B como conclusión. Encontramos que R4 cumple esta característica.

- R 1.- si A(verdadero) y B("verdadero") entonces C("verdadero")
- R 2.- si B(desconocido) y C(desconocido) entonces D("verdadero")
- R 3.- si A(verdadero) y C("verdadero") entonces D("verdadero")
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(desconocido)
- R 5.- si D("verdadero") entonces E(objetivo)

Paso 5: La regla 4 tiene como antecedente la variable A y como sabemos que A es verdadero, entonces el problema queda resuelto concluyendo que si la persona es un inversionista entonces va a cerrar un negocio.

- R 1.- si A(verdadero) y B(verdadero) entonces C(verdadero)
- R 2.- si B(desconocido) y C(desconocido) entonces D("verdadero")
- R 3.- si A(verdadero) y C(verdadero) entonces D(verdadero)
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(verdadero)
- R 5.- si D(verdadero) entonces E(objetivo se cumple)

Capítulo II Encadenamiento hacia adelante.

Sistemas Expertos

El encadenamiento hacia adelante es una aproximación dirigida por datos. Esta aproximación inicia con la información disponible o con una idea básica de vislumbrar las conclusiones. La computadora analiza el problema mediante la búsqueda de hechos que apoyen la premisa de la regla y probarla con la información disponible para crear nuevas conclusiones. [1][2][3][6][7]

Imaginemos el mismo ejemplo empleado en la explicación del encadenamiento hacia atrás, pero ahora resolveremos el problema mediante el encadenamiento hacia adelante. Partimos con la premisa de que la persona es inversionista y tiene por objetivo cerrar un negocio:

A(verdadero), B(desconocido), C(desconocido), D(desconocido), E(objetivo).

Paso 1: Buscar aquellas reglas que tienen como antecedente la variable A que se sabe es verdadera. Estas reglas son: R1, R3 y R4.

- R 1.- si A(verdadero) y B(desconocido) entonces C(desconocido)
- R 2.- si B(desconocido) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 3.- si A(verdadero) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(desconocido)
- R 5.- si D(desconocido) entonces E(objetivo)

Paso 2: En la regla 1 no podemos aplicar el operador debido a que no sabemos el valor de B, lo mismo pasa con la regla 3 desconociendo el valor de C. Por otro lado en la regla 4 si podemos aplicar el operador por tanto si A es verdadero entonces B es verdadero.

- R 1.- si A(verdadero) y B(desconocido) entonces C(desconocido)
- R 2.- si B(desconocido) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 3.- si A(verdadero) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(verdadero)
- R 5.- si D(desconocido) entonces E(objetivo)

Capítulo II

Sistemas Expertes

Paso 3: Ya tenemos dos hechos verdaderos, entonces buscamos aquellas reglas que tengan como antecedentes la variable B así encontramos que la regla 2 cumple esta característica, pero no podemos aplicar el operador porque desconocemos el valor de C. La regla 1 cumple también con esta característica y sí podemos aplicar el operador ya que sabemos que A es verdadero. Por tanto si A es verdadero y B es verdadero entonces C es verdadero.

- R 1.- si A(verdadero) y B(verdadero) entonces C(verdadero)
- R 2.- si B(verdadero) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 3.- si A(verdadero) y C(desconocido) entonces D(desconocido)
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(verdadero)
- R 5.- si D(desconocido) entonces E(objetivo)

Paso 4: Al saber que C es verdadero buscamos aquellas reglas que tengan a C como antecedente, encontramos que R2 y R3 cumplen esta característica, y que a ambas reglas podemos aplicarles el operador, ya que tanto A como B son verdaderos. en este caso se llega a la misma conclusión, que D es verdadero.

- R 1.- si A(verdadero) y B(verdadero) entonces C(verdadero)
- R 2.- si B(verdadero) y C(verdadero) entonces D(verdadero)
- R 3.- si A(verdadero) y C(verdadero) entonces D(verdadero)
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(verdadero)
- R 5.- si D(desconocido) entonces E(objetivo)

Paso 5: Teniendo que D es verdadero buscamos aquellas reglas que poseen a D como premisa y encontramos que R5 cumple con esta característica y que tiene como conclusión a el objetivo, por tanto se tiene que si la persona es un inversionista, entonces va a cerrar un negocio.

- R 1.- si A(verdadero) y B(verdadero) entonces C(verdadero)
- R 2.- si B(verdadero) y C(verdadero) entonces D(verdadero)
- R 3.- si A(verdadero) y C(verdadero) entonces D(verdadero)
- R 4.- si A(verdadero) entonces B(verdadero)
- R 5.- si D(verdadero) entonces E(objetivo se cumple)

Referencia bibliográfica

Capítulo II

- [1] *Lindsay, Susan* Practical Applications of Expert Systems
- [2] *Turban, Efraim* Expert Systems and applied Artificial Intelligence
- [3] *Frenzel, Louis E.* A fondo: Sistemas Expertos
- [4] *Cuenca, J.; Fernandez, G.; López de Montaras, R.; Verdejo, M.;* Inteligencia Artificial: Sistemas Expertos Alianza Editorial
- [5] *Adey, R. A.; Sriram, D* Knowledge based Expert Systems for Engineering Computational Mechanics Publications
- [6] *Hayes-Roth, F.; Lenat, D.; Waterman, D.* Building Expert Systems Addison-Wesley
- [7] *Chatain, Jean-Noel* Sistemas Expertos Métodos y Herramientas
- [8] *Minsky, Marvin Lee* Semantic Information processing

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.).

III.1. Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (MMPI).

A fines de 1938, los doctores Hathaway y McKinley comenzaron a reunir frases para una prueba que crearon convencidos de la necesidad existente de una técnica objetiva para evaluar la personalidad desde diferentes ángulos, multifásicamente, por medio de escalas o perfiles que fueran tan útiles tanto para la investigación como para la práctica clínica. Siguiendo una orientación semejante desarrollada por Binet en sus pruebas de inteligencia y por Strong en su prueba de intereses vocacionales, Hathaway y McKinley construyeron escalas con las respuestas ofrecidas por pacientes clasificados de acuerdo con la nosología de la época. En 1942, la editorial de la Universidad de Minnesota publicó el primer trabajo relacionado con el Inventario Multifásico de la Personalidad.[1]

Al elaborar la prueba que originalmente se llamó Registro Multifásico de la Personalidad, se tuvo en cuenta la educación y la cultura de los sujetos a quienes se les administraba, para que las frases fueran comprendidas aun por personas sin un alto nivel intelectual o cultural. El propósito de esta primera presentación era valorar mayor número de tipos de personalidad y obtener más validez que las ofrecidas por los inventarios de personalidad publicados ya desde hacía veinticinco años. Las frases se basaron en las preguntas que se hacen para elaborar historias clínicas de medicina general, neurológicas y psiquiátricas, como también en escalas publicadas en esa época con fines de encontrar datos sobre la personalidad y escalas que ofrecían informes sobre orientación vocacional.

La lista original consistió de mil doscientas frases que posteriormente se redujeron a quinientas cuatro. Las entradas fueron formuladas en oraciones declarativas de la primera persona del singular. La mayoría de las entradas se expusieron en frases afirmativas, pero también existían otras de tipo negativo. No se utilizaron oraciones en forma de interrogaciones y en muchos casos la forma gramatical fue alterada para dar mayor brevedad a la expresión, claridad y simplicidad a las frases.[1]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Las bases fundamentales que delinear el uso de la prueba siguen el criterio que señala, que cuando un grupo de personas similares en ciertos aspectos de su conducta, es decir, en la forma de contestar a una serie de preguntas acerca de ellos mismos, son también similares en otras formas y por lo tanto ciertas características de la personalidad individual son sugeridas por la forma en que responden cuando estas contestaciones son comparadas con las de un grupo identificado.

Las escalas Básicas utilizadas son cuatro de validez y diez clínicas. Puesto que la prueba en sí consiste en la interpretación adecuada de estas catorce escalas.

Originalmente las preguntas que integran las escalas clínicas se iniciaron basándose en el hecho de que el informe que el paciente le ofrece al médico verbalmente no es confiable o válido como cuando esa misma información es obtenida cuando el paciente es estimulado a contestar preguntas por medio de respuestas tales como cierto, falso, o no puedo decir.

La traducción del Inventario Minnesota al español se ha realizado desde hace tiempo en diferentes lugares de Latinoamérica. Una primera versión de las oraciones del Inventario fue preparada en Cuba por los doctores A. Bernal y E. Fernández, antes de la Revolución Cubana. El Dr. Abelardo Mena, médico egresado de la Universidad de Yucatán y Dr. Starke Hathaway trabajaron con las oraciones en español, para lo cual contaron con la colaboración de un psiquiatra de Perú y otro de Argentina, quien hizo una segunda traducción del inglés al español; Posteriormente el material ha sido revisado y adaptado por el Dr. Rafael Nuñez. [1]

Mientras tanto, en la Universidad de Puerto Rico los miembros del personal Técnico del Centro de Orientación de la Universidad trabajaron en otra traducción castellanizada que les condujo a modificar algunas frases que se habían elaborado. El Dr. Hathaway fue invitado por el decano Greists de la Universidad de Puerto Rico, en donde, con los psicólogos miembros del Centro de Orientación, revisaron la traducción frase por frase hasta llegar al máximo acuerdo posible.[1]

III.2. Conformación del Inventario Minnesota (MMPI).

Las escalas de validez tienen por objeto señalar el grado de confianza que se puede tener para llevar a cabo inferencias acerca de la personalidad, basándose en el perfil de la prueba. Estas escalas se refieren principalmente a la actitud que la persona presenta al contestar la prueba. Comenzar la interpretación observando las columnas de las escalas de validez, facilita de inmediato la aceptación del perfil en cuanto a la actitud del paciente durante la aplicación de la prueba.

Escala de Frases Omitidas (?) (No puedo decir).- Se obtiene del total de frases que el sujeto no contesta. Actualmente se le enfatiza al individuo que responda todas las preguntas y se ha abandonado la práctica que explica al sujeto que si la oración o proposición no se aplica al individuo o si es algo que desconoce, entonces que no realice ninguna marca en la hoja de respuestas. Si el individuo llega a tener una puntuación alta en esta escala indica que como el individuo no sabe cómo contestar, no se puede llegar a ninguna conclusión sobre él en particular.[1]

Es indudable que se debe tomar en cuenta la edad, sexo y educación del individuo, así como también el grado de comprensión de la lectura, ocupación, nivel socioeconómico así como a el desenvolvimiento del individuo a la entrevistas y a otras pruebas psicológicas a las que es sometido. El nivel educativo no debe ser un factor para llegar a ciertas conclusiones, ya que existen ocasiones en que encontramos a personas que han aprendido a leer con poca instrucción y realizan una muy buena lectura, en cambio podemos también encontrar universitarios que no saben leer por que tienen muy mala comprensión en dicha lectura. Las frases que se estructuraron en el Inventario Multifásico de la Personalidad fueron diseñadas de tal manera que una persona que terminó el sexto año de primaria es capaz de comprender y ofrecer una respuesta.

Escala L .- La escala L es una de las cuatro escalas de validez las otras tres son la K, la F y la ? (No puedo decir). La escala L está integrada por 15 frases, que representan situaciones deseables socialmente, pero que rara vez son realizadas por el individuo.

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

En 1951 Hathaway y McKinley introdujeron esta escala para medir el grado de franqueza con el que el individuo da respuesta al Inventario Minnesota. Posteriormente se encontraron una serie de implicaciones interpretativas, como que el sujeto pretendía cubrir faltas personales que socialmente no son aceptables.

Una puntuación alta en esta escala puede significar una distorsión de la prueba deliberada por parte del examinado, pero esta a diferencia de los perfiles que muestran un valor L elevado, cuando existe distorsión se observa un perfil denominado sumergido, en el cual, las escalas clínicas muestran en el perfil puntuaciones extraordinariamente bajas.

La escala L expresa opiniones y conductas que al evaluarse en la cultura, solamente se encuentran en personas demasiado conscientes. Se designó para identificar un grupo de respuestas deliberadas, evasivas, aunque esto no se logra con personas demasiado sofisticadas. Dentro de la población normal que se utilizó para investigar las frases que integran esta escala, se encontró que solamente el 2% de esta población contesta 10 L. Originalmente la escala se basó en las investigaciones realizadas por Hartshorne y May sobre la honradez de las personas y la tendencia a mentir o engañar aplicadas a la situación de las pruebas psicológicas.[1]

Escala F .- La escala F está integrada por 64 frases que se seleccionaron debido a que la puntuación de los sujetos normales seleccionados era muy baja en la escala, ya que solamente llegaba a 2 ó 4 puntos.

Lo esencial es tomar en cuenta las razones por las cuales el individuo obtiene puntuación muy alta. Se ha detectado la presencia de individuos con motivaciones especiales para parecer como personas inadecuadas, incompetentes, mentalmente enfermas o que buscan de alguna manera evitar responsabilidades extremas. Si es posible observar la conducta del individuo y correlacionarla con la alta puntuación F, por ejemplo con su dificultad de comprender lo que lee, y si se descarta el hecho de que sea descuidado para contestar, entonces se puede concluir que la F alta se debe a perturbaciones emocionales.[1]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Escala K .- La escala K tiene como objetivo diferenciar casos de individuos que sin ningún padecimiento mostraban respuestas de tal naturaleza que le hacía aparecer como anormales y, por otro lado, existen personas que con padecimientos mentales parecían no tener ninguno. Con este fin se buscó una serie de oraciones que pudieran ofrecer un cuadro de la actitud del paciente que mostraba al contestar la prueba.

Las primeras versiones del Inventario Minnesota no incluían esta escala, pero hubo de desarrollarse experimentalmente para resolver dificultades en el diagnóstico de pacientes. Una de las razones por las cuales las personas responden en determinada forma a las frases es porque consideran ciertos rasgos deseables social y personalmente, como si fueran ciertas respecto a sí mismas y sienten satisfacción.

Las personas con puntuación alta en la escala K ofrecen dificultades en la entrevista clínica, por que sus cualidades sociales parecen interferir con el estudio de su personalidad y en situaciones psicoterapéuticas ya que en ese momento se vuelven personas aisladas, distantes, que no pueden aceptar fallas de su persona, familiares o de las circunstancias.[1]

Escalas clínicas.

Escala I Hipocondria (HS).- El primer grupo clínico que se estudió fue el de hipocondriasis (HS), considerándose que este grupo estaba integrado por pacientes psiconeuróticos extremadamente preocupados con su bienestar físico, con su salud. Los autores enfatizaron que el grupo no incluía las implicaciones sintomáticas aplicables a psicóticos, ya que deseaban evitar complicaciones, por lo que excluyeron aquellos perturbados severamente en su personalidad.

