



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE CONTADURIA Y
ADMINISTRACION**

**IMPACTO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS
EN LAS ORGANIZACIONES**

**SEMINARIO DE INVESTIGACION INFORMATICA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN INFORMATICA
P R E S E N T A :
LUIS ANTONIO RODRIGUEZ GONZALEZ**

**ASESOR DEL SEMINARIO:
ING. SANTIAGO SUAREZ CASTAÑON**



MEXICO, D. F.

ACTUALIZADO A

281735

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Contenido

Introducción	1
1. El experto	2
1.1 Definición de experto	2
1.2 Etapas entre un novato y un experto	5
1.3 El experto dentro de una organización	8
2. Relevancia del conocimiento para la toma de decisiones	12
2.1 Definición de conocimiento	12
2.1.2 Conocimiento teórico y práctico	14
2.1.3 Conocimiento Racional	15
2.1.4 La información no es conocimiento	16
2.2 Importancia del conocimiento para una organización	17
2.3 La toma de decisiones	19
2.3.1 Teoría de las decisiones	19
2.3.2 Elementos de un problema de decisiones	20
2.3.3 Fases del proceso racional de toma de decisiones	22
3 Formas de representación del conocimiento	29
3.1 Tipos de conocimiento en sistemas expertos	30
3.1.1 Reglas de Producción	30
3.1.2 Redes semánticas	35
3.1.3 Marcos	37
3.1.4 Guiones	42
4. Una vision general de los sistemas expertos	44
4.1 Definición de sistemas expertos	44
4.2 Características de los sistemas expertos	45
4.3 Arquitectura de los sistemas expertos	46
4.3.1 Base de conocimientos	46
4.3.2 Máquina de inferencia	47
4.3.3 Funcionamiento básico de una máquina de inferencia	47
4.3.4 Metaconocimiento y mecanismos de explicación y justificación	48
4.3.5 Interfaz con el usuario	51
4.3.6 Base de datos	52

4.3.7 Subsistema de Explicación	52
4.3.8 Subsistema de adquisición de conocimientos	53
4.4 Forma de adquisición del conocimiento	54
4.4.1 Etapas en la adquisición del conocimiento	54
4.4.2 Criterios generales para sistemas expertos	56
4.4.2.1 Criterios necesarios	57
4.4.2.2 Criterios complementarios	58
4.5 Factores considerados para el desarrollo de sistemas expertos	59
5.Ámbito de aplicación de los sistemas expertos	62
5.1 Los sistemas expertos en las finanzas	62
5.2 Sistema experto para la detección de fraude en tarjetas de crédito	66
5.2.1 Monitoreo de fraude actual	67
5.2.2 Modelado de fraude	68
5.2.3 Prueba de la base de datos	71
5.2.4 Análisis	72
5.2.5 Conclusión y futura implementación	73
6. Conclusiones	74
Bibliografía	75

Introducción

Durante los últimos 6 o 7 años, se ha especulado mucho sobre si llegara el día en que las máquinas reemplacen al hombre por completo en sus actividades, en realidad no lo creo posible, puesto que siempre existirá y será necesaria la supervisión o aprobación del hombre del trabajo realizado por una máquina.

En la actualidad se habla más de una posible sustitución del hombre por un equipo de computo y un sofisticado programa de software que realice las actividades de éste. El sistematizar en gran parte las actividades que realiza una persona permite a las empresas ser más competitivas. Los sistemas de computo les proporcionarán información eficaz, oportuna y veraz para una correcta toma de decisiones.

El presente trabajo de tesis consta de seis capítulos . El primer capítulo describe conceptos fundamentales del experto humano, etapas por las que un individuo pasa para convertirse en experto, las actividades del experto dentro de una Organización. El segundo capítulo muestra definiciones del conocimiento, los diversos tipos de conocimiento, su importancia dentro de las organizaciones y para la toma de decisiones. La teoría de Toma de decisiones, los procesos racionales para llevarla acabo. El tercer capítulo describe la formas de representación del conocimiento para los sistemas expertos tales como: reglas de producción, Redes semánticas, Marcos, y Guiones. El cuarto capítulo expone definiciones, características y formas de adquisición del conocimiento de los sistemas expertos, así como los factores considerados para el desarrollo de estos. En el quinto capítulo se pretende mostrar parte de los campos en los que se aplican los sistemas expertos, así mismo se expone la investigación de un sistema experto para la detección de fraude en tarjetas de crédito desarrollado en Canada. En el sexto capítulo expongo las conclusiones que llegue gracias al desarrollo de este trabajo.

Capítulo 1

El Experto

El papel que juegan hoy en día los expertos en finanzas, contabilidad, leyes, mercadotecnia y economía, entre otros, cada vez se torna más importante ya que en gran medida de ellos depende que una empresa pueda cumplir o lograr sus objetivos y metas a corto y largo plazo mediante una precisa, eficiente y oportuna toma de decisiones. En la medida en que una empresa vaya alcanzando sus objetivos y metas correctamente, permanecerá en el mercado competitivo por un tiempo más prolongado.

El experto es quien ayuda a contrarrestar los riesgos o problemas que acechan y pueden afectar la competitividad de una empresa.

Por lo anterior, considero que es importante primeramente definir lo que es un experto, ya que como se puede ver es pieza fundamental dentro de una empresa y es quien también jugará un papel muy importante en el desarrollo de un sistema experto.

1.1 Definición de Experto.

Durante la búsqueda de una acertada y clara definición de lo que es un experto encontré diferentes y muy variados conceptos. Dentro de las más interesantes que a mi juicio resultaron, están las siguientes :

Expertos. "Son aquellos individuos que tienen habilidades especiales o conocimientos en un área definida y muy reducida, es decir en un área de dominio. El experto puede solucionar problemas complejos e inusuales que personas ordinarias serían incapaces de resolver. La habilidad

de los expertos para resolver problemas es más eficiente y exitosa que los esfuerzos realizados por los no expertos".¹

Experto. "Los expertos humanos son aquellos que han adquirido su expertez no únicamente del conocimiento explícito encontrado en libros, sino de la experiencia; haciendo cosas una y otra vez, fallando y triunfando en la solución de un problema, aprendiendo cuándo ir de acuerdo a un libro y cuándo romper las reglas. Ellos, además, elaboran un repertorio de reglas de trabajo que, combinadas con los conocimientos de los libros, los hacen practicantes expertos".²

Experto. "Es la persona que tiene conocimientos considerables de un campo en particular. En la terminología de inteligencia artificial (IA), una persona con un fuerte conocimiento de un área específica es conocido como un experto de dominio. Su conocimiento es adquirido a través del aprendizaje formal así como de la experiencia. Los expertos usan su conocimiento para solucionar una amplia variedad de problemas. Su amplia experiencia los hace extremadamente valiosos. Los expertos pueden solucionar problemas rápidamente y tomar decisiones acertadas con rapidez".³

Después de haber realizado un análisis de las definiciones anteriores creo importante destacar algunas características relevantes de cada una de ellas y reunir las en una definición que nos permita entender más claramente el concepto de experto.

¹ Beere Annabel C. Expert systems: strategic implications and applications. p. 40

² Dreyfus Hubert & Stuart Mind Over Machine p.p. 104-105

³ Frezel, Louis E., Jr. Understanding Expert Systems. p. 1

Experto. Es aquel individuo que posee conocimientos importantes sobre un determinado campo o área específica, teniéndolos almacenados y organizados de tal forma que es capaz de resolver problemas que se le presenten, dando una solución oportuna, eficiente y acertada, mediante la realización de una serie de inferencias precisas y rápidas a través de métodos de búsqueda de información y técnicas de solución de problemas que tiene almacenados en su cerebro y que han sido acumulados a través de la experiencia.

El concepto *expertez* enmarca los siguientes aspectos⁴ :

- 1) Conocimiento del área o campo;
- 2) Consideración de problemas significativos del área; y
- 3) Habilidad para la solución de esos problemas.

El conocimiento del área se refiere al conjunto de hechos, reglas e inferencias, adquiridos a través del contacto u observación con eventos dados en un área o campo específico en donde actúa un individuo.

La consideración de problemas significativos del área específica en donde actúa el individuo se refiere a la identificación de aquellos hechos o eventos que ponen en peligro el logro de los objetivos y metas establecidas. Por ejemplo: para efectos de una empresa, los problemas que consideran significativos los expertos en finanzas y mercadotecnia pudieran ser eventos tanto internos como externos a la misma, como: políticas fiscales, preferencias de los consumidores por un producto, rotación de inventarios, etc.

⁴ Hayes-Roth, Waterman Lenat. Building Expert Systems.

La habilidad para la solución de problemas de un área específica en donde actúa un individuo "consiste en la aplicación de ciertos modelos mentales, esquemas, planes, heurística, teorías y una estructura de conocimiento cognoscitivo los cuales satisfacen necesidades de la organización"⁵.

El experto para dar solución a un problema hace uso de esquemas. "Un esquema es una estructura de conocimiento almacenada en el cerebro que contiene información sobre el campo del experto, problemas, metas y procedimientos para la solución de problemas y logro de metas".⁶

Es claro que para llegar a convertirse en un experto, se necesitan ciertas características como algunas de las descritas en las definiciones anteriormente mencionadas y para que un individuo sea considerado como tal es indispensable pasar por una serie de etapas, las cuales se describen a continuación .

1.2 Etapas entre un Novato y un Experto (De Novato a Experto: Etapas de Transición)

Los hermanos Hubert y Stuart Dreyfus (1986) de la Universidad de Berkeley clasifican el proceso de transición de novato a experto en cinco etapas:⁷

⁵ Masuch Michael. Organization, Management and Expert Systems. p. 14

⁶ Fiske, S.T. & S.E. Taylor. Social Cognition.

⁷ Dreyfus Hubert & Stuart, op.cit. p.p. 16-51

1) Novato. Durante esta primera etapa de adquisición de nuevas habilidades, el novato aprende a reconocer varios hechos objetivos y características relevantes para decidir cómo actuar con esa información en determinadas situaciones.

2) Principiante avanzado. Una vez que el novato ha adquirido experiencia en situaciones reales, sus habilidades se incrementan hacia un mejor nivel. A partir de este momento, el ahora principiante avanzado es capaz de reconocer y tratar con situaciones y con elementos no definidos previamente, aplicando reglas más sofisticadas que él mismo ha ido construyendo en su mente y que le permiten dar respuesta o enfrentar nuevos problemas que se le presenten.

3) Competencia. Con experiencia, el aprendiz comienza a reconocer más y más situaciones libres de contexto. Para evitar ser saturado por este cúmulo de información, el individuo adopta una visión jerárquica para la toma de decisiones, escogiendo un plan para organizar las situaciones, concentrándose únicamente en los elementos más relevantes. Este individuo simplifica e incrementa sus habilidades y aumenta su nivel de competencia.

4) Perito. Para esta persona, usualmente los elementos importantes se almacenan en su cerebro y permanecen en su mente, mientras que los que no lo son, se alojan en el subconsciente y al cabo del tiempo se les olvidan. El individuo en este nivel de expertez aún piensa en forma analítica aunque en algunas situaciones responde en forma intuitiva puesto que tiende a reconocer de una manera rápida y sencilla situaciones actuales similares a experiencias previas.

5) Experto. El experto aplica reglas que forman parte integral de su persona y de sus actitudes. Actúa en forma natural y la mayoría de las ocasiones acierta. Su habilidad ha llegado a ser por mucho una parte de ellos, como si fuera de su propio cuerpo.

Haciendo un pequeño análisis con base en lo que los hermanos Dreyfus denominan etapas de transición entre un novato y un experto, pienso que, lo que verdaderamente diferencia a un experto de un novato es el alto o bajo grado de expertez, que tenga en su campo o área específica de especialización y ello será lo que determine el nivel en el cual se encuentra un individuo que se este desempeñando en una área o campo específico de especialización.

Una vez que ya se ha definido lo que es un experto y se ha visto que existen diferentes etapas por las cuales pasa un individuo para convertirse en tal, considero apropiado citar las características que los expertos tienen en general y las cuales serán de gran ayuda para identificar a tal individuo, lo cual a su vez será de suma importancia para el diseño de un sistema experto.

A través de una búsqueda bibliográfica sobre cuáles son las características o rasgos más generales y comunes que tiene un experto, independientemente del área o campo de especialización en el cual actúe encontré las siguientes ³ :

- Identifica asuntos relevantes relacionados con un problema en cuestión dentro de su área o campo específico de especialización (medicina, finanzas, economía, mercadotecnia, etc.).
- Soluciona problemas complejos que se encuentran dentro de su área o campo específico de especialización.

³ Beere! Annabel C., op.cit. p. 118

- Explica los resultados de la alternativa de solución elegida y cómo se llegaron a ellos.
- Aprende, acumula y reestructura continuamente conocimiento que tiene sobre su área o campo específico de especialización.
- Percibe grandes patrones o esquemas de información y conocimientos significativos por medio de los cuales los expertos pueden encarar un problema para su solución.

Ahora bien, hasta el momento se ha hablado de qué es un experto, sus características y las etapas por las cuales pasa para convertirse en tal, es por ello que creo conveniente el momento apropiado para hablar sobre las actividades que desempeñan en una organización ya que ahí es donde realmente cobra gran importancia y ahí también será donde un sistema experto ayude a aminorar la carga de trabajo al experto y así mismo a que no este tan centralizada la toma de decisiones.