De acuerdo con los estudios de Hathaway y Meehl en 1951; los varones normales con una elevación alta en esta escala son: sociables, entusiastas, amables, con amplia variedad de intereses, versátiles, en tanto que las mujeres son modestas, francas, ordenadas y comunicativas. Las características del grupo psiquiátrico con alta puntuación en esta escala son: cansancio, tendencia a la inactividad, letárgico, sentirse enfermo, insatisfecho, derrotista acerca del tratamiento, egoístas, narcisistas, pesimistas. Las implicaciones diagnósticas de una puntuación elevada incluyen:

Capítulo III **Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)**

- 1) Hipocondriasis y distimia.
- 2) Reacciones depresivas, rasgos de angustia, melancolía involutiva, depresivos agitados.
- 3) Histeria, tanto de ansiedad como de conversión.[1][2][3]

Escala 2 Depresión (D).- En igual forma que en selección de frases de la escala HS, en la estructuración de las frases que integran la escala Depresión (D), que se denominó D, se tomó en consideración la frecuencia con que respondieron cierto o falso los pacientes diagnosticados como depresivos.

La escala D señaló la manera estadística que era posible diferenciar clínicamente pacientes deprimidos de sujetos normales, como también el hecho de que la mujer ofrece una puntuación más alta que el hombre en esta escala.

La escala (D) se considera a menudo como la escala del "estado de ánimo" ya que por medio de ella es posible encontrar estados emocionales momentáneos o transitorios. Dado que la depresión es uno de los principales cuadros característicos de todo paciente psiquiátrico, no es sorprendente encontrar que la escala 2 sea la que con mayor frecuencia se encuentra elevado en el perfil del Inventario Minnesota y sea el punto más alto en la población de pacientes con padecimiento psiquiátrico.

Los pacientes psiquiátricos con puntuación elevada en la escala 2 son individuos que muestran un estado de malestar por su fracaso para lograr satisfacciones y adaptación adecuada. Hathaway y Meehl en 1951 señalaron que todo paciente con padecimiento mental que se da cuenta de su enfermedad, muestra un cuadro de depresión. Los pacientes con puntuación alta muestran un cuadro depresivo. Guthrie (1952) encuentra que los pacientes que ofrecen puntuación elevada en esta escala, generalmente tienen un pronóstico pobre, ya que no responden al tratamiento.[1][2][3]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Escala 3 Histeria (HI).- La escala de Histeria (HI) fue una de las primeras utilizadas con el fin de lograr diagnosticar clínicamente esta anomalía. Sin duda la dificultad que se encontró, fue debido a la dificultad que se tenía en el Hospital Mayo Memorial para delinear la histeria libre de otros síntomas neuróticos; dificultad que en cualquier institución psiquiátrica se puede presentar. En casos en que se presentaban síntomas de conversión no existió gran dificultad diagnóstica, pero sí se presentó una serie de dudas en casos para diferenciar histeria de esclerosis múltiple o de hipocondriasis o de reacción esquizofrénica incipiente.

Los pacientes psiquiátricos con puntuación alta en esta escala sufren con frecuencia de taquicardias, cefaleas, y en sus relaciones familiares los casados tienen problemas matrimoniales y los solteros problemas con otros miembros de la familia. Estos pacientes generalmente no ofrecen cuadros de perturbaciones Psicóticas ni de manifestaciones sintomáticas. También se encuentran pacientes Psiquiátricos, que cuando el pico superior del perfil es la escala 3, la sintomatología incluye padecimientos del sistema circulatorio, sistema gastrointestinal o, en general un sentimiento de molestia física que con frecuencia les hace buscar ayuda médica. [1][2][3]

Es más frecuente encontrar esta escala elevada en mujeres que en varones, aun en la población normal. La mujer con esta escala alta es generalmente irritable, con molestias de las que se queja con frecuencia, dependiente, lisonjera, devota, amistosa y leal.

Escala 4 Desviación Psicopática (DP).- La escala de desviación psicopática (DP), tiene por objeto el estudiar todo ese grupo conocido clínicamente como personalidad psicopática, término que incluye a personas con conducta asocial, caracterizada por cuadros patológicos en estructura de su personalidad, con mínima angustia, y poco o ningún sentido de malestar. El diagnóstico de desórdenes de la personalidad incluye en la actualidad a la personalidad psicopática, reacción antisocial, perversión sexual, alcoholismo; se incluyen también personas mentalmente enfermas que se encuentran en desajuste e inconformidad con el medio ambiente social, con el medio cultural; a veces las reacciones sociopáticas son sintomáticas de neurosis o psicosis, o como resultados de lesiones cerebrales.

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Los varones del grupo estudiado por Guthrie (1952) son principalmente alcohólicos, que se conducen con inconsistencia en el trabajo y con una tendencia excesiva a los juegos de azar. Las mujeres del grupo de Guthrie también tienen problemas similares a las de los hombres: disgresiones con los principios establecidos por la sociedad, ya que también mienten, roban y consumen drogas; además de ser personas con dificultades matrimoniales constantes, embarazos ilegítimos, etc.

Dinámicamente se puede hablar de este grupo de pacientes psiquiátricos como personas con relaciones interpersonales insatisfactorias, que se enojan con facilidad, con frecuencia de manera impulsiva y aunque en pruebas de inteligencia pueden ofrecer un nivel intelectual clasificable como brillante o superior, se observa que no se benefician con las experiencias de la vida.

Escala 5 Masculino-Femenino (MF).- La escala 5 tiene por objeto obtener respuestas relacionadas con intereses que puedan definirse propios de uno u otro sexo. Existen una serie de factores que deben considerarse a este respecto. Para cualquiera de los dos sexos una puntuación elevada en esta escala implica una orientación en dirección al sexo opuesto. Esto no implica que el individuo que ofrezca una puntuación alta en esta escala tenga inclinaciones homosexuales. En la década de los 70's se determinó clínicamente que la homosexualidad no es una desviación psicológica. Lo que se encuentra en personas normales es característica de pasividad y dependencia; en varones sencibilidad, idealismo y sociabilidad, intereses estéticos, filosóficos, socialmente perceptivos y capaces de darse cuenta y reaccionar entre las sutilezas involucradas en las relaciones interpersonales.

Las mujeres que ofrecen puntuación alta en esta escala presentan rasgos psicológicos correspondientes a las de los varones, son amantes del peligro, tienen mucha fuerza física, se enfrentan adecuadamente a la vida, se relacionan con gran facilidad con la gente, dan apariencia de tranquilidad y estabilidad. Tienen un sistema de valores y la característica principal está en función de la agresividad que manifiestan.[1][2][3]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Escala 6 Paranoide (PA).- La escala 6 se derivó de la utilización del Inventario con pacientes diagnosticados con síntomas paranoides. No se le llamó paranoia, sino más bien los pacientes habían sido diagnosticados comunmente como estado paranoide, condición paranoide, o esquizofrenia paranoide. Eran pacientes que se sentían perseguidos, sufrían de megalomanía, eran suspicaces, con ideas de referencia, rígidos en sus opiniones y actitudes.[1]

Como ya se mencionó antes, el criterio utilizado originalmente para clasificar este grupo, fue usar diferentes categorías de pacientes paranoides, principalmente estado paranoide, condiciones paranoides y esquizofrenia paranoide, ya que todas estas clasificaciones tienen los síntomas psiquiátricos clásicos, tales como ideas de referencia, sensibilidad en las relaciones interpersonales, actitudes sospechosas, rigidez, adherencia inflexible a ideas y actitudes, sentimientos o ideas de persecución, ideas de grandeza y percepciones inadecuadas.

Generalmente, pueden encontrarse los rasgos paranoides en personas que aparentan estar bien orientadas en tiempo y espacio; y sus ideas de referencia se encuentran integradas a su manera de pensar, pero pueden mostrar malas interpretaciones de las situaciones, de tal manera que la percepción pareciera estar en desacuerdo con sus habilidades e inteligencia. Estas características paranoides aparecen en esquizofrénicos o en reacciones depresivas y pueden ser temporales, reversibles o progresivas.

El propósito especial de esta escala es el de evaluar el cuadro clínico de la conducta paranoide que incluye creencias falsas, ideas delirantes, de referencia, sentimientos de persecución de grandeza e influyentes, conducta de desconfianza persistente, rigidez y sensibilidad interpersonal.

Escala 7 Psicastenia (PT).- La tercera escala clínica que se estructuró fue con objeto de diferenciar pacientes que sufrían de dudas exageradas, obsesiones y fobias. Antes se conocía este grupo como la Psicocastenias, término introducido por Janet; pero actualmente se denominan obsesivo-compulsivo (PT). Esta escala se utilizó entonces para diferenciar casos de pacientes con síntomas clínicos con algún grado de psicastenia, de los sujetos normales. También se observó

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

que personas consideradas normales pero con algunos síntomas obsesivo-compulsivos ofrecieron una puntuación más alta en la escala que las personas normales sin patología de esta clase. [1]

La tendencia a la conducta obsesivo-compulsiva se manifiesta por medio de angustia, inseguridad, desconfianza en sí mismos y por un panorama del mundo generalmente amenazador, hostil y angustiante. Le caracterizan sentimientos de culpa constantes. Cada paciente presenta diferentes temores específicos, preocupaciones diversas y actos compulsivos variados, lo cual muestra innumerables tipos de conductas obsesivo-compulsivas, pero esto no impide que se les clasifique dentro de un solo grupo caracterizado por un patrón común de homogeneidad. Sólo en casos extremos el individuo obsesivo-compulsivo busca ayuda psicológica en hospitales.

Escala 8 Esquizofrenia (ES).- La escala 8, es la que recibió mayor atención para lograr identificar una variable útil. Para derivarla se probaron diferentes frases con las que se buscó el tipo de contestaciones que ofrecían cincuenta pacientes diagnosticados como esquizofrénicos. La escala 8 que se usa actualmente se derivó de un grupo de 152 proposiciones que mostró diferencias confiables estadísticamente del grupo de esquizofrénicos. [1]

Es bien conocido por el estudiante de psicopatología que las esquizofrenias son el grupo más difícil para poder formular un sistema de evaluación por lo rara, extraña, poco usual, compleja y tan discutida enfermedad. Esta escala del inventario Minnesota debería incluir una gran variedad de frases, pero la esquizofrenia es demasiado compleja y heterogénea para que esto pueda lograrse.

Hathaway y McKinley (1951) le dedicaron más tiempo y mayor investigación a la estructura de esta escala que a ninguna otra y, sin embargo, todavía se considera como una de las más débiles y las razones son obvias, dado lo complejo de esta entidad. Aun al introducir la escala de corrección K, que materialmente mejoró la operación de la escala 8, la proporción de detección de la patología no mejoró más allá del 60%. [1]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Muchos aspectos pueden mencionarse respecto de las características del esquizofrénico, pero los rasgos más importantes son su incongruencia de afecto, el fraccionamiento en el proceso del pensamiento y lo extraño del contenido de éste. Como resultado de ello, muchos clínicos al interrogar a un esquizofrénico, se preguntan así mismos cómo llegaron a cierto tópico de la entrevista con el paciente, ya que la progresión hacia una meta del pensamiento del esquizofrénico es demasiado errática, desviada y frecuentemente interrumpida.

Por otro lado el esquizofrénico no tiene interés por el medio, generalmente da la impresión de encerrarse en sí mismo y se mantiene o puede mantenerse fuera de todo contacto con el mundo.

Escala 9 Manía (MA).- La escala de Hipomanía tiene por objeto el evaluar leves grados de excitación maníaca que se encuentran en las psicosis maníaco-depresivas. La escala 9 fue una de las que más dificultad dio en la investigación de la evidencia de su validez, pero a través del tiempo se ha encontrado de gran utilidad en la práctica clínica, ya que la alta puntuación en esta escala parece estar de acuerdo con la opinión psiquiátrica respecto al diagnóstico de hipomanía.[1][2][3]

Este cuadro clínico se caracteriza por una actividad intensa, gran distracción, relación inestable, incansable, insomnio, hipertiroidismo, actitud de desconfianza y megalomanía. El lenguaje es generalmente rápido reflejando pensamiento bajo gran tensión, algunos clínicos piensan que este estado es una defensa contra la depresión.[1][2][3]

Las características del hipomaniaco se transforman, por así decirlo, en entusiasmo, hiperactividad y optimismo, y contrastan con las del depresivo. El cuadro maniaco se ha dividido en tres grados: hipomanía, manía aguda y manía leve.

Algunos investigadores han señalado que cuando la escala 9 es el punto más alto en el perfil, el paciente en psicoterapia muestra gran resistencia en forma de intelectualización, cambiando constantemente de tema en las sesiones, repitiendo el mismo problema de manera estereotipada; además, este tipo de pacientes mantiene una relación enormemente hostil con el psicoterapeuta.

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Escala 0 Introversión Social (IS).- Esta escala se elaboró con personas normales y lo que se buscaba con ella era la tendencia a la introversión o extroversión social. Las puntuaciones elevadas apuntan hacia la introversión y las puntuaciones bajas señalan la extroversión. Es decir, las puntuaciones altas en esta escala se encuentran en personas apáticas, conscientes de sí mismas, tímidas, inseguras, modestas, con falta de originalidad en la resolución de sus problemas, incapaces de tomar decisiones, lentas, rígidas, inflexibles en sus pensamientos y acciones, extremadamente controladas e inhibidas y con falta de confianza en sus propias habilidades. Las mujeres con puntuación elevada son bondadosas, afectuosas, sentimentales. No son personas que encuentran satisfacción y, por lo tanto, tampoco buscan contacto social; al contrario se sienten frustradas en sus relaciones interpersonales.[1]

Para la aplicación del Inventario Minnesota no es suficiente con la traducción de las 566 frases que le componen, debe de normalizarse con respecto a estándares aplicables debido a la diferencias entre culturas. La Fundación de Fondos para la Investigación Psiquiátrica (Foundation Funds for Research in Psychiatry) de los Estados Unidos, otorgó los fondos para la investigación de estándares aplicables a México, otorgando dicha investigación al Dr. Rafael Nuñez. Los donativos de la investigación fueron administrados por la Universidad Nacional Autónoma de México y con ellos se becó a sus colaboradores, estudiantes de la Facultad de Psicología, tanto de la Universidad Nacional Autónoma de México como de la Universidad de las Américas. Quienes realizaron sus tesis con datos obtenidos de la investigación. Los datos encontrados se realizaron con sujetos adultos de la Ciudad de México con una población de 398 mujeres y 310 varones. Presentando la media aritmética y la desviación estándar del grupo normativo de las escalas de validez y las escalas clínicas. Ofrecen tablas en las que se presentan la comparación estadística entre cuatro grupos de la Ciudad de México: clase alta, clase media alta, clase media baja y clase baja; además las normas de mujeres y varones con conversiones a puntuaciones T de las escalas básicas. El Dr. Rafael Nuñez es profesor de Psicología Clínica de la Universidad Nacional Autónoma de México, Doctor en Filosofía especializado en Psicología Clínica, miembro de la División de Psicología Clínica de la Asociación Americana de Psicología, miembro fundador y ex-Presidente de la Sociedad Mexicana de Psicología.

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Los trabajos realizados en la investigación proporcionan datos que hacen posible una aplicación más fidedigna del Inventario Minnesota para México, con las frases traducidas, las escalas de validez y las escalas clínicas normalizadas. Estos trabajos se presentaron en 1994 con la impresión de la tercera edición del libro del Dr. Rafael Nuñez.

III.3. Escalas especiales derivadas por H. Harris (Subescalas).