1.3 El Experto dentro de una Organización

Dentro de las actividades más destacadas e importantes que los expertos realizan dentro de una organización destacan las siguientes: ⁹

1) Un experto dentro de una empresa es una entidad de la organización que reduce el grado de incertidumbre de la misma.¹⁰ Los directores, gerentes o tomadores de decisiones reciben respuestas rápidas de los expertos para dar solución a los problemas que se suscitan dentro de la empresa.

⁹ Masuch, Michael. op.cit. p. 118

¹⁰ Diccionario Collins Build : Una entidad es un elemento de un todo.

2) Un experto puede ser una fuente de repuestas que fueron previamente modeladas por él mismo con base en su habilidad y experiencia en un área determinada o campo específico, las cuales no pueden ser accesadas de ninguna otra forma en la organización, tomando en cuenta que un experto tiene largo tiempo trabajando en una determinada área de especialización y el conocimiento que ahora tiene le ha llevado tiempo adquirirlo. Es por ello que, una persona ordinaria no podría dar repuestas acertadas a problemas que se presenten.

3) Un experto es visto dentro de la organización como un abogado que representa a un accionista en las organizaciones. Esta aseveración es lógica y cierta si tomamos en cuenta que, en teoría, un abogado hará todo lo que esté de su parte o todo lo humanamente posible para beneficiar a su cliente. Realizando una analogía con el experto, éste será quien, haciendo uso de su experiencia y vasto conocimiento en una área de especialización, tomará decisiones que beneficien a su empresa.

4) La experiencia del experto puede ser usada como un dispositivo de justificación para legitimar decisiones y acciones que hayan sido tomadas; es decir que de alguna manera las decisiones hechas por un experto tienen un sinónimo de garantía ya que su vasta experiencia y conocimiento de una determinada área de especialización lo hacen ser veraz en lo que a sus repuestas y consejos para enfrentar un determinado problema se refiere.

Bouwman (1981) relata un interesante estudio en el que expertos y novatos en el área de la contabilidad fueron requeridos para que examinaran información financiera relacionada a una compañía para que posteriormente se anticiparan a problemas importantes en esas áreas. El protocolo del análisis reveló lo siguiente acerca de los expertos " :

- Los expertos comenzaron desarrollando un cuadro global (modelo o esquema mental) acerca de la empresa activa adquisición de información contrastó con la de los novatos, quienes analizaron los datos en el orden en que se les presentaron.
- Los novatos hicieron simples comparaciones así como otros pequeños análisis. Los expertos realizaron comparaciones a través del tiempo y contabilizaron categorías para formar una serie de hipótesis que los guiaron a nuevas investigaciones.
- Las hipótesis de los expertos generaron una serie de preguntas y respuestas que requirieron nueva información para confirmar las hipótesis planteadas o revisarlas de nueva cuenta.

Con base en lo anterior, podemos inferir que los expertos tienen la habilidad de percibir grandes y significativos patrones de información que incluyen numerosos hechos y situaciones complejas, arregladas de una manera coherente y utilizable para solucionar problemas.

"Además pueden construir secuencias causa-efecto que dirijan hacia la explicación de un problema o el logro de una meta en un área determinada o campo específico, construyendo un modelo que les permita proceder de una manera rápida y sencilla".¹²

Por todo lo anterior, podemos inferir que la labor que desempeñan los expertos sea en el área o campo específico que sea, es sumamente relevante para una empresa por lo tanto cabe mencionar que un novato, aprendiz o cualquier otra persona que no haya alcanzado el grado de experto no sería capaz de dar soluciones prontas a los problemas que encara una

¹¹ Bouwman, M. The use of Accounting Information . Expert Versus Novice Behavior.

¹² Masuch Michael, op.cit. p. 14

empresa, lo cual perjudicaría a esta en gran manera para el logro de sus objetivos y metas y dada la gran competencia global a la que se enfrentan las organizaciones actualmente no es posible que se permitan la libertad de tomar decisiones a la ligera, primordialmente, en organizaciones en las que la actividad de lucro es imperante, es por ello que el experto es una pieza clave dentro de la organización.

Capítulo 2

Relevancia del Conocimiento para la Toma de Decisiones

En el presente capítulo se mostrarán algunas definiciones del concepto "conocimiento", mencionado con frecuencia en el capítulo anterior; se hablará de la importancia que el conocimiento tiene dentro de una organización para una correcta y eficiente toma de decisiones y también sobre el conocimiento desde una perspectiva filosófica.

Este capítulo nos permitirá tener un acercamiento global al concepto "conocimiento" para más adelante poder comprender la importancia que tendrá para el desarrollo de un sistema experto.

La definición de lo que es el conocimiento es de suma importancia para comprender cabalmente el sentido de la presente tesis puesto que el concepto se utilizará a menudo y resulta conveniente tenerlo definido con claridad.

2.1 Definición de Conocimiento

A menudo utilizamos o escuchamos frases tales como: "careces de conocimientos para aprobar el examen", "no tengo los conocimientos suficientes para realizar el trabajo" y como éstas hay muchas otras frases que emplean la palabra "conocimiento" pero ¿qué es el conocimiento? intuitivamente podríamos dar una definición aproximada (o tal vez no) de lo que significa el conocimiento.

En la búsqueda de una clara definición, encontré las siguientes, que a mi juicio son interesantes:

1) **Conocimiento.** "Acción y efecto de aprender mediante la actividad intelectual, la realidad individual y concreta, y las relaciones existentes entre las cosas o conceptos".¹

2) **Conocimiento.** "El conocimiento es la comprensión humana de un tema de interés que se adquiere por la educación y la experiencia. El conocimiento implica aprendizaje y familiaridad con uno o más temas. El conocimiento se compone de ideas, conceptos, hechos y figuras, teorías, procedimientos y relaciones entre ellos, y formas de aplicar los procedimientos a la resolución práctica de problemas".²

3) **Conocimiento.** Beerel (1987; p.39) afirma que "El conocimiento incluye información, habilidades y entrenamiento, percepción, imaginación, intuición, sentido común y experiencia. El conocimiento es el resultado de la suma de nuestros procesos perceptivos organizados de tal manera que se pueda llegar a conclusiones significativas".

4) **Conocimiento.** "Se suele hacer la distinción entre conocimiento teórico y conocimiento práctico: entre el conocimiento como investigación por el puro afán de entender, y el conocimiento como instrumento o guía para una práctica eficaz, y, dado que el conocimiento de este último tipo parece estar relacionado con nuestros intereses o preocupaciones inmediatos (o incluso a largo plazo), el del primer tipo puede calificarse de desinteresado no en el sentido de que no tenga interés alguno para nosotros, sino más bien en el de que tal interés no se encuentra directamente ligado a necesidades de tipo práctico".³

¹ Enciclopedia Salvat. Salvat editores, S.A., Barcelona, 1971.

² Frezel, L., op.cit. p. 4

³ Wartofsky, Marx W. Introducción a la filosofía de la ciencia. p. 46

Después de haber realizado un análisis de las definiciones anteriores creo importante destacar algunas características relevantes de cada una de ellas y reunir las en una definición que nos permita entender más claramente la definición de "conocimiento".

5) Conocimiento. Es la asimilación, interpretación y entendimiento correcto de una determinada situación o tema en particular derivado de la experiencia, lectura de libros, clases tomadas en la escuela y revistas relacionados con un determinado tema o situación.

Siendo positivos y sin el ánimo de generalizar, podremos pensar que el conocimiento continuamente se incrementa puesto que un individuo día con día se expone a nuevas situaciones, problemas o eventos los cuales le permiten generar nuevas percepciones y hechos que posteriormente accederá o manipulará por medio del razonamiento.

"El razonamiento es la habilidad para realizar inferencias o deducciones basadas en hechos o premisas dadas. Es importante mencionar que los hechos, premisas o ambos pueden ser inválidos y además un conocimiento adquirido no necesariamente es válido o verdadero".⁴

2.1.2 Conocimiento Teórico y Práctico

A menudo los individuos a muy temprana edad, tenemos curiosidad de responder interrogantes tales como: ¿por qué en la noche oscurece? ¿por qué mueren las personas? ¿por qué el cielo es azul?. Todas y cada una de estas preguntas, que en su momento fueron importantes en nuestra niñez, requieren de una respuesta. Estas respuestas surgidas por inquietud o curiosidad de saber el por qué de las cosas, afirman que el conocimiento no necesariamente está dirigido a algún uso o aplicación, sino que puede tener como fin último el conocimiento mismo.

⁴ Beerel, A. , Op.cit. p. 39

"El tipo de conocimiento que se persigue con vistas al propio conocimiento, por el deseo de conocer, ha sido llamado teórico, en contraste con el conocimiento práctico cuya función principal es su utilización en la práctica".⁵

Pese a la distinción entre el conocimiento teórico y el conocimiento práctico, estos, se encuentran íntimamente relacionados: "la teoría recibe su estímulo, su riqueza y su contenido de la práctica; la práctica pasa a ser algo más que imitación ciega, repetición, instinto o hábito animal, por medio de la reflexión inteligente y la formulación de reglas y principios racionales que la iluminen y la guíen".⁶

Como ejemplo a lo anteriormente descrito del conocimiento teórico y práctico, citaré lo siguiente: el conocimiento que adquiere un individuo sobre diversos temas a través de una carrera universitaria por medio de libros, revistas, videos, clases, etc. le ayudarán a saber cómo actuar ante un problema determinado en su área de especialización (medicina, informática, arquitectura, etc.) pero ciertamente, la práctica será la que le ayude reforzar y entender mejor sus conocimientos teóricos de tal forma que con la práctica y el tiempo pueda adquirir la jerarquía de experto en su área o campo de desarrollo (matemáticas, computación, medicina, odontología, etc.).

2.1.3 Conocimiento Racional.

Aristóteles define el razonamiento como: "la capacidad para explicar por qué algo funciona como funciona y por lo tanto el conocimiento racional es el conocimiento de aquello que explica las cosas".⁷

⁵ Wartofsky M. , op.cit. p. 47

⁶ Wartofsky M. , op.cit. p. 48

⁷ Wartofsky M. , op.cit. p. 53

Wartofsky (1968) afirma que "El conocimiento racional implica lo que Aristóteles llama <<principios>>, esto es principios explicativos y estos superan el conjunto particular y finito de casos que se dan en la experiencia son, por el contrario, universales.

Esto significa que si dichos principios de explicación fueran verdaderos o adecuados, se aplicarían a todos los casos tanto a los ya experimentados como a los que están por experimentar. La función práctica del conocimiento racional es, por tanto, la predicción de la experiencia: la capacidad de prever y, en consecuencia, de sopesar las acciones antes de emprenderlas, disponiendo de una visión anticipada de sus resultados. La importancia de este conocimiento reside en que la acción deja de ser ciega, deja de ser una mera respuesta ante una situación dada y es, en cambio, deliberada y no se actuará al azar o por mera intuición".

Ahora bien una vez que ya se ha tratado lo referente a la definición del conocimiento y habiendo llegado a una definición general del mismo, creo conveniente hacer la distinción entre lo que es el conocimiento y la información.

2.1.4 La información no es conocimiento.

En la actualidad muchas personas suelen confundir los términos información y conocimiento. Estos dos términos son a menudo usados indistintamente y sus diferencias son verdaderamente importantes.

"La información son figuras y hechos primarios. En otras palabras, la información son datos que no han sido interpretados. Conocimiento, por otro lado, es el entendimiento de la información basado en el análisis, verificación de su importancia y sus aplicaciones"⁸.

⁸ Frezel, L., op.cit. p. 5

La disertación (la información no es conocimiento) antes mencionada podría generar la siguiente pregunta: ¿una base de datos es información o no? la respuesta es si ya que esta compuesta por datos los cuales serán analizados, verificados e interpretados a través de consultas hechas a una base de datos por un individuo.

Para fines de una organización, es evidente que se busca un conocimiento correcto, completo y verdadero, para poder tomar y ejecutar las acciones pertinentes que lleven al logro de los objetivos y metas de la empresa.

2.2 Importancia del Conocimiento para una Organización

Partiendo del principio de que una organización actualmente no puede tomarse la libertad de cometer errores, por la evidente competencia e incesante lucha de las firmas por el liderazgo en el mercado, es muy importante reconocer que la que tenga el mejor conocimiento de cómo se comporta el mercado será la que tendrá siempre una ventaja competitiva, entendiendo ésta como "ser mejor que los competidores en alguna faceta de sus negocios (promoción, publicidad, adquisiciones, producción, etc.) para participar en las ventas potenciales de un mercado en común".⁹

La ventaja competitiva se logrará una vez que los consumidores del mercado objetivo comiencen a mostrar una preferencia hacia la organización sobre la competencia.

Con base en el conocimiento que se tiene sobre una situación o problema, éste permitirá que se pueda tener mayor habilidad para entender:¹⁰

⁹ Beerel A. , op.cit. p. 39

¹⁰ Beerel A. , op.cit. p. 39

- 1) Las complejidades.- Dificultades inmersas en una determinada situación o problema.
- 2) Las bondades.- Consecuencias positivas derivadas de una determinada situación o problema.
- 3) Las oportunidades.- Puntos claves para enfrentar una determinada situación o problema.
- 4) Las relaciones.- Similitudes y diferencias con situaciones o problemas anteriores al actual.
- 5) Las causas del problema o situación.- Factores que dieron origen a que se suscitara una determinada situación o problema.

Por ejemplo, si una empresa A tiene mayor conocimiento de la necesidades, preferencias y gustos de los consumidores del mercado objetivo, entre otras muchas cosas más, las decisiones y acciones que tomen serán las más eficientes y acertadas. Si una empresa B carece de conocimiento de los aspectos anteriormente mencionados, naturalmente las decisiones y acciones que tomen serán muy arriesgadas.

Con base en lo anterior podemos inferir que el conocimiento puede llegar a representar poder y que entre mayor conocimiento se tenga de tal o cual situación o problema, mayores y mejores oportunidades se tendrán para sostener una ventaja competitiva, haciendo frente a las demandas de una situación de mercado sumamente dinámica.

2.3 La Toma de Decisiones

La toma de decisiones será la que determine el éxito y el lugar que una empresa ocupará en el mundo de los negocios. El entendimiento de este tema es de gran importancia en la presente tesis ya que en capítulos posteriores veremos que la actividad o función principal de un sistema experto es realizar o incluso apoyar a los individuos en la toma de decisiones para enfrentar problemas de negocios, diagnóstico, etc. De ahí la gran importancia del estudio de este tema.

En más de una ocasión habremos escuchado frases tales como: "fue una buena decisión", "no se deciden" y otras muchas frases más. Pues bien Rheault (1990) afirma que "una decisión es la conclusión de un proceso de análisis por parte de una persona que decide".

2.3.1 Teoría de las Decisiones

El contenido de la teoría de las decisiones se subdivide en : toma de decisiones en condiciones de certidumbre, de riesgo o de incertidumbre.

La toma de decisiones ocurre en condiciones de certidumbre si cada curso de acción posible conduce invariablemente hacia un resultado específico. Por ejemplo, un individuo tiene una suma de dinero para invertir en un negocio en temporada de invierno. Existen dos opciones: invertir en ropa de primavera y en ropa de invierno. Sabemos que si se invierte en la ropa de invierno, se da a un precio accesible al público y genera ganancias se habrá realizado una correcta inversión, por el contrario, si se invierte en la ropa de primavera se sabe que no se obtendrán ventas en el periodo de invierno. En el ejemplo anterior se puede observar que la decisión que se tome conduce a un resultado específico (obtener ventas o no en temporada de invierno).

La toma de decisiones ocurre en condiciones de riesgo, si cada alternativa posible conduce hacia una gama conocida de resultados

específicos con probabilidades conocidas. Por ejemplo, se desea invertir en publicidad para dar a conocer e incrementar las ventas de un producto.

Existen tres medios publicitarios:

PRENSA	RADIO AM	RADIO FM	TELEVISION(Televisa)
- El universal	- Dimensión 1380	- Radio Unam	- Canal 2
- La jornada	- XEW	- Radio Red	- Canal 5
- etc...	- etc...	- etc...	- etc...

Como podemos apreciar en el ejemplo anterior en cada medio de publicidad existen un buen número de alternativas a seleccionar (periódicos, estaciones de radio y canales de televisión) y dentro de cada alternativa existe otro gran número de alternativas a elegir (secciones de periódico, programas de radio y programas de televisión). Cada una de estas alternativas tiene cierto porcentaje de aceptación del público y como se puede ver habrá un alto grado de riesgo en la elección de cualquiera de las opciones puesto que no se tiene un cien por ciento de seguridad de que el producto llegue al público deseado.

La toma de decisiones ocurre condiciones de incertidumbre cuando las probabilidades de los varios resultados específicos son totalmente desconocidas o carecen de sentido. Por ejemplo, una compañía esta interesada en ubicar y desarrollar una nueva planta automotriz en cierto país de Latinoamérica. Los cursos de acción representan una gama de ubicaciones posibles. No se tiene control alguno sobre factores importantes, tales como: la estabilidad política, la forma de gobierno, la actitud del gobierno hacia la iniciativa privada, la situación económica general, el nivel de la capacitación técnica de la mano de obra , etc.

2.3.2 Elementos de un Problema de Decisiones

Rheault (1990) afirma que cuando se enfrenta un problema de decisiones, se cumple con las siguientes características:

- 1) Existe una persona responsable de la toma de decisiones; esta persona tiene una serie de objetivos previamente definidos;
- 2) Existe un problema para poder analizarlo;
- 3) Hay un conjunto de diversos cursos de acción factibles, del cual la persona que decide escogerá el más adecuado;
- 4) Hay un conjunto de consecuencias que resultan de la combinación de los diversos cursos de acción disponibles;
- 5) En algunas ocasiones existirá un cierto grado de incertidumbre relacionada con el acto de escoger la alternativa más conveniente; es decir, en algunos de los casos, la persona que decide no tiene una noción precisa acerca de cuáles pueden ser los resultados asociados con su curso de acción elegido.

Durante el proceso de toma de decisiones generalmente el individuo:¹¹

- Es expuesto a datos;
- Reordena y analiza los datos para tener información significativa;
- Hace suposiciones, predicciones e inferencias de dicha información para poder decidir qué acción se emprenderá.

¹¹ Beerel A., op.cit. p. 45

2.3.3 Fases del Proceso Racional de Toma de Decisiones

Rheault (1990) afirma que el proceso racional de toma de decisiones implica las siguientes fases de actividad :

- a) el diagnosticar el problema,
- b) el hallar las alternativas más adecuadas,
- c) el analizar estas alternativas y compararlas,
- d) el seleccionar la alternativa más conveniente.

a) Diagnóstico del problema. En esta fase se analiza un problema previamente identificado en el cual se llevara acabo un proceso lógico de un conjunto de información con el propósito de encontrarle una solución adecuada a dicho problema.

El contexto completo para el diagnóstico del problema incluye: los factores o causas que originaron el problema en cuestión, el sistema¹² y sus objetivos, el entorno del sistema y las metas.

Tanto el sistema como su macroambiente¹³ crean el armazón y las restricciones que definen y que dan estructura a los problemas que debe

¹² El término sistema se emplea para referirse a la estructura de actividades en la cual un administrador se encuentra para tomar adecuadamente sus decisiones. Por ejemplo, en una fabrica digamos mediana, el sistema incluye las actividades de producción, el transporte de materiales, la entrega de los productos, las comunicaciones, los presupuestos, las actividades de capacitación de la mano de obra, y muchas otras actividades relacionadas con la administración de esa unidad manufacturera. El ambiente del sistema incluirá el mercado y sus características, el estado económico general, los sindicatos laborales, las leyes, los valores éticos de la comunidad, etc.

considerar un tomador de decisiones (administrador). Los elementos críticos tanto del sistema como del macroambiente deberán identificarse primero como un paso preliminar, de manera que puedan cambiarse conforme avanza el análisis. Una vez realizado lo anterior, se reúne toda la información pertinente a un determinado problema, se estudian las interrelaciones entre las variables de interés, se emiten juicios preliminares acerca de los efectos posibles de las relaciones identificadas, y se decide que información adicional será necesaria para facilitar el proceso de toma de decisiones.

b) Búsqueda de las alternativas más adecuadas. En esta segunda fase, una vez que ya se han evaluado las variables de interés y elementos críticos tanto del sistema como del macroambiente, se buscan los cursos de acción¹⁴ susceptibles de resolver el problema identificado.

El desarrollo de alternativas se relaciona con los procesos humanos de inventiva e innovación. La mejor forma de abordar esta fase es proporcionando condiciones que conduzcan al pensamiento o imaginación creativa seleccionando a personas que posean dichas cualidades.

Para que las alternativas tengan un significado, es necesario que alguna predicción indique las consecuencias probables que pueden acontecer al adoptar varios cursos de acción.

Los resultados de los cursos de acción se pueden obtener por lo menos de tres maneras distintas:

¹³ Macroambiente se refiere a las asociaciones competidoras, recursos naturales, leyes y desarrollo tecnológico que rodean una empresa.

¹⁴ Curso de acción se refiere a una alternativa de solución.

i) Mediante estimaciones y adivinanzas. Este método es el que predomina sobre situaciones en condiciones de incertidumbre o no programables (problemas que encierran gran complejidad). Siempre existe un margen de error cuando las estimaciones son empleadas para obtener los resultados.

ii) Mediante el método experimental. Este método representa un costo monetario y ninguna empresa puede permitirse el lujo de conseguir resultados para cada curso de acción factible.

La ventaja del método experimental es que se pueden obtener resultados de comportamiento mediante experimentos de grupo en los que esté implicada una muestra determinada de individuos; estos experimentos se pueden utilizar para evaluar las reacciones de los consumidores, las capacidades de los trabajadores, las relaciones comerciales con los proveedores, las reacciones de la comunidad a un nuevo servicio, etc. La esencia del método experimental consiste en que es preciso desarrollar una forma concreta de acción antes de probarla.

iii) Mediante el conocimiento establecido por las teorías. Este método recurre a la ayuda de las teorías existentes que proporcionen una base para formular los resultados.

Es preciso que antes se haya experimentado la teoría seleccionada y formulado objetivamente el mismo tipo de situación u otro que sea estrictamente análoga con relación al arreglo de las variables pertinentes a un determinado problema. Cuando esto ocurra, se presentarán explícitamente las condiciones de interés y, por lo general, mediante modelos matemáticos.

c) Análisis y comparación de alternativas. Esta fase implica que los resultados se comparen en función de los objetivos preestablecidos; dicha comparación tiene el propósito de determinar cuál es la alternativa que más satisfactoriamente cumple con los objetivos deseados.

d) Selección de la alternativa más conveniente. Después de que se ha analizado el conjunto de las alternativas, se elegirá la que más se acerque al logro de los objetivos y metas de una empresa. Una vez que se ha tomado la decisión, se aconseja que se vuelva a estudiar la situación para asegurarse de que se han considerado adecuadamente todos los aspectos importantes. Los efectos potenciales de la decisión es recomendable que se examinen de nuevo, antes de que se implemente el curso de acción elegido.

Beerel (1987) afirma que la habilidad de un individuo para la toma de decisiones depende de :

1) La velocidad para manejar datos e información, puesto que esto le permitirá al tomador de decisiones analizar más rápidamente la información y así mismo realizar una acertada y oportuna toma de decisiones.

2) La cantidad de datos relevantes que tiene que manejar, ya que es muy importante hacer una clara delimitación o identificación de los datos más significativos para realizar una acertada y oportuna toma de decisiones.

3) La claridad e intuición con la cual se analiza, se relaciona y reordena la información ya que esto de igual manera ayudara a la acertada y oportuna toma de decisiones.

4) El discernimiento que aplica un individuo para realizar suposiciones, predicciones e inferencias ya que esto permitirá tener un panorama general de las consecuencias derivadas de la toma de decisiones.

5) El estilo cognoscitivo puesto que cada individuo asimila, interpreta y soluciona problemas de una manera muy particular.

El estilo cognoscitivo se refiere a la manera en la cual un individuo:¹⁵

- 1) Percibe datos; y
- 2) Formula conocimiento de los datos asimilados.

Con base en lo anteriormente descrito de las habilidades y del estilo cognoscitivo del individuo, podemos inferir que el estilo cognoscitivo, experiencia, entrenamiento y la inteligencia, en suma, influirán para un eficiente desempeño del tomador de decisiones.

Creo importante mencionar que no existe un estilo cognoscitivo correcto o erróneo y el que se emplee dependerá de la situación o circunstancia en que la que se encuentre el individuo. Por ejemplo, un individuo se encuentra de día en el campo y mira que el cielo comienza a cubrirse de nubes, inmediatamente sabrá que no tarda en llover y por lo tanto buscará un lugar donde cubrirse la lluvia, por otra parte, si el mismo individuo desea comprar un auto a crédito, analizará los planes de financiamiento de las agencias automotrices y elegirá el que más le convenga. Lo que pretendo aclarar con este ejemplo es que el individuo utilizó dos estilos cognoscitivos diferentes puesto que se expuso a dos situaciones en las cuáles: en la primera su percepción de los datos fue meramente visual sin consulta de información por escrito mientras que en la segunda situación el individuo realizó un análisis de información por escrito referente a costos, intereses, plazos etc. en ambos casos el individuo realizó un análisis de datos y posteriormente tomó una decisión.

¹⁵ Beerel A. , op.cit. p. 47

Una toma de decisiones estratégica determina hacia dónde va una organización y cómo llegar allá. Para que la empresa pueda conseguir esto es necesario ¹⁶:

1) Conocimiento y entendimiento del comportamiento del ambiente. Este punto es muy importante ya que a una empresa la rodean factores externos (políticas fiscales, devaluaciones, demanda de consumidores, crisis, inflación, etc.) que no se pueden dejar de lado puesto que afectaran o beneficiaran a la empresa según se estén comportando tales factores.

2) Conocimiento y entendimiento de las virtudes y debilidades de la propia organización. Es importante conocer tales aspectos de una empresa puesto que esto ayudara a actuar de una manera más inteligente en beneficio de la propia empresa tratando de fortalecer las debilidades y así mismo enriquecer las virtudes de la empresa.