Un grupo de investigadores del Inventario Minnesota ha hecho un análisis sistemático de las escalas clínicas que pueden añadir datos importantes a la interpretación del inventario. Las investigaciones hechas por Harris son las más utilizadas clínicamente y de manera rutinaria, ya que se incluyen en los servicios que ofrecen compañías que se dedican a la interpretación del Inventario Minnesota.

Harris comienza a formular y utilizar sus escalas desde 1955; las derivó de las escalas clínicas 2, 3, 4, 6, 8 y 9. No se elaboraron subescalas de las escalas 1, 5, 7 y 0. Cada escala se obtuvo por medio del método lógico; después se examinó el contenido de las frases, y se prosiguió a agrupar las frases cuyo contenido parecía similar o que de algún modo hacían referencia a una actitud o rasgo similar. A cada subescala se le asignó el nombre de acuerdo con el contenido de las frases. Aunque las subescalas se tenían como más homogéneas que las escalas de las que se derivaron, no se hizo ninguna estimación estadística de la homogeneidad considerada.

Subescalas derivadas de la escala 2 (D).

Depresión subjetiva (D1).

Es índice de una persona que se caracteriza por tristeza, depresión, carencia de energía para enfrentarse a sus problemas cotidianos, no se interesa por lo que sucede alrededor, se siente tenso la mayor parte del tiempo, tiene dificultades para concentrarse y escuchar, es anoréxico y padece de insomnio, se queja y llora frecuentemente, no tiene confianza en sí mismo, se siente inútil e inferior, es tímido, se siente incómodo y apenado y por ello tiende a evitar relaciones interpersonales. Si es un paciente psiquiátrico hospitalizado, su padecimiento generalmente se diagnostica como distimia (neurosis depresiva).[1][2][3]

Lentitud Psicomotora (D2).

Es propia de personas que se caracterizan por tendencia al aislamiento y la falta de movimiento, pareciera que carecen de energía para enfrentarse a sus actividades cotidianas, evitan a la gente, niegan impulsos o acciones hostiles o agresivas.[1][2][3]

Malfuncionamiento Físico (D3).

Presenta el cuadro de personas preocupadas por su malfuncionamiento físico, niegan tener buena salud, informan de una amplia gama de síntomas somáticos que incluyen debilidad, asma, constipación, náusea, vómitos y convulsiones.[1][2][3]

Lentitud Mental (D4).

Presenta el cuadro de personas que carecen de energía para solucionar sus problemas cotidianos, se sienten tensos, se quejan de dificultades para concentrarse, de mala memoria y poco juicio, les falta confianza en sí mismos, se sienten inferiores a los demás, no parecen divertirse o lo hacen muy poco, no gozan de la vida, dan la impresión de creer que la vida no vale la pena, es decir, estas personas desconfían de sus capacidades psicológicas.[1][2][3]

Pesadumbre (D5).

Se caracteriza por personas que lloran la mayor parte del tiempo; se muestran preocupadas, carecen de energía para enfrentarse a sus problemas, parecen creer que la vida no vale la pena, se sienten inferiores, inútiles y descontentos, la crítica les afecta de manera extrema y sienten que están perdiendo el control de los procesos de su pensamiento.[1][2][3]

Capítulo III **Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)**

Subescalas derivadas de la escala 3 (HI).

Negación de ansiedad (HI1).

La persona es socialmente extravertida, se siente bien al interactuar con los demás, tiene facilidad de palabra, difícilmente influyen en ella las normas y costumbres sociales.[1][2][3]

Necesidad de Afecto (HI2).

Caracteriza a personas que expresan optimismo ingenuo, que confían en la gente, creen que los demás son honestos, sensibles y razonables, no admiten tener sentimientos negativos hacia otras personas; tratan de evitar confrontaciones desagradables siempre que pueden, ya que tienen grandes necesidades de afecto y atención y temen que sus necesidades no sean satisfechas si son francos acerca de sus sentimientos y actitudes.[1][2][3]

Lasitud (HI3).

Personas que generalmente no gozan de buena salud, se sienten incómodas, débiles, fatigadas o cansadas, aunque no padecen malestares somáticos específicos; se quejan de dificultad para concentrarse, sufren de anorexia e insomnio y se sienten triste y molestas.[1][2][3]

Preocupación Somática (HI4).

Es índice de una persona con malestares somáticos múltiples; dolores de cabeza y tórax, desmayos, mareos, problemas de equilibrio, así como náuseas y vómitos; estos pacientes tienen problemas visuales, se muestran temblorosos; son muy sensibles a los cambios de temperatura; utilizan la represión y conversión de afecto, expresan muy poca o ninguna hostilidad.[1][2][3]

Inhibición de Agresión (HI5).

Caracteriza a quienes niegan hostilidad o impulsos agresivos, no tienen interés en leer acerca de crímenes y violencia; estas personas son muy sensibles a las respuestas de los demás.[1][2][3]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Subescalas derivadas de la escala 4 (DP).

Conflicto Familiar (DP1).

Describe a personas que se perciben así mismas y a la situación familiar como muy desagradable; sienten deseos de abandonar su hogar por considerarlo carente de afecto, comprensión y apoyo; describen a su propia familia como crítica, hostil, conflictiva, limitante de libertad e independencia.[1][2][3]

Problemas con Figuras Autoritarias (DP2).

Generalmente se encuentra resentida con la sociedad, las normas y costumbres de sus padres; admite tener o haber tenido problemas en la escuela o con autoridades; sostiene lo que cree, defiende sus puntos de vista, se forma opiniones definidas acerca del bien y el mal; no es muy sensible ante las opiniones y normas de otros.[1][2][3]

Iperturbabilidad Social (DP3).

Se sienten bien en situaciones sociales, les gusta establecer interacción con los demás, no tienen dificultades al expresarse o comunicarse con la gente, tienden a ser exhibicionistas, sus puntos de vista son estrictos, defienden con tenacidad su opiniones.[1][2][3]

Alineación Social (DP4).

Se caracteriza por los siguientes rasgos: se siente alineada, aislada y extraña; cree que los demás no le comprenden, se siente sola, rechazada, desadaptada, desafortunada, cree que la vida es cruel; culpa a los demás de sus problemas y limitaciones, la opinión de los demás le preocupa; es egocéntrica e insensible ante las necesidades y sentimientos de los demás; se comporta de manera desconocida con las demás personas y verbalizan remordimientos y pena por sus acciones.[1][2][3]

Capítulo III Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Alineación Personal (DP5).

Se caracteriza por percibirse a sí misma incómoda, desafortunada, con problemas para concentrarse; la vida cotidiana no le parece satisfactoria ni interesante; verbaliza pena y resentimiento acerca de acciones pasadas, y duda acerca de la naturaleza de estas acciones; le es difícil establecerse y estabilizarse; puede beber alcohol de manera excesiva.[1][2][3]

Subescalas derivadas de la escala 6 (PA).

Harris y Lingoes derivaron tres subescalas de la escala 6, que coinciden con muchos aspectos con las que Comrey (1958) y Wiggins (1966) encontraron.

Ideas de Persecución (PA1).

Perciben el mundo amenazador, piensan que la vida es cruel con ellos, se creen incomprendidos; sienten que los demás los han culpado o castigado injustamente; son desconfiados; dudan de la gente; culpan a otros de sus problemas y sus limitaciones; en casos extremos tienen delirios y alucinaciones.[1][2][3]

Hipersensibilidad (PA2).

Implica las siguientes características; se siente más sensible y rígida que las demás personas; señala que tiene con más intensidad que los demás; se siente sola e incomprendida; busca actividades estimulantes y riesgos para sentirse bien.[1][2][3]

Ingenuidad (PA3).

Son extremadamente ingenuas y optimistas; creen que la gente es generosa, altruista y honrada, son confiables y confiadas. Además se caracterizan por tener normas morales rectas y negar impulsos hostiles o negativos.[1][2][3]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Subescalas derivadas de la escala 8 (ES).

De las 78 frases que integran la escala 8 (ES), Harris y Lingoes derivaron tres subescalas; a su vez dividieron las primeras dos subescalas en dos y tres subescalas más pequeñas; de esta manera la subescala Pérdida de objeto se divide en alineación social y alineación emocional; la pérdida del control emocional (carencia del dominio del ego) se subdivide en: experiencia cognitiva y conativa, inhibición defectuosa, experiencia de autonomía intrapsíquica y experiencias sensoriales extrañas.

Alineación Social (ES1).

Se caracteriza por los siguientes rasgos: siente que la vida es difícil y cruel con ella; cree que la gente no le comprende, que está contra ella y trata de hacerle daño; estos pacientes describen a sus familias y a su medio familiar como carente de afecto y comprensión; siente que la familia les trata como si fuesen niños y no como adultos, se sienten solos y vacíos; afirman que nunca han sentido amor por nadie o que nunca han tenido experiencias amorosas; admiten también sentimientos de hostilidad y odio hacia sus familiares; evitan situaciones sociales e interpersonales cuando les es posible.[1][2][3]

Alineación Emocional (ES2).

Las personas informan que se sienten deprimidas y desesperadas, desean estar muertas; manifiestan apatía y pánico; pueden expresar necesidad sádomasoquistas.[1][2]

Pérdida de Objeto (ES3).

Esta escala se encuentra sumando las características de ES1 alineación social y ES2 alineación emocional.[1][2][3]

Carencia del dominio del Ego.

Experiencias Cognitivas (ES4).

Las personas sienten que están perdiendo la razón, señalan que tienen proceso extraño del pensamiento y admiten sentimientos de irrealidad; tienen problemas de memoria y concentración.[1][2][3]

Experiencias Conativas (ES5).

Las personas creen que la vida es una intensa lucha; son gente deprimida y desesperada; se enfrentan con dificultad a los problemas ordinarios; se preocupan excesivamente; para disminuir la tensión se refugian en el mundo de la fantasía y sueñan despiertos; su vida cotidiana no les parece interesante ni satisfactoria; han perdido la esperanza de mejorar; a veces desean la muerte.[1][2][3]

Inhibición Defectuosa (ES6).

Las personas se sienten incapaces de controlar sus emociones e impulsos, lo cual les preocupa; también suelen ser inquietas, irritables e hiperactivas; pueden tener periodos incontrolables de risa o llanto, informan haber tenido episodios de amnesia.[1][2][3]

Experiencia de Autonomía Intrapsíquica (ES7).

Esta escala se encuentra agregando las características de las subescalas ES4, ES5 y ES6. En este caso, las personas sienten que no tienen control de sus propias sensaciones ni de sus actividades perceptivas y motoras, así como del proceso de sus pensamientos.[1][2][3]

Experiencias Sensoriales Extrañas (ES8).

Indica que las personas sienten que su cuerpo cambia de manera rara; manifiestan sensibilidad epidérmica, frío o calor, cambios de voz, torcedura muscular, torpeza, problemas de equilibrio, zumbidos en los oídos, parálisis y debilidad; además, estos pacientes admiten tener alucinaciones, contenido inusual del pensamiento e influencia de ideas externas.[1][2][3]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

autocríticas, niegan tener resentimiento hacia las personas que les exigen la realización de sus deberes.[1][2][3]

Es conveniente mencionar que en todas estas subescalas, las puntuaciones bajas indican características opuestas a las de las elevadas que fueron las que se emplearon para explicar el objetivo de las subescalas.

Subescalas derivadas de las escalas 5 (MF) y 0 (IS).

Durante varios años muchos investigadores no consideraron la importancia de las escalas 5 (MF) y 0 (IS) por no catalogarlas como escalas clínicas (Graham, 1977). Recientemente surgió un gran reconocimiento del valor de estas escalas en la interpretación clínica del Inventario Minnesota. Graham y sus colaboradores ofrecieron las bases para la elaboración de las subescalas respectivas. El análisis factorial se logró con las respuestas de pacientes psiquiátricos hospitalizados, con problemas emocionales de consulta externa y personas normales. Serkowned (1975) utilizó los datos de Graham y sus colaboradores, con la técnica estadística de análisis factorial para lograr las subescalas derivadas de las escalas 5 y 0. La novedad de estas subescalas exige que se sometan a mayor investigación, a fin de obtener información más fiable.[1]

Narcisismo (MF1).

Indica que la persona es narcisista, se preocupa por su apariencia personal; la persona es extremadamente sensible, carente de confianza en sí misma, le preocupan los temas sexuales; expresa resentimiento y hostilidad hacia su familia; cree que los demás son poco sensibles, deshonestos e irreflexivos.[1][2]

Intereses Femeninos Estereotípicos (MF2).

Se refiere a varones que desempeñan ocupaciones que culturalmente se consideran femeninas o se interesan por actividades propias de la mujer (por ejemplo: novelas románticas, arreglos florales, enfermería). Desde niños manifiestan estos intereses.[1][3]

Capítulo III Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Negación de Intereses Masculinos Estereotípicos (MF3).

Las personas no se interesan por ocupaciones que culturalmente son masculinas (por ejemplo: la milicia, la construcción, la salvaguarda de bosques, etc.).[1]

Molestia Heterosexual Pasiva (MF4).

La persona se siente atraída por personas de su propio sexo, le molesta hablar acerca de temas sexuales, es pasiva, no tiene aspiraciones ni inhibiciones.[1]

Crítica Introspectiva (MF5).

La puntuación elevada se encuentra en personas introvertidas que no gustan de las multitudes, carecen de confianza en sí mismas, no tienen creencias religiosas tradicionales (tales como la existencia del diablo, el infierno, el purgatorio, etc.).[1]

Aislamiento Social (MF6).

La puntuación elevada en esta subescala se encuentra en personas que socialmente son introvertidas, evitan ser el centro de atención de los demás, no defienden sus puntos de vista, tampoco buscan riesgos, situaciones de peligro o experiencias emocionantes. La puntuación baja se encuentra en personas que son socialmente extraverteridas, exhibicionistas, defienden su punto de vista, disentan y apoyan sus opiniones, buscan experiencias emocionales, situaciones peligrosas y les gusta correr riesgos.[1][2]

Inferioridad Personal (IS1).

Las personas carecen de habilidades sociales, son tímidas, se avergüenzan fácilmente en situaciones sociales, tienen dificultades de expresión, les cuesta trabajo familiarizarse, les es difícil establecer amistades, evitan interacciones sociales siempre que pueden, son muy sencibles a la crítica, socialmente sugestionables, indecisas e impacientes; con dificultad se concentran y no se entrentan a sus problemas.[1][2][3]

Capítulo III Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Inquietud en Relación con los Demás (IS2).

Las personas no tienen confianza en sí mismas, se incomodan cuando se encuentran en un grupo, les molestan las multitudes y las reuniones sociales muy concurridas, se apartan de los demás siempre que pueden.[1][2]

Rigidez Personal (IS3).

Es signo de desinterés por actividades sociales; no les agradan las situaciones emocionantes, evitan el riesgo o la competencia, no les gusta asumir papeles de líderes.[1][3]

Hipersensibilidad (IS4).

No se encontró información específica respecto a esta subescala, sin embargo se asume que las características solo vienen a confirmar las planteadas en la subescala PA2 que lleva el mismo nombre.[1]

Desconfianza (IS5).