3) Conocimiento y entendimiento de los clientes ya que esto permitirá aplicar políticas de precio, promociones, publicidad y propaganda adecuada al mercado al que se pretende llegar y ¿por qué no? dominar.

4) Conocimiento y entendimiento de las empresas competidoras. Es importante conocer a la competencia para poder implementar políticas de mercado (precios, promociones, propaganda y publicidad) que permitan a la empresa lograr una ventaja competitiva.

¹⁶ Beerel A. , op.cit. p. 52

5) Conocimiento y entendimiento de los empleados.

Este punto es muy importante ya que los empleados contribuirán en gran medida a que se puedan lograr los objetivos y metas de una empresa y si estos están en desacuerdo con alguna situación o aspecto será importante que se de una solución rápida.

Por todo lo anteriormente descrito a través de este capítulo, es evidente que "entre más experiencia y conocimiento se tiene, más intuitivo es el proceso racional que se realiza para la toma de decisiones" ¹⁷.

¹⁷ Beerel A. , *op.cit.* p. 47

Capítulo 3

Formas de Representación del Conocimiento

En el capítulo anterior se analizaron algunas definiciones de conocimiento, se vio la forma en que un individuo es capaz de adquirir sus conocimientos y como a partir de este puede tomar decisiones o seguir un curso de acción basado en un proceso racional. Ahora bien creo conveniente el momento para tratar el tema concerniente a los esquemas de representación del conocimiento puesto que son de gran importancia para la representación del conocimiento dentro un sistema experto.

El corazón de cualquier sistema experto es su base de conocimientos. El conocimiento de uno o más expertos se almacena en una base de conocimientos que será accesada por un programa de inferencia para la solución de problemas.¹⁸ El interés primario en la construcción de sistemas expertos es cómo representar el conocimiento dentro de una computadora.

En el presente capítulo se tratarán los tipos de conocimiento que pueden existir dentro de un sistema experto así como los esquemas de representación del conocimiento más conocidos y utilizados para la construcción de sistemas expertos. Entre estos se encuentran: las reglas de producción, redes semánticas (semantic networks), marcos (frames) y guiones (scripts).

¹⁸ El programa de inferencia es un programa diseñado para tomar decisiones y emitir juicios basados en datos almacenados en una base de conocimientos.

3.1 Tipos de Conocimiento en Sistemas Expertos

Dos tipos de conocimiento pueden ser puestos dentro de una base de conocimientos de un sistema experto: conocimiento declarativo y conocimiento procedimental .

Conocimiento Declarativo. El conocimiento declarativo, también llamado conocimiento descriptivo, es un enunciado de hechos sobre personas, lugares o cosas. El conocimiento declarativo permite deducir relaciones, declarar información y clasificar objetos. Usando conocimiento declarativo no se puede explicar nada, pero se pueden presentar hechos o cosas y sus asociaciones entre cada una de estas. En los sistemas expertos, los esquemas de representación de conocimiento declarativo incluyen redes semánticas, marcos(frames) y reglas de producción.

Conocimiento Procedimental. El conocimiento procedimental o prescriptivo es explicativo; provee un camino de aplicación del conocimiento declarativo. Con esta clase de conocimiento, se pueden mostrar procedimientos para ejecutar un curso de acción. El conocimiento procedimental indica qué hacer y cómo. El conocimiento procedimental es representado en los sistemas expertos como reglas de producción y guiones(scripts).

3.1.1 Reglas de Producción

Es el esquema de conocimiento más utilizado en el desarrollo de sistemas expertos.

Una regla de producción está compuesta de dos partes: una premisa y una conclusión, una situación y una acción. Es un enunciado de la forma

"Si" condición "entonces" acción. La parte Si (if) de la regla de producción se conoce como parte condicional y la entonces (then) se conoce como parte de acción.

Ejemplos:

Si	El coche no enciende
Entonces	llamar al mecánico

Si	El foco no enciende
Y	el fusible está en buenas condiciones

Y	hay energía eléctrica
Y	el switch está prendido
Entonces	cambiar el foco

En la regla de producción anterior, la premisa o situación comienza con un "Si" pero además contiene tres enunciados "Y" (and) que son parte de la situación o premisa. La conclusión será verdadera sólo en el caso de que los dos enunciados "Y" sean verdaderos. Serán utilizados tantos enunciados "Y" como sean necesarios para representar una porción de conocimiento deseada.

Es posible también realizar reglas de producción con enunciados "O" (or) en la premisa:

Si	El monitor de la computadora no enciende
O	el cpu no enciende
Entonces	el equipo no puede ser utilizado

Con los siguientes ejemplos quisiera mostrar algunas de las tantas aplicaciones reales que se hacen mediante la utilización de las reglas de producción en el mundo de las Empresas.

En el próximo ejemplo se aborda la siguiente situación:

Una empresa ha adoptado la norma de pagar permisos de hasta un año para estudios a los empleados que tengan diez años o más de servicio. La intención de estas disposiciones es beneficiar tanto a la empresa como al empleado. La duración del curso, la materia que se estudie y la institución donde se curse éste se elegirán de común acuerdo.

La traducción del párrafo anterior a reglas de producción es la siguiente:

SI un empleado tiene diez años o más de servicio

Y dicho empleado pide un permiso de doce meses o menos

Y dicho permiso es para seguir un curso específico en una institución que figura en la lista de instituciones aprobadas

Y el programa del curso se aprueba por el supervisor inmediato del empleado, el vicepresidente de educación y el de economía decidiendo que beneficia tanto al empleado como a la empresa

Y

SI el presidente opina que el curso beneficiará a la empresa

ENTONCES el presidente aprobará dicho permiso.

Ejemplo:

Una empresa de seguros ha decidido para las fiestas decembrinas enviar arreglos florares a las casas de los clientes que se encuentran casados y que además sus seguros cubren daños a bienes inmuebles iguales o superiores a los \$700,000 pesos.

La traducción del párrafo anterior a reglas de producción es la siguiente:

SI	el cliente es casado
Y	su seguro cubre bienes inmuebles
Y	es igual o mayor a \$700,000 pesos
ENTONCES	enviar arreglo floral al cliente en cuestión

Durante el proceso de inferencia que se emplea en el modelo de reglas de producción, existe el problema de que dos o más reglas de producción sean aplicables a una condición dada. La estrategia más comunmente utilizada para la solución de conflictos de este tipo es la siguiente:

- 1) Descartar todas las reglas de producción que cumplan con la condición especificada es decir aquellas reglas que hayan sido seleccionadas.
- 2) Ordenar las reglas de producción en una lista de acuerdo a la frecuencia de ejecución de cada una de estas y elegir la

regla de producción que mayor número de ocasiones se haya ejecutado.

3) Ejecutar la regla de producción más recientemente utilizada lo cual evitará una búsqueda que requiera de mayor tiempo.

4) Seleccionar la regla de producción más específica lo que implica ir descartando aquellas reglas un poco más generales.

5) Seleccionar una regla arbitrariamente es decir ignorando el hecho de que una regla de producción cumpla con una condición dada.

Las reglas de producción son más apropiadas en campos de la ciencia tales como :¹⁹

1) Campos de la ciencia en los cuales la estructura del conocimiento se asemeja a la estructura de las reglas de producción. La medicina clínica es citada como un ejemplo a tales ciencias puesto que consiste de muchos hechos independientes sin una estructura teórica fundamental.

2) Campos de la ciencia en los cuales las acciones tomadas ante una determinada situación son independientes de otras acciones es decir que para solucionar un problema no exista la necesidad de recurrir a un proceso y seguido de este otra serie de subprocesos como es el caso de haya un proceso del cual se encadenen más subprocesos dependientes cuya representación en una regla de producción por la parte independiente entonces (then).

¹⁹ Davis, R. & King J.J. An Overview Of Production Systems

Una de las características más sobresalientes de los sistemas expertos basados en reglas de producción es su capacidad de aprendizaje. Los sistemas expertos con tal característica pueden modificar o agregar un conjunto de reglas de producción basándose en experiencias pasadas.

Los principales beneficios de las reglas de producción es que facilitan la creación, modificación y mantenimiento de una base de conocimientos puesto que el conocimiento es modularizado. Por los cambios que se den en el dominio al paso del tiempo, nuevas reglas deberán ser agregadas y antiguas reglas serán removidas o modificadas para mantener la base de conocimientos actualizada. Con la utilización de reglas de producción, los cambios serán hechos rápida y fácilmente.

3.1.2 Redes Semánticas

"Una de las formas más simples y efectivas para representar el conocimiento es utilizar las redes semánticas. Una red semántica es una representación gráfica del conocimiento que ilustra las relaciones entre

los objetos. Las redes semánticas son muy apropiadas para representar el conocimiento declarativo, particularmente aquel que tiene una estructura jerárquica. Cuando el conocimiento se puede categorizar, es buen candidato para una red semántica".²⁰

En la figura 1 se ilustra una red semántica. Los círculos se denominan "nodos" y se emplean para representar objetos (personas, lugares, cosas o ideas). Los nodos se conectan entre sí para indicar las relaciones entre ellos. Las conexiones entre nodos se denominan arcos. Sobre cada arco se encuentra una etiqueta que establece las relaciones entre los nodos que conecta. Además de ser una excelente herramienta de representación visual, las redes semánticas también pueden programarse en

²⁰ Louis E. Frezel Jr. Understanding Expert Systems p. 82

una computadora para formar una base de conocimientos amplia y completa

Consultando la red semántica de la figura 1, se puede observar que la mayoría de los nodos representan objetos, pero otros nodos representan atributos de los objetos con los que se relacionan, como tamaño, color o especificaciones.

Una característica importante de las redes semánticas es que algunos nodos pueden heredar propiedades o características de otros. Dado que las redes semánticas se usan para representar información jerárquica, algunos nodos se encontrarán más arriba que otros en la jerarquía. Los nodos que se encuentran más abajo en la escala jerárquica pueden heredar propiedades de los que se encuentran más arriba en la red. Esta característica de las redes semánticas elimina la necesidad de repetir información en cada nodo.

Para resolver problemas con la ayuda de una red semántica, se formulan preguntas relativas al dominio que se está representando. El programa de inferencia recorre distintos nodos y arcos en busca de las palabras clave en cuestión. Si el conocimiento se encuentra en el sistema, este podrá proporcionar respuestas adecuadas.

3.1.3 Marcos (Frames)

Antes de adentrarnos específicamente a lo que un marco(frame) se refiere creo muy importante comentar lo siguiente :

"Hay gran evidencia psicológica de que la gente utiliza una enorme cantidad de conocimiento previamente ordenado, de experiencias anteriores para interpretar nuevas situaciones en su actividad cognoscitiva diaria. Por ejemplo cuando visitamos un restaurante al cual nunca antes habíamos ido, tenemos muchas expectativas de lo que podemos encontrar (Mesas, meseros, cartas de menus, etc.), tales expectativas son basadas en experiencias de otros restaurantes a los cuales antes habíamos asistido.

Adicionalmente a estas expectativas de los objetos de un típico restaurante, tenemos fuertes expectativas de las secuencias de eventos que posiblemente tomaran lugar"²¹.

Como se puede ver para analizar una nueva experiencia el ser humano evoca estructuras apropiadas que se tienen almacenadas y se llenan con detalles del evento actual. Por ejemplo, cuando hablamos o pensamos acerca de una computadora, casa, etc. inmediatamente abstraemos cosas muy generales de ellos, sin tomar en cuenta cosas muy específicas, la abstracción de esas características generales de las cosas son las estructuras a las cuales nosotros como individuos evocamos tal sería el caso de si pensáramos en un auto lo que verdaderamente imaginamos al pensar en un auto es que este tiene cuatro ruedas, un volante, vidrios, carrocería, asientos; pero ya si hablamos de un corvette ahora ya sabremos que tiene características muy particulares.

²¹ Barr Avron & Feigenbaum Edward A. The Handbook of Artificial Intelligence vol. I p. 216

Representar conocimiento de eventos y objetos típicos de situaciones específicas ha sido el enfoque de los esquemas de representación del conocimiento conocidos como marcos y guiones.

Los marcos fundamentalmente permiten manejar el conocimiento declarativo. Por ejemplo, un marco puede emplearse para describir cualquier objeto en detalle. El marco (Script) consiste de una serie de ranuras (slots) en las cuales se puede almacenar una cantidad elemental de conocimiento. Los slots contienen los atributos de los objetos que se describen.

El principal uso de los marcos de referencia es representar lo que se denomina "conocimiento estereotipado". El conocimiento estereotipado es el conocimiento que tenemos o esperamos de las cosas. Los marcos son un medio excelente para comprimir la información conocida o los atributos generales de cualquier persona, lugar, cosa, objeto, suceso o idea.

En el siguiente ejemplo el concepto de marco. Está constituido por una serie de subdivisiones denominadas slots y atributos-valor. Cada slot describe un atributo, que puede, además contener uno o más valores (atributo-valor).

Ejemplo:

Marco : persona

Especialización de	: ser humano
manos	: un entero (DEFAULT = 2)
tipo de manos	: grandes, chicas
piernas	: un entero (DEFAULT = 2)

ojos	: un entero (DEFAULT = 2)
color_ojos	: negros, cafés, azules, verdes
boca	: grande, chica
complexión	: delgada, gruesa
estatura	: alta, mediana, pequeña
cabello	: largo, corto, mediano
color_cabello	: negro, castaño, rubio

En el ejemplo anterior del lado izquierdo del marco `persona` se encuentran los slots (ranuras) que describen los atributos y del lado derecho encontramos los valores (`atributo_valor`) que pueden tener los slots (ranuras).

Ejemplo:

Un marco para una persona en particular tiene los mismos slots (ranuras) que son heredadas de una estructura `persona` pero ahora las ranuras de este marco tiene atributos específicos de la persona específica, es decir si hablamos de una situación, o evento en particular tendrá ciertos valores específicos.

Marco : Ernesto Zedillo

Especialización de : `persona`

manos	:	2
tipo de manos	:	chicas
piernas	:	2
ojos	:	2
color_ojos	:	café
boca	:	chica
complexión	:	delgada
estatura	:	mediana
cabello	:	corto
color_cabello	:	negro

En el ejemplo anterior podemos ver que los atributos de una persona son aplicables a cualquier otra solo que sus valores cambiaran puesto que cada persona tiene características muy particulares. Los valores que se asignaron a cada atributo del marco fueron en base a las características físicas del presidente de nuestro país.

También es posible que las ranuras tengan un atributo_valor del nombre de un procedimiento específico ejecutado automáticamente o mediante requisición. Los ejemplos más comunes de tales procedimientos ligados son Si-necesario (if-needed) y si-agregado (if-added).

Los procedimientos Si-necesario pueden usarse si no se da ningún valor al slot, para obtener o calcular un valor.

Los procedimientos Si-agregado son procesos provocados por eventos que son disparados por el hecho de que la ranura asociada se le asignó un valor.

Ejemplo:

Marco : Volkswagen

Especialización de : automóvil

Carrocería : lámina

Ventanas : vidrio

Llantas : 4

Status_llantas :
rango : (bajas, normal, demasiado infladas)
En caso contrario : ninguno
Si_necesario : verificar status de llantas

Seguro :
rango : (daños a terceros, cobertura total, robo)
default : cobertura total
Si_agregado : (actualizar alternativas de seguros)

Como puede apreciarse la representación del conocimiento mediante los marcos permite, el razonamiento aún en el caso de que la información esté incompleta, y además nos posibilita para inferir hechos rápidamente, que no se observan explícitamente.

3.1.4 Guiones (Scripts)

Los guiones son una especialización de la teoría de marcos (frames), es una estructura que se usa para guardar prototipos de secuencias de sucesos dentro de un contexto en particular.

Este esquema de representación del conocimiento fue introducido y desarrollado por Shank y Abelson.²²

Mediante los guiones podemos modelar ciertos eventos que se van dando uno después de otro basándonos en hechos que hemos experimentado o vivido, por lo tanto los eventos que se nos presentan podemos relacionarlos siempre y cuando tengan similitudes con los que ya hemos tenido experiencia y de esta manera tener una idea preconcebida de como se darán los hechos.

Ejemplo:

Siendo un poco optimistas podemos pensar que cuando tomamos un objeto con las manos grasosas, implica que el objeto se nos resbalará y, si es de vidrio, se romperá.

Esta aseveración puede ser modelada por un guión de la siguiente manera:

Guión : romper vajilla

Utileria:

Vaso

Escena 1 : Toma del vaso

- El individuo se acerca al vaso

- El individuo toma el vaso

²² Shank R. C. & Abelson R. P. Scripts, Plans, Goals and Understanding

Papeles:	- El individuo levanta el vaso
Individuo	Escena 2 : Perdida del vaso
Condiciones de entrada:	- El individuo camina con el vaso
Individuo y el vaso en la cocina	sin control
	- El vaso cae de las manos del individuo
Resultados:	
Vaso roto en el piso de la cocina	Escena 3 : Rompimiento del vaso
	- El vaso se precipita hacia al piso
	- El vaso yace despedazado en el piso

Los componentes más comunes para desarrollar un guión (script) son los siguientes:

Condiciones de entrada. Son las condiciones que deben de existir para que el libreto pueda aplicarse.

Resultados del guión. Son condiciones que serán verdaderas después o una vez que se hayan realizado los eventos del guión.

Utilería. Ranuras que representan objetos que están involucrados en el guión.

Papeles. Ranuras que representan a las personas que realizan acciones dentro del guión.

Escenas. Es la secuencia determinada de eventos que ocurren.

Capítulo 4.

Una Visión General de los Sistemas Expertos

En el presente capítulo se expondrán algunas definiciones de sistemas expertos y se analizará la importancia que tiene el conocimiento y las formas de representación del conocimiento (tratados en capítulos anteriores) en la anatomía de los sistemas expertos.

4.1 Definición de Sistema Experto.

1) **Sistemas expertos.** "Los sistemas expertos son una clase de programas de computadora que pueden aconsejar, analizar, categorizar, comunicar, consultar, diseñar, diagnosticar, explicar, explorar, formar conceptos, identificar, interpretar, justificar, aprender, administrar, monitorear, planear, presentar, recuperar, calendarizar, probar. Los sistemas expertos manejan problemas pensados normalmente para ser solucionados por especialistas humanos"²³.

La anterior definición enfatiza el amplio rango de capacidades que un sistema experto ha demostrado, aunque no hay un programa que tenga incluidas todas las características antes mencionadas.

2) **Sistemas expertos.** "Un sistema experto es una aplicación informática que soluciona problemas complicados que de otra manera exigirían ampliamente la pericia humana. Para lograr esto, se simula el proceso de razonamiento humano mediante la aplicación específica de conocimientos y de inferencias"²⁴.

²³ Sen Michael, Robert H., Michie, Donald. The Technology of Expert Systems. p. 303

3) Sistemas expertos. "Es un programa que contiene gran cantidad de conocimiento de un determinado campo de especialización. El conocimiento es provisto por uno o más expertos de un campo de la ciencia.

El sistema experto soluciona problemas de la misma forma en la que lo haría un experto humano"²⁵.

Una vez expuestas las definiciones anteriores integraré algunas de las características más importantes de cada una de ellas conjuntándolas en una definición general que considero más completa y entendible.

4) Sistemas expertos. Un sistema experto es un programa de computadora que apartir de su base de conocimientos construida con la ayuda de uno o más expertos y ciertos mecanismos de inferencia resuelve problemas de la misma forma que un experto humano.

4.2 Características de los Sistemas Expertos.

Existen algunas características generales en la mayoría de los sistemas expertos ²⁶:

- El sistema experto da soluciones a problemas en un nivel equivalente al de los expertos humanos o especialistas de un campo de especialización.

²⁴ Rolston, David W. Principles of Artificial Intelligence p. 2

²⁵ Bonnet H., Truong Ngoc. Expert Systems. p.22

²⁶ Firebaugh, Morris W. Artificial Intelligence. p. 336

- El sistema experto da solución a problemas de una área muy específica, es decir conoce en gran detalle un pequeño rango de conocimiento más que poco de toda el área.

- El sistema experto puede explicar su razonamiento, es decir, provee una herramienta que debe ser capaz de justificar su consejo, análisis, o conclusión.

4.3 Arquitectura de los Sistemas Expertos.

Los elementos principales de un sistema experto son: una base de conocimientos, una máquina de inferencia, una base de datos y una interfaz con el usuario.

4.3.1 Base de Conocimientos

La base de conocimientos contiene información específica de un campo o especialidad. La mayoría de los sistemas expertos utilizan reglas de producción, por lo que la base de conocimientos se denomina con frecuencia base de reglas. Algunos sistemas expertos utilizan también redes semánticas, marcos y guiones.

Una característica clave de los sistemas expertos es que su base de conocimientos es independiente del sistema de inferencia que se emplea para resolver los problemas. La base de conocimientos tiene una estructura acorde con la naturaleza del conocimiento. Ese formato es conocido por el programa de inferencia, de modo que puede acceder a las partes "Si" y "Entonces" de las reglas de forma independiente, según lo requiere la estrategia de solución de problemas.

Dado que la base de conocimiento está separada de los programas algorítmicos de la máquina de inferencia, a medida que se dispone de nuevos conocimientos o cuando los existentes son obsoletos es relativamente fácil efectuar los cambios necesarios. Lo único que hay que hacer es añadir nuevas reglas, eliminar las viejas o corregir las existentes; no es necesario reprogramar el sistema experto en su totalidad. No existen normas específicas para almacenar reglas en una base de conocimientos. De hecho, dado que la máquina de inferencia busca en la base de reglas, las reglas pueden almacenarse virtualmente en cualquier orden. Aunque las reglas se almacenan generalmente en alguna secuencia jerárquica lógica, esto no es estrictamente necesario. Se pueden incluir las reglas en cualquier secuencia y la máquina de inferencia las utilizará en el orden adecuado para resolver el problema.

4.3.2 Máquina de Inferencia

En un Sistema Experto no basta el tener una amplia y completa base de conocimientos, sino que debe emplearse para aplicarlo a problemas específicos y obtener soluciones. Esta labor corresponde a la máquina de inferencia. La máquina de inferencia es un conjunto de programas que utilizan la base de conocimientos y los datos de un caso particular produciendo una recomendación experta. La máquina de inferencia realiza un proceso de búsqueda, tales procesos deben considerar una serie de criterios para funcionar adecuadamente, que incluyen la representación de los estados por los que ira pasando, las formas de emparejar las reglas con los estados, y la resolución de conflictos entre reglas. Dentro del proceso de inferencia se incluye generalmente el proceso de explicar la necesidad de proporcionar determinados elementos al sistema experto, y el justificar los resultados obtenidos. Estos procesos se asocian a veces con la interfaz entre usuario y sistema, pero descansan en el razonamiento seguido, e incluso lo influyen.

4.3.3 Funcionamiento básico de una máquina de Inferencia

El propósito fundamental de la máquina de inferencia de cualquier sistema experto es el de aplicar el conocimiento general almacenado en la

base de conocimientos a problemas específicos, buscando obtener una solución. Este proceso de búsqueda es común a muchas otras áreas y tipos de sistemas, encontrándose en problemas de investigación de operaciones, métodos numéricos convencionales, problemas de autómatas y diversas aplicaciones de inteligencia artificial. El proceso de búsqueda de solución puede resumirse así:

- Se tiene un espacio de estados posibles de un problema;
- Se tienen un estado inicial y uno final;
- Se debe encontrar un camino entre el estado inicial y el estado final.

En ocasiones se considera que la máquina de inferencia realiza la función de razonar con el conocimiento disponible: La búsqueda del camino y el razonamiento se toman como equivalentes.

4.3.4 Metaconocimiento y mecanismos de explicación y justificación

Una de las características más importantes de un sistema experto es la capacidad de explicar los resultados y justificar sus peticiones de datos adicionales. El sistema experto tiene que manejar cierto tipo de metaconocimiento, es decir conocimiento acerca de su propio conocimiento.

Si el conocimiento se concretara en reglas de la misma importancia, la máquina de inferencia debería recorrer todas ellas en cada paso de decisión, lo cual sería impráctico para cualquier Sistema Experto real. En general los expertos humanos manejan conocimiento de diferentes niveles, que les permite acelerar la rapidez del razonamiento. El poder estructurar el conocimiento en varios niveles corresponde a una reflexión acerca del propio conocimiento, para saber cuando aplicarlo.

El conocimiento dentro de un sistema experto puede organizarse en diferentes niveles:

- i) reglas de orden 0: descansan en hechos, ecuaciones o teoremas;
- ii) reglas de orden 1: heurísticas, juicios inexacto, asesoría inconsistente;
- iii) reglas de orden 2: metareglas que permiten decidir acerca de la utilidad de una determinada base de conocimientos, o de como utilizarla. A este nivel se utilizan reglas que permiten elegir las reglas más convenientes según la situación específica: las más baratas, las más precisas, las que dan soluciones menos riesgosas, etc.

Las reglas de orden cero son aquellas que se le ocurren primero al experto y que pueden encontrarse en libros de texto. Las de orden uno son como una corrección a las fallas que se encuentren con las de orden cero, y resultan más difíciles de establecer; corresponden a la experiencia del experto, ganado con la aplicación práctica de sus conocimientos. Las de orden dos sirven como corrección a las de orden uno, para decidir cuando vale la pena aplicar un procedimiento o cambiarlo, sin aplicar reglas a ciegas. Corresponde a un nivel alto de experiencia, a un verdadero experto.

De cualquier forma que el sistema experto llegue a una solución, el usuario deseará saber cómo llegó a ella. Esta explicación debe estar asociada a la representación de conocimiento, para poder relacionar la explicación con los resultados. Algunos sistemas ofrecen como explicación una relación de las reglas que emplearon para llegar a la solución, indicando el orden en que fueron aplicadas y su relación .

Algunos sistemas incluyen en cada regla un texto que la explica, de manera que al aplicar una regla, se cuenta con una explicación menos oscura, más cercana al usuario.