Es peculiar de personas que se quejan de síntomas somáticos que incluyen cambios lingüístico y auditivos, alergias y asma; se preocupan por su apariencia personal, son introvertidas.[1]

Preocupación Físico-Somática (IS6).

No se encontró información específica respecto a esta subescala, sin embargo se asume que las características solo vienen a confirmar las planteadas en la subescala H14 (Preocupación Somática) y la subescala D3 (Malfuncionamiento Físico).[1][2][3]

III.4. Escalas de contenido de Wiggins.

Entre el gran número de investigadores que han intentado construir escalas del Inventario Minnesota basadas en el contenido de las frases, se encuentran Wiggins y sus colaboradores, quienes han llevado a cabo la investigación más completa de las características del contenido de las frases y han obtenido escalas con bastante solidez psicométrica (Wiggins, 1966, 1969, Goldberg y Applebaumk, 1971; Wiggins y Vollmar, 1959). Wiggins (1969), ha señalado que dos examinados que presenten exactamente el mismo perfil (fenómeno muy extraño, en opinión de los expertos), basados en las escalas originales de validez y las escalas clínicas, tienen diferentes cuadros de puntuación en las escalas de contenido. Así mismo, Wiggins argumenta que la utilización de las escalas de contenido que él elaboró, agregadas a las del perfil original, pueden ofrecer datos importantes para la comprensión de la personalidad examinada; no sugiere sustituir las escalas clásicas por las de contenido, solo propone integrarlas.[1]

Maladaptación Social (SOC).

Se encuentra en personas que son introvertidas, cohibidas, tímidas, apenadas, se sienten avergonzadas en situaciones sociales y que suelen ser reservadas; los pacientes psiquiátricos señalan que se encuentran tristes y deprimidos y no presentan delirios de grandeza como otros pacientes que sufren de perturbaciones mentales.[1]

Depresión (DEP).

Es índice de depresión clínica, sentimientos de culpa, preocupación y arrepentimiento; las personas sienten que la vida no tiene importancia, presentan poca motivación para lograr sus metas, tienen dificultad para concentrarse, son ansiosas y aprensivas en relación con el futuro, se sienten incomprendidas, están convencidas de su carencia de valores y creen que merecen castigo. Los pacientes psiquiátricos muestran perturbaciones evidentes del pensamiento: monologan y son lentos en sus movimientos.[1][2]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Intereses Femeninos (FEM).

Indica que las personas tienen interés por actividades, juegos y ocupaciones que tradicionalmente son femeninas, se caracterizan porque muestran mayor tendencia a esas actividades que la mayoría de las personas de su sexo. A estos pacientes les gusta cocinar, arreglar flores y prefieren ocupaciones como las de florista, enfermero, diseñador y peinador. Adopta una actitud romántica, rechazan actividades tradicionalmente masculinas como la construcción, cacería, pesca. Cultivan intereses estéticos como la poesía, literatura y teatro.[1]

Entereza de Animo Empobrecida (MOR).

Se encuentra en personas inseguras, frustradas, que manifiestan sentimientos de inutilidad y desesperación; son pesimistas en relación con el futuro, evitan dificultades y responsabilidades; son sensibles a las reacciones de los demás, sugestionables, se sienten incomprendidas, pero no lo expresan por temor a ofender a los demás.[1]

Religiosidad (REL).

Las personas son muy religiosas, concurren al templo con frecuencia, creen en la segunda venida de Cristo, el diablo y el infierno. Estas personas interpretan la Biblia de manera literal; son muy rígidas, creen que su religión es la única y son intolerantes con las personas que tienen opiniones diferentes. Los pacientes psiquiátricos presentan mayor desorganización conceptual que otros, el contenido de su pensamiento es inusual y se encuentra en ellos delirios religiosos.[1]

Conflicto con la Autoridad (AUT).

Es propia de personas que perciben el mundo como una selva en la que cada quien lucha por sobrevivir; califican a los demás de deshonestos, egoístas, sin valores; expresan poco respeto hacia la autoridad y las leyes establecidas; han tenido dificultades con la policía (la autoridad establecida); mienten para salir de dificultades; les gustan las emociones y el riesgo; se satisfacen en relaciones vicarias con personas caracterizadas por su conducta antisocial. Debido a sus percepciones negativas de la gente, se sienten justificados para comprometerse de manera insensible y egoísta.[1][2][3]

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

Psicotismo (PSI).

Las personas presentan una gran variedad de síntomas psicóticos, tales como alucinaciones, alteraciones del pensamiento, contenidos del pensamiento inusuales, manierismos, ideas de referencia y delirios paranoides; pérdida de control del pensamiento y de la conducta. Estas personas se sienten incomprendidas, maltratadas y perseguidas; los demás influyen con facilidad en ellas; responden a un mundo que consideran amenazador y hostil aislándose en la fantasía y el soñar despiertos; tienen una apreciación irreal de sí mismos, se perciben como seres importantes, sensibles, y con dones especiales que haría grandes beneficios al mundo si se les diera la oportunidad que suponen justa.[1][2][3]

Organicidad (ORG).

Se encuentra en enfermos cuya sintomatología incluye trastornos neurológicos tales como convulsiones, parálisis, pérdida del equilibrio, diplopia, lentitud motora y torpeza en la marcha. También pueden manifestar síntomas, tales como náuseas, vómito, cefaleas, hipersensibilidad cutánea, mareos, trastornos del lenguaje debilidad, fatiga, brotes de amnesia y dificultad para concentrarse o entender lo que leen. Este tipo de pacientes han realizado actos sin darse cuenta de lo que hacían; son más ansiosos que los pacientes psiquiátricos y no presentan desorganización conceptual.[1]

Problemas Familiares (FAM).

Esta escala parece que evalúa las mismas características de la subescala DPI de Harris, llamada Conflicto Familiar, de la que ya se hizo mención. Señala que la condición hogareña y su situación familiar son desagradables; el individuo considera que en su hogar no existe ni afecto ni comprensión; desea abandonarlo; cree que sus padres son temperamentales, críticos y nerviosos, piensa que no les agradan sus amigos. El paciente indica que su familia le irrita y le asusta; que lo tratan como a un niño y no como a un adulto. Los pacientes psiquiátricos que obtiene puntuación elevada en esta escala presentan con mucha frecuencia trastornos de personalidad.[1][3]

Capítulo III **Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)**
Hostilidad Manifiesta (HOS).

Se encuentra en personas que guardan intensos impulsos hostiles y agresivos; generalmente expresan impulsos negativos de manera pasiva e indirecta; bromean con los demás, se burlan de otros, no cooperan, critican acremente las limitaciones de los demás. Estas personas se resienten cuando se les exige algo o piensan que se les está utilizando; son vengativas en sus relaciones interpersonales; discuten constantemente, son gruñonas, enojonas, exageradamente competitivas y socialmente agresivas.[1][3]

Fobias (FOB).

Las personas son ansiosas, fóbicas; se preocupan mucho; le temen a ciertos animales, a insectos, tormentas, lugares cerrados, abiertos o elevados; a la obscuridad, al fuego, al manejo de dinero, a la sangre y a la enfermedad, entre otras cosas. Por otra parte, también le temen a la gente, en especial a grupo y multitudes.[1][2][3]

Cuando la puntuación T en esta escala se encuentra muy por arriba de 70, las personas viven bajo una inmensa ansiedad y temor, que probablemente cubran un cuadro psicopatológico grave.

Hipomanía (HIP).

Se observa en personas que presentan periodos de euforia, actividad y alegría que con frecuencia no tienen ninguna explicación. Estos pacientes se muestran tensos, inquietos, testarudos; se aburren con facilidad y por ello buscan cambios y situaciones emotivas; tienen, además una gran variedad de intereses y a menudo tratan de involucrarse en más actividades de las que pueden realizar. A las personas les disgusta la rutina y los detalles; frecuentemente no concluyen lo que inician; debido a su impulsividad toman decisiones rápidas y superficiales sin considerar cuidadosamente las consecuencias; son poco tolerantes a situaciones de frustración; se alteran sin motivo, pero no guardan rencores; rápidamente perdonan y olvidan incidentes cotidianos.[1][2][3]

Capítulo III **Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)** **Salud Precaria (SAL).**

Wiggins observó puntuación elevada en esta escala en personas que se preocupan exageradamente por su salud y funcionamiento corporal en general. Se quejan de problemas gastrointestinales; también presentan molestias cardiovasculares o respiratorias, problemas dermatológicos, disfunciones y preocupaciones sexuales, además padecen trastornos generales. Estas personas no presentan dificultades cinéticas ni cognoscitivas.[1]

Margarita Guitart (1984), utilizó uno grupo normativo de mexicanos que consiste en 708 protocolos (398 mujeres y 310 varones, cuyas edades fluctuaron entre los 19 y 65 años), para realizar un grupo normativo de las escalas de contenido de Wiggins y encontró que existen diferencias significativas entre los grupos de México y los de Minnesota de ambos sexos.

Escala de Alcoholismo de MacAndrew (MAC).

Por medio de su escala de alcoholismo MacAndrew (1965), tuvo éxito al diferenciar alcohólicos de no alcohólico. Buscó 51 frases que confiablemente distinguieran a dos grupos de pacientes de consulta externa, en su mayoría varones. Dos de estas frases (la 215 y la 460) se refieren a la utilización del alcohol; la mayoría de los investigadores las eliminan y sólo dejan 49 frases en la escala MAC. Esta detecta 81.5% de pacientes alcohólicos.[1]

Schwartz y Graham (1979) encontraron que la escala detecta varias dimensiones de personalidad y conducta incluyendo impulsividad, relaciones interpersonales superficiales, maladaptación psicológica, pero no se localiza conducta antisocial generalizada. En su mayoría, los investigadores opinan que la puntuación es de 26 a 28 en puntuación natural para varones y mujeres. Es conveniente que los investigadores continúen determinando empíricamente la utilización de esta escala, ya que con ello se facilita de gran manera el tratamiento de pacientes no alcohólicos al diferenciarlos de los alcohólicos. En México, Botalla Mancera (1983), realizó un estudio acerca de una escala especial del alcoholismo utilizando el Inventario Minnesota.

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

La escala MAC en sí es mejor que la interpretación de las escalas clínicas y de validez (Clopton, Weiner y Davis 1980) en el diagnóstico de la conducta alcohólica. Huber y Danahy (1975), Rohan, Tatro y Rotman (1969), quienes encontraron que la puntuación en la escala MAC continúa elevada después del tratamiento a que fueron sometidos los pacientes, hacen hincapié en que la conducta encontrada por medio de esta escala es de resistencia al cambio. Muchos investigadores señalan que la puntuación en esta escala también se refiere a personas que además de abusar del alcohol, posiblemente consuman otras drogas. Todos los investigadores coinciden en afirmar que estas personas son desinhibidas, sociables, que aparentemente utilizan la represión y la religión en su intento por controlar sus impulsos de rebeldía y delincuencia; son impulsivas y tienen un alto nivel de energía (Finne, Smith, Skeeters y Auveshine 1971).[1]

Es conveniente señalar que hay cuadros de conversión que tienen como base las puntuaciones de Minneapolis, a excepción de las escalas de Wiggins. Margarita Guitart presenta información estadística para México. Con los datos de la composición de las escalas es factible obtener plantillas para calificarlas, perforando en hojas de respuesta el área correspondiente de la escala, con lo que se obtiene la puntuación natural; con ésta se busca en las tablas la puntuación T correspondiente a esa escala. Se puede encontrar información estadística de la media aritmética y la desviación estándar de las escalas; estos datos están en los dos volúmenes de W. G. Dahlstrom, G.S. Welsh y L.E. Dahlstrom *An MMPI Handbook*. Uno de los colaboradores de Dr. Rafael Nuñez, Manuel Sandoval, ofrece en su tesis datos estadísticos para México.

III.5. Aplicación del Inventario Multifásico de la Personalidad.

Existen dos formas de aplicar el Inventario Multifásico de la Personalidad, una la cual consiste en una caja en la que vienen las frases escritas en tarjetas que el examinado lee y coloca en lugares preparados dentro de la caja según contesta cierto o falso; la otra es mucho más fácil de analizar y consiste en un folleto en el que el examinado lee las frases y anota su respuesta en una hoja óptica.

El inventario en forma de tarjetas tiende a desaparecer y no existe en español. La forma de calificar este sistema es bastante complicado, ya que una vez que el sujeto examinado ha distribuido las tarjetas, el proceso de calificación consiste primero en tomar las tarjetas significativas que son las que tienen un corte en las esquinas inferiores. Dichas tarjetas tienen un número que se anota en una forma especial y, una vez que se han anotado todas las respuestas importantes, se califican por medio de unas plantillas y, por último, se anota la puntuación para cada escala. En algunos hospitales e instituciones norteamericanas donde se usa el Inventario Minnesota se tiene una máquina IBM que computa las respuestas con gran rapidez y ofrece los resultados en forma especial.

El Inventario Minnesota en forma de folleto es el más utilizado. lo tradujeron como ya habíamos mencionado: A. Bernal, A. Colón, E. Fernández, A. Mena, A. Torres y E. torres, del Centro de orientación de la Universidad de Puerto Rico, con la colaboración del Dr. Starke R. Hathaway, y lo distribuyen The Psychological Corporation de Nueva York y la editorial El Manual Moderno S.A. de C.V. de México, en conjunción con la editorial de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Es conveniente observar la forma en que contesta el examinado las primeras frases y, una vez que se ha observado que la persona ha comprendido lo que debe hacer, el examinador se retira a una distancia tal del sujeto, que éste tenga la plena seguridad de que el examinador no está a la expectativa de la manera en que está contestando.

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

El examen debe introducirse de manera seria pero no amenazadora, casual, pero no como una diversión. Hathaway y Monachesi comunican que es posible examinar a adolescentes en grupos de cien en una sola sesión manteniendo el orden y sin tener dificultades. Otros investigadores han examinado grupos numerosos de soldados, presos, etc., sin ninguna dificultad. Una vez que se tiene la hoja de respuestas contestada adecuadamente, se puede calificar el protocolo obtenido. Se comenzará por marcar las respuestas no contestadas y aquellas en que la misma frase se ha contestado como cierta y falsa a la vez, lo cual la elimina, y anotar el número de éstas en el espacio indicado de frases omitidas.

Después se califica la escala L. no se necesita hoja de calificación especial, ya que la puntuación se obtiene contando las respuestas marcadas con Falso en las siguientes frases: 15, 30, 45, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 195, 225, 255, 285. El número total de respuestas L se coloca en el espacio correspondiente en la hoja de respuestas.

En la calificación de las otras escalas es necesario tener las claves que consisten en recortar cartulinas del mismo tamaño que la hoja de respuestas que se use y hacerle perforaciones, de tal manera que las marcas que se observan a través de ellas correspondan al número de respuestas que deben contarse para la escala que se califica. Este número se anota en el espacio correspondiente que se encuentra en la parte superior de la hoja de calificaciones y corresponde a la puntuación en bruto o no calculada de cada escala. Estas son las mismas para sujetos de ambos sexos, con excepción de la escala MF que tiene claves diferentes para hombres y mujeres.

Después de que se obtuvieron las puntuaciones naturales de las escalas, se utiliza la hoja del perfil del inventario Minnesota, preparada para el proceso que se describe a continuación: En primer lugar, se anotan las puntuaciones obtenidas en los lugares indicados y que se encuentran en la base de lo que se convertirá en un diagrama. Posteriormente se encuentra la corrección del valor de K y se agrega a las puntuaciones de HS, DP, ES y MA. Este valor se encuentra generalmente a un lado de la hoja del perfil y según la cantidad que sea se coloca en el lugar correspondiente horizontal a la expresión: Agregar factor K, este valor es el siguiente: para HS 0.5K, para DP 0.4K, para PT 1.0K, para ES 1.0K y para MA 0.2K; se agrega este valor y la cantidad

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

resultante será la puntuación total con la corrección de K que se utilizará en el perfil. Por ejemplo supongamos que K tiene un valor de 20 entonces tendremos lo siguiente: se agregará 10 al valor de HS, 8 al de DP, 20 al de PT y ES y, por último, 4 al de MA. Las otras escalas conservan su valor original, ya que no se les agrega ninguna puntuación. Con todos estos valores se procede a encontrar las puntuaciones T.

Se localiza la puntuación natural anotada para cada escala en la columna correspondiente en el perfil. Se marca con un círculo pequeño o una cruz en el lugar exacto. El valor equivalente de T se encuentra en las columnas laterales a la izquierda y a la derecha del perfil, bajo la letra T. Una vez que se sitúa el valor para cada escala por medio de círculos u otras marcas, se conectan primero para las escalas L, F y K que se encuentran a la izquierda del perfil y después se unen los puntos de las escalas clínicas que comienzan con HS y terminan con IS. debe observarse que existen perfiles para mujeres y hombres, es decir son distintas las escalas para mujeres y para hombres.

Una vez que se unen por un lado las marcas de las escalas de validez y por otro las marcas de las escalas clínicas se obtiene el diagrama comúnmente llamado perfil del Inventario Multifásico de la Personalidad.

Teniendo la representación del perfil, se procede a la interpretación del mismo. Existen varias corrientes para la interpretación del perfil, existen investigadores que realizan una interpretación escala por escala, hay quienes concideran irrelevantes el análisis de las escalas MF e IS, otros más realizan una interpretación del perfil completo, conciderando a aquellas escalas que tienen una puntuación T de 70 o superior, apoyandose en el análisis de las escalas de validez que nos ofrecen un grado de confiabilidad de la aplicación de la prueba.

Es importante señalar que el Inventario Multifásico de la Personalidad al igual que otras pruebas aplicables en Psicología no son suficientes para proporcionar un diagnóstico certero, se recomienda que después de aplicar la prueba del Inventario Minnesota, y se extraiga un diagnóstico en base a la interpretación del perfil se realice una entrevista, para asegurarse de que el

Capítulo III

Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (M.M.P.I.)

diagnóstico es correcto. En pocas palabras al aplicar el Inventario Minnesota es necesario realizar al menos una entrevista.

La interpretación de las subescalas, las escalas de contenido y la escala de MacAndrew son auxiliares a la interpretación del perfil, por tanto existen investigadores que las utilizan y hay quienes no. Existen más escalas aunque las que son consideradas de importancia clínica son las ya mencionadas.

Cabe aquí extender un agradecimiento al Psicólogo Victor Aguilar por su cooperación y la información proporcionada. El Psicólogo Victor Aguilar labora en el departamento de Psicología del Instituto Nacional de Perinatología. Señaló que es muy utilizado el Inventario Minnesota, y que en el Instituto aun aplican la prueba de manera manual, como ya se explicó con anterioridad, y que tienen la esperanza de conseguir una lectora de hojas ópticas, que facilitarían en gran medida con los protocolos para las 566 frases y obtener la escala natural con mayor rapidez.

En México así como en muchos países del mundo existen empresas que se dedican a obtener diagnósticos de pruebas psicológicas en base a las hojas de respuestas proporcionadas por las Instituciones y clínicas interesadas.

Referencia bibliográfica

Capítulo III

- [1] Nuñez, Rafael
Aplicación del Inventario Multifásico de la personalidad a la Psicopatología M.M.P.I.
El Manual Moderno
- [2] *Kaufman* Elementos para una enciclopedia de Psicoanálisis Pardos
- [3] *Laplanche, Jean; Portalis, Jean-Bertrand* Diccionario de Psicoanálisis Labor

Capítulo IV

S.E.MI.

Sistema Experto
Minnesota.

IV.1 Antecedentes de la utilización de Sistemas Informáticos

aplicados a la Psicología.

Durante los últimos 20 años las computadoras han tenido un amplio desarrollo dentro de la psicología, mediante la aplicación de diversas pruebas académicas y psicométricas. Aún cuando la aceptación del uso de las computadoras por parte de psicólogos ha sido lenta y desconfiada, ya existen desarrollos informáticos que califican e interpretan pruebas psicológicas tales como: el psicodiagnóstico de Rorschach, el psicodiagnóstico de Halstead-Retain y el Inventario Multifásico de la Personalidad (MMPI).{1}

Dentro de las ventajas que ofrece la utilización de las computadoras para la interpretación de pruebas psicológicas se encuentran las siguientes:

Velocidad.- Las computadoras se caracterizan por realizar operaciones a gran velocidad..

Memoria.- Las computadoras tienen gran capacidad para manejar y recuperar un gran número de información.

Confiabilidad.- En base al manejo de datos de entrada es posible obtener resultados constantes. Obviamente este punto depende de la información con la que se alimentó a la computadora.

Objetividad.- El uso de las computadoras eliminan los prejuicios por parte de los intérpretes de las pruebas.

Así mismo también se encuentran desventajas, como pueden ser:

Limitaciones Algorítmicas.- La confiabilidad del uso de las computadoras, así como la objetividad, dependen en gran medida de la forma como se manejó la información para alimentar a las computadoras, así pues, si la información es tendenciosa la computadora arrojará diagnósticos con cierta inclinación.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Generalidad Excesiva.- Al eliminar los prejuicios de la aplicación e interpretación de las pruebas, puede llegar al punto de ser tan generales que no contemplan causas externas a la aplicación de la prueba, como puede ser el estado de ánimo del paciente, su disposición, su nivel socioeconómico o su grado de escolaridad.

La utilización inadecuada de la Información.- Este punto es a consecuencia de la facilidad con que las computadoras ofrecen los resultados, en un tiempo de respuesta menor, dando pie al intento de interpretación de los resultados por parte de gente no especializada. Se aconseja la utilización de estos sistemas solo por parte de personas especializadas, sin perder de vista que los resultados de las pruebas son confidenciales, y no se aconseja mostrarlos ni al paciente ni a sus familiares; ya que esto provocaría malinterpretaciones. Por otro lado cabe recordar que la computadora es solo un instrumento de trabajo, y de ninguna manera puede sustituir al especialista en el área, en ésta caso al psicólogo.

IV.2 Utilización de Sistemas Informáticos aplicados al Inventario Minnesota.

Hace poco más de 30 años en la Clínica Mayo en Rochester Minnesota, se desarrolló un sistema que realizaba una interpretación del protocolo del Inventario Multifásico de la Personalidad (MMPI), que consistía en la interpretación de los resultados de los análisis escala por escala, dependiendo del valor de las misma. A partir de entonces se han desarrollado varias aplicaciones para la interpretación del MMPI, basados en distintas estrategias de análisis.[1]

Las aplicaciones más reconocidas que interpretan el MMPI son: El Sistema de Fowler, el Sistema de Pearson-Swenson-Rome y la Evaluación de Marks.

El Sistema de Pearson-Swenson-Rome, desarrollado en la Clínica Mayo, dentro de los servicios de cómputo es el más sencillo. El informe que genera consta de:

- Una descripción breve.
- Un concentrado de la sintomatología.
- Estado emocional general del paciente.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

pacientes psiquiátricos. En 1966 se estableció el Roche Laboratories para integrar informes basados en el sistema de Fowler. Los informes proporcionados por este sistema, tienen una exactitud del 78% en la descripción de las relaciones interpersonales y un 75% en los resultados del tratamiento.[1]

En un análisis comparativo entre diagnósticos proporcionados por el sistema y diagnósticos proporcionados por profesionistas, arrojó los siguientes resultados:

- * 38% de los casos se consideraron iguales.
- * 27% de los casos computarizados se consideraron mejores.
- * 13% de los casos computarizados se consideraron mucho mejores.

IV.3 Necesidad de crear un Sistema Computarizado para la aplicación del Inventario Minnesota para México.

El sistema original de Fowler ha recibido modificaciones para poder ser aplicable a distintos grupos de personas, así pues, en 1968 se realizaron modificaciones para ser aplicable a empleados industriales y universitarios. En 1972 para criminales. A partir de ésta versión para reclusos se han realizado esfuerzos para crear un sistema aplicable a ilegales, aún sin éxito, ya que las investigaciones aún se siguen realizando hasta el momento.[1]

Considerando que el Sistema de Fowler está basado en las frases originales creadas por Hathaway y Mckinley, es necesario realizar adecuaciones. Las frases creadas por Hathaway y Mckinley fueron basandose en un grupo de personas de clase media que acudían al Hospital Mayo Memorial a visitar a pacientes internados. Por tanto las modificaciones a realizar a dichas frases dependen del grupo de personas al cual se le quiere aplicar. Ya que las frases deben ser comprensibles para ellas.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

En México ha sido necesario modificar varias frases, especialmente de doble negativo, prolongadas y confusas, que el lector no interpreta adecuadamente debido a que desconoce algunas palabras o a problemas culturales. Se sabe de algunas investigaciones realizadas en Estados Unidos, que trabajan con mexicanos y puertorriqueños residentes en Estados Unidos, en donde se han encontrado los mismos problemas.

Como ya se había mencionado con anterioridad, no basta con traducir las frases, es necesario realizar una normalización de los resultados, ya que éstos varían por factores como cultura, costumbres, ideologías, etc.

Por las razones antes señaladas y basándonos en la traducción del MMPI elaborado por el Personal técnico del Centro de Orientación de la Universidad de Puerto Rico, en la normalización de las escalas de validez y escalas clínicas elaboradas por estudiantes de psicología de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Universidad de las Américas; colaboradores del Dr. Rafael Núñez, los estudios de normalización de las escalas de Wiggins o escalas de contenido por parte de Margarita Guitart, el apoyo por parte del departamento de psicología del Instituto Nacional de Perinatología; en particular el apoyo del psicólogo Victor Aguilar, se cuentan con fundamentos suficientes para el diseño y desarrollo de un sistema computarizado para la interpretación y análisis del MMPI para México.

IV.4 S.E.MI Sistema Experto Minnesota.

SEMI (Sistema Experto Minnesota) es una posible solución para éste problema, basado en investigaciones realizadas por personalidades importantes de la psicología en México: el Dr. Rafael Núñez y Margarita Guitart, y con asesorías de expertos en el tema del Instituto Nacional de Perinatología. Tiene los siguientes objetivos:

- Aplicar el MMPI.
- Interpretar el protocolo del MMPI.
- Analizar los resultados del MMPI.
- Ofrecer un diagnóstico clínico basado en el análisis de resultados.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

El análisis y diagnóstico que realiza el Sistema Experto está conformado por:

- * Obtener los valores naturales de las escalas.
- * Obtener el valor del factor agregado, en caso de que aplique a la escala.
- * Calcular el valor total de la escala.
- * Extraer la equivalencia en valor T (escala T), del valor total de la escala.
- * Análisis de la combinación de las escalas de validez.
- * Análisis del perfil clínico, basado en los valores de las escalas clínicas.
- * Análisis escala por escala de las escalas de validez.
- * Análisis escala por escala de las escalas clínicas.
- * Medición y descripción de las escalas de contenido (Escalas de Wiggins).
- * Descripción y porcentaje de las subescalas.
- * Descripción y porcentaje de la escala de McAndrew.

La aplicación del MMPI por parte de SEMI se basa en la traducción de las frases de la prueba original, realizada por la Universidad de Puerto Rico; material proporcionado por el Instituto Nacional de Perinatología. La interpretación del protocolo es en base a la prueba original, de ahí se extrae el valor natural de las escalas. A las escalas de validez, solo se le realiza la conversión de su valor natural a su valor T; basándonos en los trabajos de alumnos colaboradores del Dr. Rafael Nuñez realizados en la Facultad de Psicología.

A las escalas clínicas se les da un tratamiento específico, a algunas de ellas se les agrega el factor K y se realiza la conversión al valor T (basándonos en los trabajos de la Facultad de Psicología).

A las escalas de contenido se les extrae su valor natural y su conversión a escala T, basándonos en los trabajos de Margarita Guitart.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Para las subescalas y la escala de MacAndrew el tratamiento es distinto. Ya que aún no hay una normalización de estas escalas para México, pero muchos especialistas concuerdan al decir que éstas escalas aportan información que las demás escalas no aportan. Esta información es muy específica, y apoya o especifica el diagnóstico obtenido del perfil clínico. El tratamiento que se les da a estas escalas es el siguiente: Se extrae su valor natural, y al no tener una normalización, y en consecuencia una equivalencia en valor T; lo que se realiza es extraer un porcentaje. Este porcentaje representa el número de frases contestadas adecuadamente, según el protocolo de cada escala; con respecto al número total de frases que compone dicha escala. Al decir "frases contestadas adecuadamente" nos referimos a las frases que se contestaron como se espera deberían ser contestadas para ser contabilizadas en el protocolo de la escala.

En base a los valores obtenidos, se procede a realizar un análisis escala por escala, de todas las escalas que se manejan. Para las escalas de validez y las escalas clínicas se obtiene una descripción en base a su valor T comprendido dentro de varios rangos en los que se subdivide cada escala, así por ejemplo:

En el caso de la escala 1 (HS) se tienen los siguientes rangos:

Para pacientes de sexo femenino	Para pacientes de sexo masculino
0 - 13	0 - 11
14 - 17	12 - 15
18 - 25	16 - 21
26 - 30	22 - 25
30 ó más	26 ó más

O incluso incluyendo casos más complejos como es el caso de la escala 5 (MF):

Para pacientes de sexo femenino	Para pacientes de sexo masculino
28 ó menos	8 - 22
29 - 33	23 - 30
34 - 41	31 - 35
42 - 50	36 ó más

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Para las escalas de contenido se cuenta con su equivalencia en valor T y considerando que la media aritmética se ubica entre los valores 50T y 70T se puede determinar si el valor obtenido del protocolo es alto o bajo, en base a esto se proporciona el valor T y las características de la escala en su rango mayor, considerando que mientras mayor sea el valor T más similitud tiene el paciente con las características del rango mayor, así mismo mientras más bajo sea el valor T va perdiendo las características descritas, hasta llegar al grado que las características del paciente sean opuestas a las descritas en el rango superior de la escala.