El contar con metaconocimiento en un sistema , tiene las aplicaciones siguientes:

- Ayuda a seleccionar reglas;
- Registra hechos informativos acerca del conocimiento (autor y fecha de las reglas)
- Permite localizar fallas simples al crear nuevas reglas;
- Justifica la arquitectura del sistema experto;
- Permite adaptar el sistema experto a diferentes ambientes para su operación;
- Modela las habilidades del programa.

La máquina de inferencia es el algoritmo que controla el proceso de razonamiento. También denominada "programa de control" o "interprete de reglas", el programa funciona con los datos suministrados por el usuario para recorrer la base de conocimientos hasta alcanzar una solución (conclusión). Las funciones de comparación de condiciones de la máquina de inferencia comparan los datos de entrada con la parte "Si" o "Entonces" de las reglas de la base de conocimientos hasta encontrar una solución. La máquina de inferencia controla el proceso de búsqueda de una solución. Sus dos funciones básicas son inferencia y control. La inferencia se refiere al examen de las reglas y a la ejecución de los programas de comparación de condiciones , mientras que el control se refiere a la secuencia en que se examinan las reglas. La máquina de inferencia pregunta al usuario los datos iniciales y entonces procede a buscar en la base de conocimientos las reglas que coinciden con los datos de entrada. El intérprete de reglas determina la secuencia en que se examinan éstas, y solicita información adicional de entrada si no puede tomar una decisión basada en los hechos y reglas disponibles. La máquina de inferencia automatiza totalmente este proceso y es completamente invisible cuando funciona en respuesta a una consulta.

4.3.5 Interfaz con el Usuario

La interfaz con el usuario es un conjunto de programas que funcionan dentro de la máquina de inferencia y de la base de conocimientos a fin de proporcionar los medios adecuados para mantener una comunicación en dos sentidos entre el sistema experto y el usuario. El sistema experto puede hacer preguntas que el usuario contesta tecleando las respuestas. Algunas interfaces de usuario funcionan mediante menús, que plantean preguntas de respuesta múltiple, pidiendo al usuario que elija la respuesta correcta entre las posibilidades expuestas. Esto facilita una entrada de datos rápida y sencilla.

La interfaz con el usuario también entra en juego durante el proceso de inferencia. En caso de que el interprete de reglas no pueda alcanzar una decisión por falta de información, lo notificará al usuario indicándolo en el monitor de la computadora. Esto se puede hacer tomando una parte de la regla con la que se está trabajando y transformándola en una pregunta. Cuando el usuario proporciona los datos necesarios, la máquina de inferencia puede continuar el proceso de razonamiento. Cuando se completa el proceso de razonamiento, se presenta el correspondiente resultado en el monitor. Los sistemas expertos no siempre pueden alcanzar una respuesta correcta o conclusión, de modo que en la pantalla pueden aparecer sólo estimaciones o aproximaciones alcanzadas.

Las interfaces de usuario sencillas toman el contenido de la base de conocimientos y lo presentan como preguntas o resultados. Si las reglas están escritas en un lenguaje claro, las preguntas y respuestas deben ser fáciles de entender. Cuando se crea un sistema experto se presenta la tentación de utilizar abreviaturas y claves para minimizar el tamaño de las reglas, pero esta práctica hace que el programa sea más difícil de comprender. Un sistema experto puede utilizar un programa de lenguaje natural como medio final de comunicación. Este programa empleará técnicas de inteligencia artificial para mejorar la comunicación entre el usuario y el sistema experto. El programa de tratamiento del lenguaje natural recibe las preguntas que realiza el usuario e interactúa con el resto del sistema para interpretarlas y convertirlas a un formato utilizable

internamente. En la mayoría de los casos, las conclusiones alcanzadas por el sistema experto se reescriben en un lenguaje coloquial.

4.3.6 Bases de Datos

La base de datos, denominada en ocasiones base de datos global o memoria de trabajo, es la memoria de la Computadora que se emplea para mantener un registro de los datos recibidos, conclusiones intermedias y datos generados. La máquina de inferencia utiliza la base de datos como un cuaderno en el cual apunta lo que sucede en el sistema.

Los datos iniciales se almacenan en la base de datos. A medida que el interprete va examinando las reglas, se van almacenando las conclusiones derivadas de éstas en la base de datos. La máquina de inferencia utiliza éstas conclusiones intermedias como nuevos datos para buscar nuevas condiciones. Al final de una solución o búsqueda de una condición, la base de datos contiene la cadena de hechos completa, que incluye no sólo los datos iniciales, sino también los datos alcanzados en el camino hacia la decisión final.

4.3.7 Subsistema de Explicación

Muchos sistemas expertos contienen una sección diseñada para explicar al usuario la línea de razonamiento seguida para alcanzar una conclusión. Muchos usuarios de un sistema experto tienen dificultades para confiar en el consejo que este les brinda, de forma similar a lo que les ocurre en el caso de tratar con un especialista humano que no conocen. Una forma de resolver este problema es hacer que el sistema explique cómo ha alcanzado los resultados. Con un subsistema de explicación, los usuarios pueden hacer preguntas de tipo "¿cómo?" "¿por qué?", y el sistema proporcionará la respuesta adecuada. Por ejemplo, si el sistema solicita datos adicionales, el usuario puede querer saber por qué. Normalmente, el sistema responderá que necesita esa información para evaluar una regla determinada e incluso puede indicar la regla que está intentando resolver.

Preguntar al sistema cómo ha alcanzado una conclusión supone normalmente que éste presente la secuencia completa de reglas empleada

para alcanzarla. Estudiando el proceso de razonamiento lógico seguido, los usuarios aceptan más fácilmente las conclusiones alcanzadas. Los sistemas expertos más grandes proporcionan una justificación más amplia.

La posibilidad de explicación de los sistemas expertos es una característica valiosa cuando hay que tomar decisiones muy importantes. Si los usuarios pueden cuestionar las decisiones del sistema y explorar las alternativas posibles, están utilizando sus propios conocimientos para resolver el problema, y el hecho de tomar una decisión se transforma en una decisión conjunta.

4.3.8 Subsistema de Adquisición de Conocimientos

Casi todos los sistemas expertos contienen un programa o conjunto de programas que permite a los usuarios añadir datos o modificar la base de reglas. Muchos campos en los que se emplean los sistemas expertos son muy dinámicos. Es decir, el conocimiento está cambiando constantemente, por lo que es necesario modificar la base de conocimientos para reflejar esos cambios. Los subsistemas de adquisición de conocimientos proporcionan los medios adecuados para añadir nuevas reglas y editar las ya existentes. Aunque este subsistema es habitualmente un editor de textos especializado, en algunos sistemas se utiliza un sistema de tratamiento de textos estándar. En este caso, las reglas adicionales o las actualizaciones de las ya existentes se introducen en un archivo mediante el sistema de tratamiento de textos. El subsistema de adquisición de conocimientos lee esta información y realiza la actualización de la base de conocimientos.

Mantener actualizado un sistema experto es muy importante. Si los conocimientos en un determinado campo cambian muy rápidamente, el sistema comenzará a proporcionar respuestas incorrectas, a menos que se añadan nuevos conocimientos. Los subsistemas de adquisición de conocimientos proporcionan una forma rápida de realizar estos importantes cambios.

4.4 Formas de Adquisición del conocimiento

El conocimiento puede provenir de diversas fuentes y ser adquirido de diversas formas.

Formas de Adquisición
Ingeniero del conocimiento
Editor Inteligente
Programa Inductivo
Programa para Entender Textos

El ingeniero de conocimiento es el encargado de extraer los conocimientos del experto y codificarlos de manera que sean aceptados por el Sistema Experto. Hasta ahora el ingeniero de conocimiento es el diseñador del sistema, quien generalmente sabe de computación, un poco de problemas de decisiones, muy poco del tema del experto y casi nada de técnicas de obtención de conocimiento.

El editor Inteligente pretende resolver la comunicación entre el ingeniero de conocimiento y el experto humano. El programa ayuda a la codificación del conocimiento directamente con el experto, sin intermediarios. Esto puede hacerse cuando ya existe una base de conocimientos inicial, que sirve de punto de partida para agregar nuevas reglas o estructuras de conocimiento.

La alternativa de programas inductivos se refiere a programas que aprenden a partir de ejemplos y de ahí inducen el conocimiento. Esta alternativa se encuentra aún en experimentación.

4.4.1 Etapas en la Adquisición de conocimiento.

Para realizar un Sistema Experto sobre un problema en particular, se requiere de cubrir las etapas siguientes:

- a) **Identificación:** en esta etapa se determinan los aspectos importantes del problema, sus características, los que intervendrán en él (expertos, ingenieros de conocimiento, etc.), los recursos disponibles y las metas que se pretende satisfacer.
- b) **Conceptualización:** se refiere a determinar los conceptos básicos involucrados en el problema, sus relaciones, que datos se proporcionarán, cuáles se inferirán, que hipótesis existen, cómo organizar, etc.
- c) **Formalización:** se refiere a analizar y completar el espacio de hipótesis, se establece como se ligan entre sí y se definen los elementos mínimos que se manejarán); se analiza el modelo
- d) **subyacente en el comportamiento del experto en ese campo (puede ser de tipo matemático, de comportamiento, etc.)**
- d) **Implementación de un prototipo.** En esta etapa se integra el conocimiento obtenido en un sistema prototipo, empleando paquetes comerciales de tipo general (conocidos como shells) .
- e) **Pruebas.** En esta etapa se evalúa el prototipo, observando su comportamiento ante problemas conocidos. En especial se verifican las reglas de inferencia.
- f) **Revisión.** Una vez realizadas las pruebas, se revisa el prototipo y se incorporan los cambios necesarios. El proceso se repetirá hasta contar con un prototipo aceptable, y en ese momento se puede diseñar el Sistema Experto definitivo, cuidando los aspectos de eficiencia y facilidad de uso para los usuarios finales.

4.4.2 Criterios Generales para un Sistemas Expertos.

Existen varias definiciones acerca de lo que son los sistemas expertos. Sin embargo, resulta difícil distinguir entre un sistema experto y uno que no lo es. Tal parece que la destreza, ya sea de un experto humano o de un sistema experto, resultara fácil de reconocer para cualquier persona. En la práctica esto no es tan sencillo, ya que para el que desconoce de un dominio, casi cualquier aprendiz del mismo puede considerarse experto.

La determinación de criterios para distinguir un sistema experto de otro que no lo sea se lleva acabo con los siguientes postulados:

1. La destreza de la base de conocimientos;
2. Los expertos tienen una serie de actitudes que ayudan a distinguirlos;
3. Los Sistemas Expertos tienen una estructura básica que descansa en la separación del conocimiento y los mecanismos de inferencia;

La noción de experto va asociada a problemas complejos. Con los elementos anteriores se proponen dos grupos de criterios que permitirán formar tres clases de sistemas. Un primer grupo de criterios, que se llamaran necesarios, distinguen los sistemas definitivamente rechazados como expertos de aquellos que pueden serlo. Los sistemas que observan los criterios necesarios se denominan sistemas quasi-expertos.

El segundo grupo de criterios, llamados complementarios, permiten distinguir aquellos sistemas que pueden considerarse expertos por su propio derecho, de los que tienen algunos atributos, pero carecen de otros.

A continuación se mencionaran algunos sistemas que suelen confundirse con sistemas expertos.

- Sistemas complejos de consulta a bases de datos en subconjuntos de lenguaje natural;

- Sistemas de producción basados en reglas, usados en control industrial;
- Sistemas basados en conocimiento, pero sin pretensiones de experto , generalmente dedicados a apoyar la toma de decisiones.
- Sistemas de apoyo a la toma de decisiones, que incluyen programas basados en arboles de decisión;
- Sistemas dirigidos por tablas.

Existen también sistemas que utilizan bases de conocimiento pero no tienen mecanismos de inferencia.

4.4.2.1 Criterios Necesarios

El primer propósito de la clasificación será el de eliminar aquellos sistemas que no tengan nada en común con los Sistemas Expertos, para lo cual se ofrecen tres criterios necesarios para considerarlos potencialmente expertos:

1. Su base de conocimientos es independiente de sus mecanismos de búsqueda de soluciones o inferencia.
2. Su mecanismo de inferencia es heurístico y no algorítmico.
3. El sistema incluye alguna forma de metaconocimiento, principalmente el necesario para explicar sus resultados y justificar su demanda de datos.

El primer criterio permite eliminar los sistemas convencionales, donde el conocimiento aparece mezclado con las instrucciones para utilizarlo. Es apoyado implícitamente por todos los autores, al adherirse a la propuesta de estructura básica de un Sistema Experto.

El segundo criterio permite eliminar los sistemas que emplean árboles de decisión y algunos sistemas de información programados en PROLOG.

El tercer criterio permite eliminar a los sistemas de reglas, empleados en control industrial, donde no se requiere una explicación sino una respuesta rápida.

4.4.2.2 Criterios Complementarios

Los siguientes criterios dan a un sistema la categoría de experto.

1. Alto rendimiento y gran tamaño.
2. Capacidad de aprender (modificar su base de conocimientos).
3. Capacidad de manejar conocimiento incompleto o impreciso.