Para las subescalas y la escala de MacAndrew el tratamiento es distinto, se obtiene el valor natural de la escala, se obtiene el número total de frases que componen la escala y un porcentaje, proporcionando además las características del que sería el rango más alto en cada escala. Cabe mencionar que se determinó utilizar porcentajes debido a que el número de frases que componen las diferentes escalas no es uniforme, así pues, podemos encontrar la subescala MF4 compuesta por 4 frases (19, 69, 80, 231), y la subescala ES3 compuesta por 32 frases (8, 16, 21, 24, 35, 52, 65, 76, 104, 121, 157, 196, 202, 212, 220, 230, 241, 276, 282, 301, 306, 309, 312, 322, 324, 355, 339, 352, 355, 360, 363, 364).

Además del porcentaje y valor natural se proporciona el total de frases que conforman el protocolo de la escala, para dar una mejor idea del análisis y no caer en errores o engaños.

Posterior al análisis escala por escala, se realiza el análisis del perfil de las escalas de validez, básicamente mediante el empleo de las escalas L,F y K. Se consideran las combinaciones posibles de su valor T para obtener la configuración más representativa de la combinación que se presenta.

La escala de frases omitidas (?) queda al criterio del especialista, considerando que mientras más alto sea su valor T menor es la confiabilidad de la prueba.

Del mismo modo se procede a obtener el perfil clínico en base al análisis global de los valores T de las escalas clínicas. Se consideran primeramente las escalas cuyo valor T sea mayor

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

o igual a 70, considerando estas escalas, se procede a analizar la combinación, haciendo las respectivas diferencias, por ejemplo para la combinación 1-2-3-4, no importa cual de las cuatro escalas es mayor, en cambio en la combinación 1-2-3, existen diferencias dependiendo la escala que sea mayor a las demás.

Considerando las escalas mayores a 70T se procede a realizar un análisis con respecto a las demás escalas que estén involucradas en el perfil, así por ejemplo en el perfil 1-3-8, además de que es necesario que las escalas sean mayores a 70T se requiere los siguientes sucesos: la escala 5 debe ser mayor a 60T y la 4 inferior a 80T. En caso de que alguno de los requisitos no sea cumplido, se estimará el perfil más próximo, se desplegarán las características del mismo, con la leyenda "Perfil casi con características ...".

Algunos pasos descritos con anterioridad bien pueden ser implementados en un sistema informático, pero al tratar de realizar inferencias acerca de la información utilizada es necesario el desarrollo de un sistema experto.

IV.5 Requerimientos de Software para el desarrollo de S.E.MI.

Considerando que el desarrollo de las computadoras se encaminó a la operación aritmética y no a la operación lógica, y por otro lado que el desarrollo de la tecnología de computo no está disociada con la Inteligencia Artificial, los requerimientos de software para la implementación del Sistema Experto son básicamente:

- * Una base de datos relacional.
- * Un lenguaje de programación capaz de interactuar con la base de datos relacional.

En algunos casos será necesaria la implementación de dos lenguajes de programación, debido a que existen lenguajes en los que no se puede implementar la parte On-Line, debido a que son lenguajes eminentemente de tipo batch.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Algunos ejemplos de bases de datos relacionales que podrían ser implementadas son:

- Oracle.
- Informix
- DB2 (en sus distintas modalidades).
- * DB2/6000
- * DB2/390
- * DB2/2

Para la elección del lenguaje de programación depende de la plataforma en la que se trabaje, así pues en UNIX implementando Oracle o Informix podemos ocupar el C o C++. Incluso en el caso de Oracle se puede utilizar el ambiente gráfico de la versión 6.

Para el DB2/390, que es para Main Frame; para la parte batch podemos tener desarrollos en PL/I o en Cobol, que son lenguajes tipo batch. Para el on-line sería necesaria la utilización de un desarrollo en CSP (Cross System Products), Cobol On-Line u otro lenguaje similar capaz de correr bajo CICS e incluso, como front-end se puede utilizar un desarrollo en Lotus Notes.

Para implementar el Lotus Notes sería necesario además contar con DB2/2 y el ODBC o MQseries, ya que estos son puentes de comunicación entre la Main Frame y una PC. Por otro lado puede implementarse un desarrollo en Lotus Notes que interactúe con DB2/2, todo en una sola PC o en un server de Lotus Notes.

También se podría implementar un desarrollo en base al DB2/6000 y lenguaje C en conjunto con HTML (HyperText Markable Lenguaje) y tener una aplicación en intranet o internet. Esta aplicación se implementaría en un servidor de HTTP (HyperText Transfer Protocol) bajo sistema operativo UNIX o AIX. Para la implementación del Sistema Experto en intranet o internet, bastaría con algunas páginas en HTML, de dos a cinco CGI's (programas en C) y la base de datos. El número de páginas y programas dependen de la presentación que se le quiera dar a la aplicación.

IV.6 Diseño del Sistema Experto Minnesota (S.E.MI.)

Para iniciar el diseño del Sistema Experto es necesario recopilar la información respecto al MMPI, recordemos que mientras más completa este la información, es mayor el potencial del Sistema Experto. La mayor parte de la información fue extraída del libro del Dr. Rafael Nuñez, y el resto, de otras fuentes de información incluyendo entrevistas. El objetivo de contar con un gran volumen de información es comenzar a generar reglas, con respecto al tema, muchas de esas reglas ya están descritas en el libro del Dr. Rafael Nuñez. Pero independientemente de las reglas de conocimiento, es necesario crear otras reglas, las metareglas que nos sirven para dar el encauce al análisis de las reglas de inferencia.

Posterior a la generación de reglas de inferencia y metareglas, se procede a la representación gráfica de las mismas. En el caso del MMPI son demasiadas reglas que interactúan entre sí. Se procedió al siguiente paso, que es la graficación binaria de las reglas.

La representación gráfica binaria se inició con: la representación binaria de una adaptación del Método de la burbuja. En el método de la burbuja ordenamos de manera ascendente o descendente un conjunto de números, este conjunto es finito, el problema que se enfrenta el Sistema Experto es que actualmente existen 10 escalas clínicas, pero estas podrían aumentar, por tanto se requiere de una estructura más flexible.

La solución es el siguiente análisis: tomar la escala 1(HS) y 2(D), y compararlas entre sí. La escala que resulte menor es comparada con la escala 3(HI). En caso de que sean iguales, la escala 1(HS) se comparará con la 3(HI). Por ejemplo supongamos que la escala 2(D) es mayor o igual que la 1(HS), entonces se comparan la escala 1(HS) y la 3(HI). En este punto pueden suceder dos cosas:

- a) La escala 3(HI) es menor que la escala 1(HS).
- b) La escala 3(HI) es mayor o igual que la escala 1(HS).

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

En el caso A), la escala 3(HI) quedaría por el momento como irrelevante y se procedería a comparar la escala 1(HS) con la 4(DP).

En el caso B), el siguiente paso es saber si la escala 3(HI) es menor a la escala 2(D), de lo cual se derivarían dos situaciones:

- c) La escala 3(HI) es menor que la escala 2(D).
- d) La escala 3(HI) es mayor o igual que la escala 2(D).

En el caso C), la escala 3(HI) ocuparía el lugar de la escala 1(HS) y ésta quedaría por el momento como irrelevante.

En el caso D), la escala 3(HI) ocuparía el lugar de la escala 2(D), la escala 2(D) ocuparía el lugar de la escala 1(HS) y la escala 1(HS) quedaría por el momento como irrelevante.

El comparativo para la siguiente escala [4(DP)] sería de la siguiente manera:

- En el caso A), se compararía la escala 1(HS) con la 4(DP).
- En el caso C), se compararía la escala 3(HI) con la 4(DP).
- En el caso D), se compararía la escala 2(D) con la 4(DP).

El caso B), no se menciona por que no es un estado final, los estados finales de B) son los casos C) y D).

El siguiente comparativo es cíclico, ya que la mecánica es trabajar con tres variables, 2 que son las dos variables con mayor valor hasta el momento, y una tercera a comparar.

Generalizando, supongamos que tenemos tres variables A, B, y C: donde A y B son las variables con mayor valor, A es mayor o igual que B. C es la siguiente variable a comparar:

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Si C es menor que B entonces el orden de las variables sigue siendo A,B; y B se compararía con el siguiente valor.

Si C es mayor o igual que B entonces C ocupa el lugar de B, pero ahora hay que ordenar las variables con mayor valor, se compara A y C:

Si C es menor que A entonces el orden es A,C y la variable C se compara con el siguiente valor.

Si C es mayor o igual que A entonces el orden es C,A y la variable A se compara con el siguiente valor.

Como se genera un ciclo, no importa cuantas variables existan, mientras existan todas las reglas que combinen a dichas variables.

De la combinación de las reglas se genera el árbol principal, acompañado por varios subárboles, que son ramificaciones del árbol principal y que en algunos casos los subárboles se duplican a lo largo del árbol principal, e incluso de subárboles superiores. El árbol principal en conjunto con los subárboles conforman la representación gráfica binaria del problema que representa una adaptación del método de la burbuja.[Apéndice A]

De la misma forma, se representó en gráficos binarios, aquellas reglas de conocimiento, referentes a los diagnósticos clínicos, tomando como base las 2 escalas con mayor valor. En el modo estricto, los árboles denominados perfil son hojas del árbol principal y de los subárboles.[Apéndice B] La formación de estos árboles es independiente según sea el caso. De la misma manera se genera el árbol validez, el cual define el tipo de combinación que ofrecen las escalas de validez (L,F,K): para aportar información igualmente importante.[Apéndice C]

Contemplando la generación de todos los árboles binarios generados por las reglas de conocimiento y metareglas, se procede a crear las reglas de inferencia, las cuales van a formar el cuerpo de conocimiento. Estas reglas deben ser formuladas de tal manera que el Sistema Experto sea capaz de interpretarlas y así poder realizar la toma de decisiones.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Cuando formulamos una sentencia, sabemos que la respuesta lógica puede ser verdadera o falsa, así pues en la sentencia: Si A entonces B, sabemos que \exists es verdadero si A es verdadero, o en su defecto B es falso si A es falso. Sin embargo, por la naturaleza del problema, estamos realizando un comparativo de dos valores. Así pues tenemos la sentencia $X > Y$ puede ser verdadera o falsa, sin embargo el saber que la sentencia $X > Y$ es falsa no indica que la sentencia $X < Y$ sea verdadera, ya que puede darse el caso de que $X = Y$.

Si formuláramos todas las reglas como la primera sentencia ($X > Y$) tendríamos dentro de nuestro cuerpo de conocimiento reglas tales como: $A > B$, $B > A$, $A > C$, $C > A$, ..., $X > Y$, $Y > X$, $X > Z$, $Z > X$, ... Pero al realizar inferencias sobre las reglas quedarían algunas lagunas al darse casos tales como: $A = B$, $B = A$, $A = C$, $C = A$, ..., $X = Y$, ...

Para conformar el cuerpo de conocimientos es preferible formar reglas con el mismo operador; por tanto la manera de formular las reglas para este Sistema Experto es: creando reglas bivalentes, las cuales pasarán por un criterio, para posteriormente trabajar con puras reglas con sentencias verdaderas.

La polaridad que van a presentar las reglas en la sentencia $X > Y$ son: es verdadera si X posee un valor mayor a Y; es falso si X posee un valor menor o igual a Y.

En la gráfica binaria se representa la disyuntiva de un nodo padre con respecto a sus hijos. El nodo padre posee la sentencia actual, y los hijos poseen la siguiente sentencia a seguir dependiendo si la sentencia del padre es verdadera o falsa.

Simplificando: cada regla del cuerpo de conocimiento va a representar la disyuntiva que representa cada nodo padre dentro del árbol binario. Quedando así solo la posibilidad de tomar uno de los dos caminos, y aquel camino que se tome siempre será considerado como una sentencia verdadera.

IV.7 Desarrollo del Sistema Experto Minnesota (S.E.MI.)

Una vez que se tiene la representación del problema en una gráfica binaria y se generaron las reglas de inferencia; el siguiente paso es desarrollar la parte informática del Sistema Experto.

En primera instancia esta la creación de tablas, las cuales van a contener los datos con los cuales se generará la información con la cual trabajará el Sistema Experto.

IV.7.1 Creación de la base de datos y las tablas del Sistema Experto Minnesota.

Primeramente para darle al Sistema Experto la facultad de aplicar el MMPI, es necesario contar con una tabla que contenga las 566 frases del inventario. Para cubrir este propósito se crea la tabla MMPI.FRASES. La cual está formada por las siguientes columnas:[Apéndice D.1]

NUM_FRASE	char(3)	Numero de frase.
FRASE	memo	Frase que forma el inventario.
RESPUESTA	char(01)	Valor de la repuesta del paciente. Tomando únicamente tres valores: V- verdadero F- falso B- blanco (cualquier otra respuesta).

Hay que mencionar que la manera en la que se estructuró el Sistema Experto solo puede aplicar la prueba a un paciente a la vez; para poder aplicar la prueba a varios pacientes a la vez, es necesario la creación de más tablas y realizar adecuaciones a tablas existentes y obviamente al programa.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Para poder realizar inferencias sobre las respuestas proporcionadas por el paciente, es necesario contar con el protocolo del MMPI, el cual se contiene en la tabla MMPI.PROTOCOL la cual está formada por:[Apéndice D.2]

ESCALA	char(03)	Contiene siglas que identifican a las diferentes escalas.
NUM_FRASE	char(03)	Numero de la frase involucrada en el protocolo para cada escala.
RESPUESTA	char(01)	Respuesta que debe tener la frase para que sea contabilizada por el protocolo.

Existen casos especiales dentro del protocolo, los cuales dependen del sexo del paciente, un ejemplo de estos casos es la escala 5 (MF). Para estos casos es necesario crear una tabla distinta, la MMPI.ESMASFEM,[Apéndice D.3] que es muy similar a la MMPI.PROTOCOL, formada por:

ESCALA	char(03)	Contiene siglas que identifican a las diferentes escalas.
NUM_FRASE	char(03)	Numero de la frase involucrada en el protocolo para cada escala.
SEXO	num(01)	Sexo del paciente para aplicar el protocolo respectivo. Posee dos posibles valores: 0 hombres y 1 mujeres.
RESPUESTA	char(01)	Respuesta que debe tener la frase para que sea contabilizada por el protocolo.

Dentro de las reglas de inferencia existen algunas combinaciones en la que es necesario comparar el valor de una escala con una constante, para tal efecto se creó una tabla la cual contiene el valor de las constantes asignándoles una variable. La tabla es la MMPI.CONSTANT formada por:[Apéndice D.4]

VARIABLE	char(03)	Contiene el nombre de las variables a las cuales se le van a asignar los valores de las constantes.
VALOR	num(03)	Contiene le valor numérico de la constante.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

De la misma forma existen casos para los cuales es necesario saber el valor de la diferencia entre dos escalas o entre una escala y una constante, para tal efecto se creó la tabla MMPI.DIFERENT formada por:[Apéndice D.5]

VARIABLE	char(03)	Contiene el nombre de la variable a la cual se le va a asignar el valor de la diferencia.
OPER1	char(03)	Contiene el nombre de la variable o escala que es el minuendo de la diferencia.
OPER2	char(03)	Contiene el nombre de la variable o escala que es el sustraendo de la diferencia.

Se contemplan las combinaciones de diferencias entre una escala y una constante, entre una constante y una escala o entre dos escalas, sería absurdo la diferencia entre dos constantes, ya que el resultado debería de ser representado por una constante.

Dentro del análisis del MMPI, es necesario, en algunas escalas, agregar el factor K, para tal efecto se tiene la tabla MMPI.FACTORK formada por:[Apéndice D.6]

ESCALA	char(03)	Contiene las iniciales de las escalas afectadas por el factor K.
VALOR_K	num(02)	Contiene los posibles valores de la escala K de validez.
INCREMENTO	num(02)	Contiene el valor a incrementar al valor natural de la respectiva escala.

Posteriormente al incremento del factor K, es necesario uniformar los valores de las escalas, estandarizándolas a valores en escala T. Obviamente la conversión se alojó en una tabla. La MMPI.ESCALAT formada por:[Apéndice D.7]

ESCALA	char(03)	contiene las siglas de las escalas.
SEXO	num(01)	Contiene los dos posibles valores numéricos que representan el sexo masculino (0) y el femenino (1).
V_NATURAL	num(03)	Contiene el valor natural de la respectiva escala.
VALOR_T	num(03)	Contiene la equivalencia en valor T del valor natural de las escalas.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Para poder aplicar los criterios del protocolo e identificar a que escalas aplicar el factor K y que escalas tienen equivalencia en valor T, de su valor natural, además de identificar a que escalas afecta el sexo del paciente, es necesario crear una tabla con dicha información. La tabla MMPI.CLASS formada por:[Apéndice D.8]

NUM_ESCALA	char(03)	Es un identificador para cada escala y es un secuencial consecutivo.
ESCALA	char(03)	Contiene las siglas que identifican a cada escala.
TIPO	char(02)	Contiene el tipo de la escala. Los tipos pueden ser: VA - Escalas de validez CL - Escalas clínicas OT - Subescalas o escala de MacAndrew CO - Escalas de contenido (escalas de Wiggins)
FACTOR	char(02)	Contiene los factores que afectan a la escala, por el momento no hay ninguna escala que sea afectada por dos factores. Los diferentes factores son: FK - Factor K SX - Factor del sexo PC - Factor de porcentaje SF - Sin factor
ESCALA_T	char(02)	Contiene valores que identifican si la escala tiene equivalencia en valor T de su valor natural: ST - Con equivalencia en escala T NT - Sin equivalencia en escala T

Las reglas de inferencia, del MMPI, están distribuidas en tres tablas, debido a que cada tabla o grupo de reglas pertenece a uno de los tres análisis que realiza el Sistema Experto sobre el MMPI. Para el análisis del perfil de las escalas de validez se emplea la tabla MMPI.VALIDEZ.[Apéndice D.9] Para el análisis del perfil de las escalas clínicas se emplea la tabla MMPI.CLINICAS[Apéndice D.10] y para el análisis de escala por escala se emplea la MMPI.ESCXESC.[Apéndice D.11] Básicamente la estructura de las tres tablas es la misma, excepto una columna adicional que posee la MMPI.ESCXESC. La columna adicional es:

ESCALA	char(03)	Contiene las siglas que identifican a cada escala.
--------	----------	--

Las columnas comunes a las tres tablas son:

CLAVE	char(04)	Contiene el identificador o nombre de la regla de inferencia.
OPER1	char(03)	Contiene la variable a ser comparada. Dentro de la operación A>B, esta columna contiene la parte izquierda del operador (OPER1>OPER2).
OPER2	char(03)	Contiene la variable que compara a OPER1.
VERDADERO	char(04)	Contiene el identificador de la regla a seguir en caso de que el resultado de la operación sea verdadero.
FALSO	char(04)	Contiene el identificador de la regla a seguir en caso de que el resultado de la operación sea falso.
NUM1	num(03)	Contiene el valor numérico de la variable contenida en la columna OPER1.
NUM2	num(03)	Contiene el valor numérico de la variable contenida en la columna OPER2.
NUM3	num(03)	Contiene la diferencia entre los valores de NUM1 y NUM2 (NUM1 - NUM2).

Para la realización de operaciones y almacenamiento de datos que auxilian a los análisis del Sistema Experto nos basamos en la creación de tres tablas más: MMPI.TOTALES, MMPI.ANALISIS y MMPI.DIAGNOS.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

La tabla MMPI.TOTALES contendrá los valores que obtienen las escalas o variables a lo largo del análisis. Está conformada por:

ESCALA	char(03)	Contiene las siglas que identifican a las diferentes escalas del MMPI y variables auxiliares (constantes, deferencias entre escalas, etc.)
V_NATURAL	num(03)	El contenido de la columna dependiendo el caso es: Escala de Validez.- El valor natural de la escala obtenida mediante el protocolo. Escala Clínica.- El valor natural de la escala obtenida mediante el protocolo. Subescala.- El valor natural de la subescala obtenida mediante el protocolo. Escalas de Contenido.- El valor natural de la escala obtenida mediante el protocolo. Constante.- El valor numérico de la variable constante. Diferencia.- El valor numérico de la diferencia entre escalas. En caso de que la variable represente una diferencia.
FACTOR	num(03)	El contenido de la columna dependiendo el caso es: Escalas con factor K.- La suma del valor natural de la escala y su factor K agregada. Escalas sin factor K.- Valor natural de la escala. Escalas con porcentaje.- Valor total del número de frases que componen el protocolo de la escala. Escalas afectadas por el sexo del paciente.- Valor natural de la escala dependiendo del sexo del paciente.
VALOR_T	num(03)	El contenido de la columna dependiendo el caso es: Escalas con valor T.- Contiene el valor numérico de la equivalencia del valor natural de la escala en valor T. Escala sin valor T.- Contiene el porcentaje de frases contestadas adecuadamente con respecto al total de frases que conforman el protocolo.

Como se mencionó con anterioridad las reglas de inferencia fueron planteadas de manera bivalente. Al realizar el análisis las reglas plantean cierta inclinación de tal modo que la bivalencia desaparece existiendo un solo camino a partir de cada nodo. Es decir, el árbol de análisis binario se comienza a podar en sus ramas.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Las reglas que nos son útiles son almacenadas en la tabla MMPI.ANALISIS, formada por:

PREMISA	char(04)	Contiene la clave o nombre de la regla de inferencia que se emplearán en el análisis.
PERFIL	char(04)	Contiene la clave o nombre de la regla a seguir a partir de la premisa. La columna PERFIL es la rama del nodo PREMISA que no fue podada.
ESCALA	char(10)	Contiene un indicador que señala a qué grupo pertenece la regla de inferencia. Los grupos pueden ser: Validez, Perfil, HS, D, HI, DP, MF, PA, PT, ES, MA, SI, D1, D2, D3, D4, D5, HI1, HI2, HI3, HI4, HI5, DP1, DP2, DP3, DP4, DP5, MF1, MF2, MF3, MF4, MF5, MF6, PA1, PA2, PA3, ES1, ES2, ES3, ES4, ES5, ES6, ES7, ES8, MA1, MA2, MA3, MA4, IS1, IS2, IS3, IS4, IS5, IS6, MAC, SOC, DEP, FEM, MOR, REL, AUT, PSI, ORG, FAM, HOS, FOB, HIP, SAL. Para poder realizar los análisis de perfil de validez, perfil clínico, el análisis escala por escala.

La tabla MMPI.DIAGNOS contiene los resultados finales de los análisis. Esta formada por:

ESCALA	char(10)	Contiene el indicador de grupo al que pertenece la regla.
RESULTADO	char(04)	Contiene la clave del diagnóstico. Este valor es la clave o nombre del nodo hoja del árbol binario. Es decir, es el último valor obtenido del análisis y posee un correspondiente en la tabla MMPI.RESULTA.

En la tabla MMPI.RESULTA encontramos de manera textual el diagnóstico correspondiente, que realiza el Sistema Experto; al análisis del MMPI aplicado al paciente. Esta tabla está formada por:[Apéndice D.12]

CLAVE	char(04)	Contiene un identificador de diagnóstico. Este campo es el correspondiente del campo RESULTADO de la tabla MMPI.DIAGNOS.
PERFIL	char(20)	Contiene de manera textual el perfil del diagnóstico obtenido por el análisis realizado por el Sistema Experto.
CARACTER	memo(text)	Contiene las características y una breve explicación del perfil señalado en el diagnóstico.

IV.7.2 Codificación del Sistema Experto Minnesota.

Para proceder a explicar el funcionamiento del análisis realizado por el Sistema Experto es más sencillo explicar el código del programa cuando una se refiere a un módulo por módulo. El programa está escrito en lenguaje C con sentencias de SQL. La razón es muy sencilla, en primera instancia el lenguaje C puede ser llevado a distintas plataformas, y por otro lado por su claridad es de fácil entendimiento.

El programa se divide en 24 módulos. Dos módulos de control y 22 módulos secundarios. Los módulos de control son: un módulo principal y el módulo de terminación anormal (aborta). Los módulos secundarios se dividen en: 3 módulos en línea (on-line), 15 módulos fuera de línea (batch) y 4 módulos para impresión de resultados.[Apéndice E]

El **módulo principal (Main)** del Sistema Experto, se realiza la declaración de variables host y posterior a esto, se realiza una pequeña interfase que debe ser llenada por el especialista, en el cual se debe proporcionar datos tales como: nombre, edad, sexo y número de expediente. Inmediatamente después se despliega una pequeña presentación del Sistema Experto y del MMPI, conjuntamente se proporcionan las instrucciones para contestar las frases del MMPI.

El **módulo de terminación anormal (aborta)** es para el manejo de los errores de SQL, proporcionando el código de error de SQL y el nombre del módulo en el que se presentó dicho error, ya que el módulo de terminación anormal puede ser llamado en cualquier rutina del Sistema Experto.

El **módulo online_frase001** aplica por primera vez las 566 frases, solicitando sean respondidas todas las frases. Este módulo se auxilia del módulo online_pantalla.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

El módulo `online_pantalla` despliega en pantalla la frase y las posibles repuestas:

- 1.- Verdadero.
- 2.- Falso.
- 3.- No se.
- 4.- No puedo contestar.
- 5.- Pasar a la siguiente oración.

Posteriormente clasifica la respuesta colocando una 'V' en el caso 1, una 'F' en el caso 2 y una 'B' en el caso de cualquier otra respuesta.

De vuelta en el módulo `online_frase001` se realiza la inserción de la respuesta en tablas. El mecanismo es interactivo hasta que la última frase es respondida.

El módulo `online_frase002` es igual en cuanto al mecanismo que el módulo `online_frase001`. La única diferencia es que el módulo `online_frase002` aplica en una segunda ocasión aquellas frases que quedaron sin respuesta, o que quedaron marcadas con una 'B', esto con el objeto de tener el menor número de frases sin responder. Que es uno de los objetivos que se pretende conseguir al aplicar el MMPI. Hasta éste módulo termina la parte online, e inicia la parte batch, y es donde inicia la aplicación del protocolo del MMPI.

En el módulo `batch_class001` realiza una búsqueda con respecto a la información que encuentra en la tabla `CLASS`, donde encontramos las características de las escalas, y dependiendo de sus características, dirige el control del mando a otros módulos según lo que se requiera. Lo que el módulo emplea es una comparación de patrones, para llevar a cabo la dirección que debe tomar el análisis.

Así pues, si la escala en cuestión se encuentra afectada por el factor del sexo del paciente (SX) entonces se ejecuta el módulo `batch_escmf001`, en caso contrario se ejecuta el módulo `batch_proto001`.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

El módulo **batch_escmf001** amplía el protocolo del MMPI de las escalas que son afectadas por el sexo del paciente, en particular las escalas 5 (MF) y sus derivadas. Inicia con dos contadores **wk_cont1** y **wk_cont2**. El contador 1 (**wk_cont1**) va a contabilizar aquellas frases que son contestadas de manera adecuada para ser consideradas dentro del protocolo. El contador 2 (**wk_cont2**) contabiliza el número total de frases que componen el protocolo respectivo a la frase en cuestión.

Se realiza una comparación, entre el protocolo de la escala y las respuestas proporcionadas por el paciente. Se extraen los registros de la tabla **MMPI.ESMASFEM** que estén involucrados con el protocolo de la escala. Las únicas restricciones es que la escala sea la que se está trabajando en ese momento y el sexo del paciente.

Ya que se tienen todos los registros de las frases involucradas en el protocolo se procede a analizar una a una las respuestas del paciente, tomando como referencia el número de frase.

En caso de que la respuesta del paciente sea igual a la del protocolo de la escala, entonces el contador 1 (**wk_cont1**) se incrementa, en caso contrario permanece igual. Para ambos casos, el contador 2 (**wk_cont2**) se incrementa en uno, ya que este contador contabiliza el número total de frases que componen el protocolo.

En base a los contadores podemos calcular el valor natural de la escala. Una vez que todos los registros de todas las frases involucradas en el protocolo de la escala fueron analizadas, termina el proceso iterativo del módulo **batch_escmf001** y regresa el control al módulo **batch_class001**.

El módulo **batch_proto001** maneja el mismo mecanismo interactivo del módulo **batch_escmf001**, la única diferencia es que en éste módulo se emplea el protocolo del MMPI de las escalas que no son afectadas por el sexo del paciente.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

La restricción para la extracción de los registros de las frases que conforman el protocolo es: que se utilice la escala con la que se está trabajando.

Posteriormente de vuelta en el módulo `batch_class001` se revisa si la escala analizada en ese momento es la escala K. en caso de ser afirmativo, se guarda el valor de la escala, esto con el objeto de tener presente el valor K y poder calcular el incremento del factor K en las escalas que les afecte dicho factor.

Se cuestiona si la escala analizada es afectada por el factor K (FK), en caso de ser afirmativo, se procede a buscar en la tabla `MMPI.FACTORK` el incremento respectivo a la escala conforme al valor de la escala K. El total del factor queda como la suma del valor natural de la escala mas el incremento.

En caso de que la escala en cuestión no sea afectada por la factor K, se cuestiona si la escala es afectada por el factor del porcentaje (PC), en caso de ser afirmativa la respuesta, el total del factor es el valor del contador 2, que es el numero total de frases que componen el protocolo de la escala. En caso de que la respuesta sea negativa, respecto a la afección del factor porcentaje, significa que la escala en cuestión no es afectada por ningún factor, entonces el total del factor será igual al valor del contador 1, es decir el total del factor será igual que el valor natural de la escala.

Posteriormente se cuestiona si la escala analizada cuenta con una equivalencia entre su valor natural y un respectivo en escala T. En caso de ser afirmativo, se procede a buscar en la tabla `MMPI.ESCALAT` la equivalencia de la escala T del valor natural de la escala. El total del valor T será el valor de la equivalencia en escala T. En caso contrario se procede a realizar un cálculo de porcentajes. La operación es la siguiente: El valor del contador 1 se multiplica por 100 y se divide entre el valor del contador 2. En otras palabras, se obtiene el porcentaje de las frases contestadas adecuadamente (`wk_cont1`) con respecto al número de frases que conforman el total del protocolo de la escala (`wk_cont2`). El total del valor T será igual al valor del porcentaje calculado.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Acto seguido se inserta la información calculada en la tabla MMPI.TOTALFS. Se guarda el nombre de la escala con la que se está trabajando, guardamos las iniciales de la escala. El valor del contador 1 (wk_cont1), que es el número de frases contestadas adecuadamente; forman a ser el valor natural de la escala. El total del factor es considerado como el factor. Y el valor T toma su valor del total del valor T.