El primer criterio se refiere a la rapidez, o indirectamente en el uso de reglas de alto nivel, que permitan reducir la búsqueda. En cuanto al tamaño corresponde a la noción intuitiva de que se recurre a un experto cuando el problema es grande y complejo. Se pueden dar medidas más o menos arbitrarias de tamaño como sigue: un sistema será chico si tiene menos de cien reglas; mediano entre cien y mil, y grande si tiene más de mil reglas de decisión.

El segundo criterio, separa aquellos sistemas que incluyen su propio mecanismo de aprendizaje de los que carecen de él, aún cuando puedan aprender a través de actualizaciones a su base de conocimiento, realizadas externamente.

El tercer criterio, elimina a aquellos sistemas incapaces de manejar problemas con poca información.

4.5 Factores Considerados para el Desarrollo de Sistemas Expertos

Introducir nueva tecnología a una organización puede ser una tarea muy difícil y los sistemas expertos no son la excepción. La desconfianza que es asociada comúnmente con la nueva tecnología por los individuos es muy grande pese a esto Zacharia (1995) afirma que existen ciertos factores relevantes que aseguran el éxito del desarrollo de un sistema experto:

1. El sistema experto tiene una solución identificable y un ámbito claramente definido.
2. Existe una gran demanda o necesidad de un conocimiento específico.
3. El conocimiento capturado no ha sido documentado en un manual.
4. Todos los expertos reconocidos en un campo están involucrados.
5. La herramienta utilizada para el desarrollo de sistemas expertos es funcional y fácil de usar.
6. La disponibilidad de recursos humanos y monetarios.
7. El ingeniero de conocimiento tiene buenas habilidades para resolver problemas.
8. Apoyo de la administración para el desarrollo del sistema.

Solución Identificable. Los sistemas expertos son creados para solucionar problemas que tienen una solución identificable. Un sistema experto no es mágico y es imposible construir uno que solucione problemas que un experto humano no es capaz de resolver. La razón por la cual

muchos sistemas expertos fallan es porque la solución de un determinado problema no fue claramente identificada.

Ámbito de aplicación claramente definido. Es necesario tener un ámbito de aplicación claramente definido para el desarrollo de un sistema experto. Si a un experto con todo su conocimiento y con todos los datos necesarios disponibles para solucionar un problema le toma más de dos horas el sistema experto estará muy lejos de ser de ayuda. El problema deberá ser claramente definible y realizable.

Gran demanda de usuarios. Deberá existir una gran demanda de usuarios para el desarrollo de un sistema experto. Los usuarios del sistema experto podrán apreciar los beneficios de la tecnología de sistemas expertos.

Carencia de documentación. Un buen sitio para desarrollar un sistema experto es aquel en donde no hay documentación es decir manuales. Es muy posible que el desarrollo de un sistema experto se base en un manual. Pero la tecnología de sistemas expertos parece especialmente recomendada para los problemas que no están bien documentados.

Expertos adecuados. Existe un extraordinario éxito cuando todos los expertos de una organización están involucrados en el comienzo y a lo largo del desarrollo de un sistema experto. Los expertos deben ser capaces de definir o explicar la solución de un problema de lo contrario existirán problemas para modelar un sistema experto. La lógica que sea utilizada por el experto deberá ser clara, sin contradicciones ni ambigüedades de manera que pueda ser programada en un sistema experto.

Shell de sistemas expertos. Una fase muy importante del proceso de desarrollo de un sistema experto es la selección de una herramienta adecuada para la elaboración del mismo. Dicha herramienta deberá ser capaz de trabajar en un equipo de computo que este disponible al usuario. Si un

equipo de computo muy sofisticado es requerido hay menos probabilidad de que el sistema experto se use por la mayor complejidad que este encierra.

Justificación del costo. Parece obvio pensar que un sistema siempre se vera en base al costo y beneficio que este pueda proporcionar a una organización. Los sistemas expertos requieren de mucho esfuerzo y dedicación para su desarrollo y mantenimiento por lo tanto es importante evaluar el costo-beneficio que este implica.

Recursos disponibles. Los sistemas expertos requieren de una gran inversión monetaria y de recursos humanos. Existe una gran relación entre el éxito de un sistema experto y la disponibilidad de recursos. La disponibilidad de recursos humanos es importante para una implementación exitosa de un sistema experto. Si un experto no esta disponible o si un ingeniero de conocimiento²⁷ no tiene tiempo para desarrollar el sistema éste no podrá ser completado.

Habilidad para la solución de problemas. Los ingenieros de conocimiento que desarrollan sistemas expertos requieren de una buena habilidad para solucionar problemas. Aunque las herramientas para el desarrollo de sistemas expertos son más sofisticadas día con día hay una gran probabilidad de éxito si el ingeniero de conocimiento es capaz de definir un problema en cuestión y encontrar la solución.

Apoyo de la gerencia. Los sistemas expertos requieren de una significativa inversión en recursos humanos. El desarrollo y terminación de un sistema experto dependerá en gran medida del apoyo que reciba de la gerencia .

²⁷ El ingeniero de conocimiento es la persona que obtiene los conocimientos del área del experto y los transporta a la base de conocimientos de un sistema experto.

Capítulo 5

Ámbito de Aplicación de los Sistemas Expertos

Los sistemas expertos son de gran ayuda cuando no hay suficientes expertos humanos en una determinada área o campo de especialización o cuando estos se encuentren con mucha carga de trabajo. Además pueden ser de uso para almacenar conocimiento especializado a menudo necesitado.

Cuando las instrucciones o reglas para atacar un problema son de alto grado de complejidad un sistema experto es de gran ayuda.

Los sistemas expertos son muy importantes cuando hay tareas de rutina que pueden ser ejecutadas únicamente por especialistas o deben ser ejecutadas sin demora, o cuando las decisiones basadas en diferentes factores deben ser hechas rápidamente, como pueden suceder en el cuarto de operación de un hospital o en el ejercito en el campo de batalla. Y finalmente los sistemas expertos son además recomendados para usarse cuando hay una grande y heterogénea cantidad de datos para ser consideradas.

5.1 Los Sistemas Expertos en las Finanzas

La mayoría de las empresas hoy día emplean una computadora para realizar sus funciones contables básicas, como contabilidad general, facturación y gestión de nóminas. Además, las instituciones financieras como los bancos dependen en gran medida de las computadoras para llevar sus cuentas, préstamos, inversiones y otros asuntos financieros. Las compañías de seguros que son una de las principales instituciones

financieras dependen en gran medida de las computadoras para tener mayor control de sus clientes en cuanto a reclamaciones e inversiones se refiere.

Una gran parte de la información financiera de las empresas no son más que simples operaciones numéricas. Esto supone almacenar la información financiera y efectuar modificaciones en ella a medida que las condiciones van cambiando. Esta clase de cálculos es perfecta para las computadoras, porque permite realizar la mayoría de los cálculos mediante algoritmos sencillos. Dichos cálculos se realizan sobre datos financieros recientes para producir estimaciones futuras. Las computadoras proporcionan también una forma eficiente de almacenar y recuperar la información. Esto ahorra mucho tiempo y esfuerzo, pero las computadoras no pueden reemplazar al especialista humano en el análisis y utilización de la información financiera; los datos e informes financieros sólo tienen valor cuando se analizan.

Se necesita un especialista en finanzas para analizar y aplicar la información financiera disponible, y es aquí donde se pueden aplicar los sistemas expertos. Utilizando los sistemas expertos, las computadoras pueden analizar los datos financieros y dar respuesta a preguntas, solución a problemas o recomendaciones para tomar una decisión. Los sistemas expertos pueden ayudar a la manipulación de la información más compleja para hacerla más clara y entendible.

Sistemas expertos en los bancos. Los bancos desarrollan y emplean sistemas expertos que evalúan la factibilidad de conceder o no un préstamo a particulares. Cada banco dispone de un criterio estándar para evaluar las operaciones de préstamo. Un experto en análisis de préstamos bancarios basándose en sus conocimientos, normas generales del banco, límites de riesgo y recopilación de información necesaria de un particular determina si éste es apropiado o no para obtener crédito bancario. Estos conocimientos se pueden incorporar a un sistema experto, de manera que la decisión no necesariamente sea tomada por el experto en cuestión, sino por cualquier otra persona con poca experiencia. Los sistemas expertos de este tipo

permiten que los bancos puedan emprender una política de concesión de créditos más rápida.

Impuestos. Actualmente existen sistemas expertos que pueden ayudar a las empresas a tomar las mejores decisiones para reducir sus impuestos. Controlar los impuestos es una de las tareas vitales de las estrategias financieras, tanto de las personas como de las empresas. Los conocimientos fiscales son relativamente fácil de incluir en un sistema experto.

La experiencia de expertos fiscales y de auditores así como sus conocimientos se pueden incorporar a un sistema experto, de manera que otras personas con menos experiencia y conocimientos ayudados por un sistema experto puedan aconsejar a los clientes acerca de mejores estrategias fiscales.

Bolsas de valores. Actualmente hay sistemas expertos para ayudar a los agentes de bolsa a recomendar las operaciones más apropiadas para la compra y venta de acciones. Los sistemas expertos pueden ayudar en el análisis financiero de las compañías y mercados. Un sistema experto puede ayudar en el momento de la evaluación de los valores de las acciones. Por ejemplo, pueden predecirse tendencias de la alza o la baja de las acciones en la bolsa observando indicadores que comúnmente denotan cambios de cotización. Programando la historia de los cambios en las cotizaciones y las condiciones de mercado en un sistema experto, los compradores y vendedores pueden ajustar su política de transacciones, prediciendo las variaciones en los precios y tomando mejores decisiones.

Planificación Financiera. Los sistemas expertos pueden ser de gran ayuda en las operaciones de planificación financiera. La planificación financiera consiste en el análisis de la situación económica de una empresa y supone una gran variedad de consideraciones, incluyendo impuestos, inversiones, seguros y valoración de inversiones inmobiliarias. Conociendo los propósitos financieros de una empresa, los sistemas expertos pueden

formular planes específicos a fin de alcanzar los objetivos establecidos dentro de las restricciones impuestas por los recursos financieros y por las condiciones externas.

Normalmente un asesor financiero debe analizar una considerable cantidad de información suministrada por el cliente. El asesor debe tener en cuenta las nuevas leyes fiscales, los tipos de interés, la inflación y las oportunidades de inversión, a fin de diseñar un plan que se adapte a las necesidades de sus clientes. Es muy difícil analizar y retener toda esta información. Un sistema experto, sin embargo, puede contener toda esta información dentro de su base de conocimientos así mismo puede analizar la situación y recomendar rápidamente un plan adecuado.

Sistemas de Gestión Financiera. Se están desarrollando sistemas expertos para ayudar a los ejecutivos a tomar las mejores decisiones en la administración de sus compañías. Estos sistemas expertos realizan una gran variedad de análisis financieros y proporcionan recomendaciones para una buena administración.

Una situación financiera se analiza considerando documentos tales como: balances generales y estados de perdidas y ganancias de una empresa. Utilizando estos documentos un sistema experto puede realizar un análisis del movimiento de efectivo.

Existen sistemas expertos que se utilizan para evaluar los planes financieros. Se puede analizar un plan para una nueva compañía, producto o mercado, identificar los problemas potenciales y hacer recomendaciones apropiadas.

Compañías de Seguros. La industria de seguros utiliza sistemas expertos. El uso más importante actualmente es el propio negocio de los seguros. Un agente de seguros experto puede ayudar a una persona a calcular el riesgo que asume al adoptar una determinada política de seguros. Pero analizar todos los factores involucrados en una operación de seguros es una tarea difícil y que lleva mucho tiempo. Los técnicos que tienen mucha experiencia realizan mejor el trabajo, pero suelen estar muy ocupados.

Un sistema experto en el campo de los seguros permite a una persona con menos experiencia realizar los mismos juicios. Dichos sistemas ahorran tiempo y dinero, y, al mismo tiempo, mejoran la toma de decisiones, reduciendo los niveles de riesgo. Otro sistema experto empleado en seguros permite a las compañías tener la certeza de que sus clientes han rellenado las pólizas correctamente. Las pólizas son largas y complicadas, y con frecuencia su uso y valor no se detalla en el propio cuestionario. Las pólizas suelen carecer de interés sin los datos apropiados. Los sistemas expertos examinan las pólizas para determinar si la información está completa.

5.2 Sistema Experto para la Detección de Fraude en Tarjetas de Crédito

La incidencia del fraude de tarjetas de crédito se ha estado incrementando en los últimos años. En Canadá tan solo, el costo del fraude de tarjetas de crédito (Mastercard y Visa) totalizado es de 46 y 50 millones de dólares canadienses para 1991 y 1992, respectivamente. Las dos formas por medio de las cuales se lleva acabo el fraude de tarjetas de crédito son:

1. Cuando existe una copia de una tarjeta de crédito no autorizada en circulación.
2. Cuando la tarjeta es interceptada por un tercero.

En ambos casos, el propietario de la tarjeta no esta enterado de que una copia o la misma tarjeta esta en manos de criminales por lo cual esta no se reporta. En el presente estudio se analizaron datos provenientes de un banco Canadiense que por razones de confidencialidad se omite el nombre y algunos detalles del modelo de desarrollo para detectar fraude en tarjetas de crédito.