El proceso del módulo batch_clas001 es interactivo hasta que la última escala que se encuentre en la tabla MMPI.CLASS sea analizada. Posteriormente el control es pasado al módulo batch_const001 para continuar con el análisis del MMPI.

El módulo batch_const001 se encarga de extraer los nombres y los valores numéricos de todas las constantes, que se encuentran en la tabla MMPI.CONSTANT; y adicionar estos datos a la tabla MMPI.TOTALES, esto con el objeto de que para el Sistema Experto sea transparente e indiferente el manejo de escalas y constantes al realizar operaciones aritméticas.

Así pues, va a poder operar los valores de dos escalas, el valor de una escala con una constante. Obviamente se podrían operar los valores de dos constantes, pero el resultado sería una tercera constante, y al ser constante, ya debería existir en la tabla MMPI.CONSTANT, que es la tabla de constantes. Posteriormente, éste módulo pasa el control al módulo batch_difer001.

El módulo batch_difer001 tiene como primera acción, extraer de la tabla MMPI.DIFERENT, el nombre asignado a la diferencia y los nombres de los dos operadores que componen la diferencia (OPER1 y OPER2).

Una vez terminada ésta tarea, procede a operar una a una todas las diferencias de la siguiente manera: busca el valor T del operador 1 (OPER1) dentro de la tabla de totales (MMPI.TOTALES), indistintamente si se trata de una escala o una constante. Después realiza el mismo proceso de búsqueda pero ahora para el operador 2 (OPER2).

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Una vez que se tiene el valor de los dos operadores se realiza la diferencia y se insertan los datos en la tabla MMPI.TOTALES, siendo el valor de la escala igual al nombre de la diferencia, el valor natural es el valor del operador 1 (OPER1), el factor es el operador 2 (OPER2) y el valor T es igual al resultado de la diferencia.

Una vez calculados todos los posibles valores de escalas, constantes y diferencias, se puede proceder a realizar los análisis respectivos. Una vez que todas las diferencias fueron calculadas, se pasa el control al módulo batch_valid001.

Los siguientes tres módulos tienen la misma arquitectura, ya que realizan la misma acción, pero en diferentes tablas. El módulo batch_valid001 opera la tabla MMPI.VALIDEZ, El módulo batch_clini001 opera sobre la tabla MMPI.CLINICAS y el módulo batch_esxes001 a la MMPI.ESXESC.

La función que realizan es: operar los valores que se involucran en las reglas de inferencia, que son almacenadas en las tablas antes mencionadas.

Se obtienen primeramente todas las reglas de inferencia de la tablas, se extrae el valor del operador 1 , que forma la regla; éste valor se extrae de la tabla MMPI.TOTALES. Posteriormente se extrae el valor del operador 2 , por último se inserta la información en la respectiva tabla de la que se extrajo la información.

El valor de la columna NUM1 es igual al valor del operador 1, el valor de la columna NUM2 es igual al valor del operador 2 y el valor de la columna NUM3 es igual a la diferencia de los valores de las anteriores columnas (NUM1 - NUM2). Los módulos son ejecutados de manera consecutiva y el siguiente módulo a ejecutarse es el batch_valid002.

Los siguientes seis módulos (batch_valid002, batch_valid003, batch_clini002, batch_clini003, batch_esxes002, batch_esxes003) tienen como objetivo eliminar la bivalencia

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

de las reglas de inferencia, basándose en el resultado de la diferencia entre los operadores involucrados. (NUM3). La mecánica es la siguiente:

- * Se seleccionan las columnas: clave y verdadero de todas las reglas de inferencia que se encuentren en la tabla y cumplan con la siguiente restricción: que el valor de la columna NUM3 sea mayor a 0.
- * Se seleccionan las columnas: clave y falso de todas las reglas de inferencia que se encuentren en la tabla y cumplan con la siguiente restricción: que el valor de la columna NUM3 sea menor a 1.

En otras palabras, si la restricción de la regla de inferencia (OPER1 > OPER2) se cumple, se va a trabajar con la columna verdadero, en caso contrario con la columna falso. De esta manera es como se elimina la bivalencia de las reglas de inferencia.

- * Una vez extraídos estos valores, se insertan los datos en la tabla MMPI.ANALISIS de la siguiente manera: en la columna premisa se inserta la clave de la regla, en la columna perfil se inserta el valor ya sea verdadero o falso, según sea el caso; y en la columna escala se inserta el tipo de análisis que se está realizando.

El manejo de la información se resume en la siguiente tabla:

MODULO	RESTRICC.	TABLA	CLAVE	COLUMNA	ESCALA	TABLA	PREMISA	PERFIL	ESCALA
VALID002	NUM3 > 0	VALIDEZ	AA00-AA27	VERDAD	--	ANALISIS	CLAVE	VERDAD	VALIDEZ
VALID003	NUM3 < 1	VALIDEZ	AA00-AA27	FALSO	--	ANALISIS	CLAVE	FALSO	VALIDEZ
CLINR002	NUM3 > 0	CLINICAS	BA00-DU02	VERDAD	--	ANALISIS	CLAVE	VERDAD	PERFIL
CLINR003	NUM3 < 1	CLINICAS	BA00-DU02	FALSO	--	ANALISIS	CLAVE	FALSO	PERFIL
ESXES002	NUM3 > 0	ESCXESC	GA00-IT00	VERDAD	CLINICAS	ANALISIS	CLAVE	VERDAD	CLINICAS
ESXES003	NUM3 < 1	ESCXESC	GA00-IT00	FALSO	CLINICAS	ANALISIS	CLAVE	FALSO	CLINICAS

Como se puede ver en la tabla en el análisis escala por escala, se maneja una columna más, que es la columna escala de la tabla MMPI.ESCXESC; la cual nos indica a que escala pertenece la regla de inferencia.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

Si visualizamos los datos que contiene la tabla sabemos que la columna premisa contiene el nombre de la regla, el perfil contiene la siguiente regla a seguir y la escala contiene el análisis que se está realizando con las reglas.

En otras palabras, la premisa es el nodo padre y el perfil es el nodo hijo a seguir, ya que el otro nodo hijo fue podado. El siguiente módulo a ejecutarse es el módulo batch_anali001.

El módulo batch_anali001 es el último de la parte batch, y maneja la información insertada en la tabla MMPI.ANALISIS, que fue extraída de los módulos anteriores.

Durante la eliminación de la bivalencia de las reglas de inferencia se realizó una toma de decisiones, ya en este módulo lo único que se va a realizar es un encadenamiento hacia adelante, ya que el análisis se vuelve una línea recta, al manejar el nombre de la regla y tener la siguiente regla a ejecutarse, bastará con seguir la secuencia, hasta llegar a una regla que represente un nodo hoja, y nos indique el final del análisis.

Tomando en cuenta que todos los nombres de las reglas de inferencia poseen un valor inferior a "SA00", y las reglas finales o de diagnóstico las cuales representan a los nodos hojas, poseen un valor superior a "SA00". Podemos realizar el análisis mediante seguir la secuencia hasta que el valor obtenido sea mayor a "SA00".

El módulo realiza primero una selección de todos los nodos iniciales, este proceso es permitido, ya que los nodos iniciales tienen la clave de la siguiente manera: XX00, en donde XX es una combinación de letras y la parte numérica es siempre 00.

Una a una cada regla es seleccionada y buscada en la tabla MMPI.ANALISIS para obtener la siguiente regla a seguir (contenida en la columna perfil), se pregunta si el perfil es mayor a "SA00" en caso negativo, el valor del perfil es buscado en la columna premisa para volver a realizar el proceso de decisión. En caso afirmativo, se terminó el análisis y los resultados son insertados en la tabla MMPI.DIAGNOS.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

En la tabla MMPI.DIAGNOS se inserta la escala o tipo de análisis que se realizó y el resultado, que es el valor del perfil que tuvo un valor mayor a "SA00".

Se realiza esta búsqueda para cada inicio de nodo hasta que todos los nodos iniciales sean analizados. El término de este módulo indica el final de los módulos de tipo batch, y se inician los módulos de impresión de resultados, iniciando con el módulo print_frase003.

Los siguientes cuatro módulos son empleados para la impresión de resultados. El módulo print_frase003 imprime las respuestas proporcionadas por el paciente al contestar las frases del MMPI. El formato que se da es el siguiente:

NNN R NNN R NNN R NNN R NNN R

Donde NNN es el número de frase y R es la respuesta. Se imprimen los resultados de 5 frases por renglón. El siguiente módulo es el print_class002.

El módulo print_class002 imprime el valor de las escalas, empleando el siguiente formato:

Escala: {nombre de la escala}.

Valor natural de la escala: {0}

Factor de incremento o porcentaje: {0}

Valor total de la escala: {0}

Este módulo imprime los valores de todas las escalas que maneja el Sistema Experto y su interpretación depende del tipo de la escala que se trate.

Capítulo IV

S.E.MI. Sistema Experto Minnesota

El siguiente módulo es el `print_class003`, el cual va a imprimir los resultados del análisis escala por escala, con el siguiente formato:

Escala: [nombre de la escala]

Perfil de la escala: [nombre del perfil de la escala]

Características del perfil [características del perfil]

Aquí se imprimirán los resultados del análisis para todas las escalas que maneja el Sistema Experto y ofrece las características de la escala dependiendo del puntaje que obtuvo el paciente. Por último se tiene el módulo `print_final001`.

En el último módulo de impresión, el `print_final001` tiene como objeto imprimir los resultados de los análisis del perfil de las escalas de validez y del perfil clínico. Imprimiendo cada uno con los siguientes formatos:

Análisis de las escalas de Validez

Perfil: [nombre del perfil de las escalas de validez]

Características del perfil: [características]

y para el análisis del perfil clínico tenemos:

Análisis del perfil clínico

Perfil: [nombre del perfil clínico]

Características del perfil: [características]

IV.8 Recomendaciones para la implementación del Sistema Experto Minnesota.

La manera en que el programa está diseñado es para aplicar el MMPI a una sola persona a la vez. Para poder aplicar el MMPI a varias personas, incluso al mismo tiempo; es necesario realizar algunas modificaciones tanto al programa como a las tablas. De entrada habría que alterar las tablas existentes, para adicionar una columna más, que representaría un identificador del paciente, como podría ser número de paciente o expediente, por ejemplo. Por otro lado sería necesario crear una tabla en la que se contendría los datos personales del paciente. Además sería necesario crear una tabla por cada tabla actual, que contenga información variable dependiendo de las respuestas proporcionadas por los pacientes. Como son: MMPI.FRASES, MMPI.VALIDEZ, MMPI.CLINICAS, MMPI.ESCXESC, etc.

Ya que si recordamos la estructura de estas tablas está formada por reglas de conocimientos y cálculos con variables.

Por otro lado es necesario que se tome en cuenta las limitaciones de hardware y software empleados en el desarrollo de Sistema Experto, ya que de el ambiente de desarrollo depende lo amigable que puede ser el sistema, así por ejemplo un ambiente basado en Main Frame, por ejemplo sería necesario el uso del teclado, por otro lado en ambientes gráficos como el Lotus Notes, bastaría con el uso del mouse.

Referencia bibliográfica

Capítulo IV

[1] Nuñez, Rafael

Aplicación del Inventario Multifásico de la personalidad a la Psicopatología M.M.P.I.
El Manual Moderno

Conclusiones.

El presente trabajo aporta una solución a el problema de la aplicación de Inventario Multifásico de la Personalidad en México. Dicha solución se basa en un Sistema Experto.

El motivo por el cual se plantea un Sistema Experto y no un Sistema Informático es: por que las características de un Sistema Experto se muestran más flexibles ante cambios que podrían presentarse al realizar nuevos estudios sobre el Inventario Multifásico de la Personalidad; sobre todo si concideramos que aún existe un campo ampli para realizar modificaciones aplicables a México.

Actualmente en México existen empresas que se dedican a la interpretación de pruebas psicológicas; el Sistema Experto mostrado en este trabajo aplica criterios que son válidos para nuestro país, ya que los estudios y análisis están basados en investigaciones realizadas en México, por gente mexicana y con muestras de estudio conformadas por mexicanos.

Y así como se plantea la solución para el Inventario Multifásico de la Personalidad, podemos realizar sistemas similares, para la aplicación y análisis de otras pruebas psicológicas. Sin perder de vista que la computadora es solo una herramienta de apoyo para nuestro trabajo, y no puede reemplazar al especialista en el área. Por otro lado en el ambiente de la Psicología en específico, no basta con la aplicación de una prueba para determinar un diagnóstico clínico, es necesario apoyarse en otros estudios, como pueden ser las entrevistas.

Bibliografía.

Adey, R. A.; Sriram, D
Knowledge based Expert Systems for Engineering
Computational Mechanics Publications

Allen, J.R.
Anatomy of LISP
MacGraw-Hill

Aubert, Jean Pascal
Inteligencia Artificial

Boy, Guy A.
Intelligent Assistant System

Cantú-Ortiz, F.
Operational Expert Systems Application in Mexico
Pegamon Press, 1991

Castillo, Enrique
Sistemas Expertos: aprendizaje e incertidumbre

Chatain, Jean-Noel
Sistemas Expertos Métodos y Herramientas

Crosson, Federick James
Inteligencia humana e Inteligencia Artificial

Cuenu, J; Fernandez, G; López de Mántaras, R; Verdejo, M:
Inteligencia Artificial: Sistemas Expertos
Alianza Editorial

Dehn, N.; Shank, R..
Artificial and Human Intelligence Hand book of Human Intelligence
RStenberg, Cambridge University Press

Edwards, Alex
Expert Systems in Accounting.

Findler, Nicholas V.
Associative networks, representation and use of knowledge by computers

Frenzel, Louis E.
A fondo: Sistemas Expertos
Harmon, Paul

Creating Expert Systems for business and industry

Hayes-Roth, F.

**Expert Systems Encyclopedia of Artificial Intelligence
Shapiro Vol.1**

Hayes-Roth, F.; Lenat, D.; Waterman, D.

**Building Expert Systems
Addison-Wesley**

Kaufman

**Elementos para una enciclopedia de Psicoanálisis
Pardos**

Laplunche, Jean; Portalis, Jean-Bertrand

**Diccionario de Psicoanálisis
Labor**

Lindsay, Susan

Practical Applications of Expert Systems

Minsky, Marvin Lee

Semantic Information processing

Nuñez, Rafael

**Aplicación del Inventario Multifásico de la personalidad a la Psicopatología M.M.P.I.
El Manual Moderno**

Oveinnec, Christian

**Programación en LISP
Paraninfo**

Rich, Elaine

Artificial Intelligence

Soucek, Branko

Neural and Intelligent System Integration

Turban, Efrum

Expert Systems and applied Artificial Intelligence

Winston, P.

**Artificial Intelligence
Addison-Wesley**