El objetivo de esta investigación es la construcción e implementación de un sistema experto basado en reglas, para detectar el fraude en tarjetas antes de que esta sea reportada por el propietario. Si este modelo logra su propósito las instituciones que otorgan crédito no tendrán que preocuparse por que el fraude sea reportado. Cuando el fraude se realiza con una copia de la tarjeta no autorizada se puede llevar un numero

substantial de días - en promedio de 8 a 10- de acuerdo a las estadísticas dadas en la tabla anterior.

CIFRAS GENERADAS POR EL FRAUDE DE TARJETAS DE CRÉDITO			
Fraude	<i>Clásica (\$ dólares Canadienses)</i>	<i>Premier (\$ dólares Canadienses)</i>	<i>Días en que se lleva acabo el Fraude</i>
Perdida	600	1463	1-4
Robada	638	1279	1-2
No recibida	1671	2127	8-15
Copia de Tarjeta No autorizada	770	4505	8-10
Otra	650	2356	1-4

La metodología de implementación es la siguiente. Una actividad sospechosa puede ser detectada por desviaciones de patrones de gastos efectuados normalmente a través del uso de los sistemas expertos. Como resultado de esto el cliente puede ser contactado y la cuenta bloqueada, todo dentro de las primeras horas del fraude. Esto entonces reduciría el número de días en que se lleve acabo el fraude así como el número de dólares.

2.1 Monitoreo de Fraude Actual.

Previo al desarrollo del sistema experto, el banco en cuestión generó un número estándar de reportes después de procesar estados de cuenta cada noche. Estos reportes fueron pasados a los administradores la mañana siguiente para analizarse y se descubrieron cuentas sospechosas. Los propietarios de las cuentas fueron contactados y se tomaron las medidas apropiadas. Esta forma de monitoreo requiere de una labor intensiva y consume mucho tiempo. Esta tarea podría ser simplificada en gran manera a través de la automatización y de una estructura basada en reglas. Estos reportes consistían de lo siguiente:

- Muchos elementos de un alto valor
- Muchas Compras frecuentes
- Muchas autorizaciones consecutivas en una tienda específica.

El modelo que se presenta en esta investigación se pretende que se un primer paso para el desarrollo de una efectivo y eficiente detección de fraudes.

El modelo del sistema experto, una vez desarrollado e introducido , permitirá el análisis de estados de cuenta de un individuo varias veces al día (verificación de límites y validación de la autorización). Específicamente, después de cada hora, la información de autorizaciones será cargada a una computadora personal. Los datos de autorización para todas las cuentas activas serán actualizadas e el modelo de Fraude será ejecutado para cada cuenta activa. Las cuentas que se detecten como sospechosas serán escritas a un reporte que serán escritos en un reporte que será mandado al departamento de fraude y seguridad del Banco. Los inspectores intentaran contactar al cliente para serciorsarse que la reciente actividad sea legitima o no. El bloqueo de la cuenta puede tomar lugar casi instantáneamente.

5.2.2 Modelado de Fraude.

El proceso de modelado de un Fraude, involucra varios pasos.

Primero. Recolección de datos de transacciones realizadas a través de tarjetas de crédito tanto fraudulentas como legales. Así que técnicas avanzadas de estadística , tales como análisis discriminatorio, sería aplicado al conjunto de datos. El resultado sería un modelo predictivo que sea capaz de distinguir entre actividades fraudulentas y legales en el futuro. Desafortunadamente, muy pocos datos relacionados con la autorización han sido capturados por este banco y retenidos para un análisis subsecuente. Un sistema basado en reglas se introdujo como un primer paso. Este fue desarrollado con la cooperación de expertos del banco.

Un grupo de administradores del Banco Canadiense en cuestión se reunieron para discutir los elementos que permiten predecir un fraude. Este grupo de administradores estuvo conformado por administradores de:

- 1) del centro de Tarjetas de Crédito
- 2) de la división regional de sucursales
- 3) de la Oficina principal
- 4) del departamento de seguridad y fraude.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Hubo 12 administradores en total.

Inicialmente los administradores fueron separados en tres grupos-cuatro individuos por grupo. Cada grupo contiene un representante de cada departamento o división de las mencionadas anteriormente. Cada grupo fue cuestionado, individualmente, para identificar una actividad específica, que cuando se observara se identificara como sospechosa de fraude. Después de una hora, los grupos se unieron y toda la información fue vertida. La lista de 'Indicadores' fue discutida y unificada -eliminando redundancia y duplicidad-. La lista final de indicadores se presenta en la tabla.

Indicadores de Fraude
Datos relacionados a la tienda (tipo de producto, localización del establecimiento y promedio de ventas).
Tiempo de transacción.
Tiempo transcurrido entre una previa transacción y la presente.
Valor monetario de la transacción.
Saldo actual como un porcentaje del límite.
Días desde que la tarjeta fue renovada.
Valor monetario de transacciones previas.

El segundo paso fue aclarar definiciones alrededor de estos indicadores de fraude. Los doce administradores fueron cuestionados, como un solo grupo para identificar niveles en cada categoría o indicador que representaría un receso (donde sea necesario). Este receso o barrera del tiempo proveería una definición más clara de la actividad cuantitativa o cualitativa que debe ser lograda para que la autorización sea marcada como sospechosa. Dicha estructura es proporcionada en la siguiente tabla.

Variables para Predecir un Fraude
Numero de autorizaciones las ultimas 24 horas
Numero de autorizaciones la ultima hora
Numero de autorizaciones superior a \$1000
Numero de autorizaciones superior a \$500
Numero de autorizaciones en una misma tienda
Valor monetario de transacciones previas
Tiempo transcurrido desde la ultima autorización
Tiempo transcurrido desde las dos ultimas autorizaciones
Tiempo transcurrido desde las tres ultimas autorizaciones
Balance actual como porcentaje del limite
Cantidad pagada en previos ciclos de pago.

El ultimo paso fue construir la base de reglas que sería probada. De nuevo los doce administradores trabajaron juntos en un solo grupo. fueron cuestionados para cuantificar los recesos actuales que fueron identificados con cada variable de arriba.

Enumerar el conjunto de reglas completas fue imposible puesto que no fue permitido. Sin embargo, un ejemplo de instrucciones basadas en reglas se da en la siguiente tabla.

<i>Reglas para detectar Fraude</i>
. Si el valor monetario de la transacción es mayor a \$1000 entonces investigar más. Si no revisar próxima autorización
. Si la hora del día es entre 8:00 p.m. y 6 a.m., investigar. Si no revisar siguiente autorización .
. Si el tiempo transcurrido entre la ultima transacción y la actual es menor a 30 minutos, entonces investigar más. Si no revisar siguiente autorización.
. Si el cliente esta en su limite llamar al cliente, Si no investigar más.
. Si han habido compras previas dentro de las 24 horas en el mismo establecimiento, llamar al cliente, Si no revisar siguiente autorización.

2.3 Prueba de la base de datos

Para probar y validar las reglas de los expertos, una base de datos fue recolectada. Esta prueba de la base de datos fue construida usando información de autorización que fue capturada de noviembre de 1991 a enero de 1992. Estos datos proporcionaron la siguiente información estadística:

Contenido de la Base de Datos
Información de autorización
Datos de Noviembre de 1992 a Enero de 1992
Información del establecimiento
Información relacionada a la transacción (Hora, Lugar, Cantidad, tipo de Mercancía)
Información de pagos (Balance y Promedio de Compras)

Un resumen de actividades observadas durante un fraude se presenta en la siguiente tabla.

Variables Clave en la Base de Datos de Actividades de Fraude

Actividad	Porcentaje
1. Hora de autorización entre 20:00 y 6:00	20.0
entre 6:00 y 12:00	4.0
2. Tiempo transcurrido de transacciones previas Tres transacciones en la ultima hora	58.0
3. Valor de las Transacciones Más de 2 transacciones mayores a \$500 en las ultimas 24 horas	66.0
4. Valor de las Transacciones De menos de \$5 y mayores \$500 en menos de 3 horas	30.0

Para elaborar la autorización el horario juega un papel muy importante en la detección de fraudes. Pasado el medio día y la noche el porcentaje de fraudes alcanza aproximadamente un 20.0%. En la mañana el porcentaje de fraude es de 4.0%. Sin embargo, la interacción de la hora de autorización y el numero de autorizaciones previas es un variable de predicción clave. El porcentaje de fraude, depende del porcentaje del numero y frecuencia de transacciones, puede ser tan alto como 66% . Otras clases, aunque no tan dramáticas, relaciona patrones similares.

5.2.4 Análisis.

El sistema experto desarrollado por los administradores del banco fue probado en la base de datos construida. Usando las reglas precisa que fueron desarrolladas , la base de reglas entonces predijo si la autorización era en condiciones de fraude o no.

Primeramente, hay dos posibles cursos de acción que pueden ser tomado cuando una cuenta haya sido identificada como un fraude -llamar al cliente y preguntar sobre sus recientes actividades (validación) o bloquear la cuenta inmediatamente reduce el riesgo de la institución financiera. Se decidió por el banco que , como una primera acción se contactara al cliente.

Posteriormente la cuenta sería bloqueada si el cliente confirma las sospechas.

5.2.5 Conclusión y Futura Implementación

En la investigación, un modelo de un sistema experto para detección de fraudes fue presentado. El modelo fue probado con datos reales del banco. La ejecución del modelo y el costo estimado han fomentado la investigación. El siguiente paso en el proceso de desarrollo es probar el modelo final de la base de reglas en un medio ambiente real. Durante la pruebas futuras se capturaran más datos. Estos datos permitirán análisis de datos detallados usando técnicas estadísticas avanzadas.

Capítulo 6

Conclusiones

Al finalizar este trabajo de investigación referente a los sistemas expertos dentro de las organizaciones, tengo la seguridad de decir que el hombre no podrá ser reemplazado por una máquina y un programa de software sofisticado, ya que detrás de estas implementaciones siempre existirá la parte humana que supervisará y tomara las decisiones apoyado por un sistema en este caso experto. Es importante hacer entender a los expertos de los diversos campos del conocimiento que los sistemas expertos no los sustituirán en sus labores y que por el contrario les ayudará a una toma de decisiones más rápida y eficaz. Es importante resaltar el punto anterior puesto que para la construcción de un Sistema experto se requiere de una total disponibilidad así como de los invaluable conocimientos del experto en el área o campo de conocimiento para el cual se este desarrollando el Sistema. Por otra parte cabe resaltar que el mantenimiento a los sistemas expertos no requiere de mucho tiempo ya que una vez que se ha construido este y se tiene la base de conocimientos y la máquina de inferencia por separado solo se agregarán algunos hechos y reglas de negocio.

Una vez que se haya implementado, validado y aceptado un sistema experto dentro de una organización, ayudará al experto a proporcionar soluciones y respuestas a la gran cantidad de problemas y preguntas a las que antes solo él era capaz de responder disminuyendo así una gran cantidad de trabajo que no le permitía concentrarse en tareas o labores de mayor importancia que demandaban mayor atención, así mismo, el sistema experto permitirá a los nuevos integrantes de la organización a aprender a dar solución a lo que ántes no era posible sin la presencia de un experto en un área del conocimiento.

Bibliografía

- Barr Avron & Feigenbaum Edward A.
The Handbook of Artificial Intelligence vol. I
Addison Wesley U.S.A. 1989
- Beerel, Annabel C.
Expert Systems: strategic implications and applications
Ellis Horwood Limited, Great Britain 1987
- Bouwman, M.
The Use of Accounting Information. Expert Versus Novice
Behavior
Office of Naval Research, 1981.
- Davis R. & King J.J.
An Overview Of Production Systems
Ellis Horwood England 1977
- Dreyfus, Stuart-Hubert.
Mind Over Machine
MacMillan, 1986.
- Firebaugh, Morris W.
Artificial Intelligence
PWS-Kent publishing company, U.S.A. 1988

Fiske, S.T. and S.E. Taylor.
Social Cognition
Random House, New York, 1984.

Frezel Jr, Louis E.
Understanding Expert Systems
Addison Wesley, USA 1987

Hayes-Roth, Waterman-Lenat.
Building Expert Systems
Addison-Wesley Publishing Co, 1983.

Masuch, Michael
Organization, Management and Expert Systems
De Gruyter, Berlin, New York, 1990.

Michael, Robert H., Michie, Donald, and Boulanger, Albert
The Technology of Expert Systems
Byte 10, No4, p.303, April (1985)

Minsky M.
A framework for representing Knowledge
The Psychology of Computer vision, McGraw-Hill, 1975

Post E.
Formal Reductions of The General Combinatorial decision Problem
American Journal of Mathematics 65, 1943

Rheault, Jean Paul
Introducción a la teoría de las decisiones

Limusa, México 1990

Rolston David W.

Principles of Artificial Intelligence

McGraw-Hill, inc. U.S.A 1987

Salvat editores

Enciclopedia Salvat

Salvat editores, S.A., Barcelona, 1971

Shank R.C. & Abelson R. P.

Scripts, Plans, Goals and Understanding

Laurence Erlbaum Assoc. Hillsdale, New Jersey, 1981

Wartofsky, W. Marx

Introducción a la Filosofía de la Ciencia

Alianza Universidad, Madrid, 1983

Zacharia, Zach.

Operational Factors for Consideration in Developing Expert Systems in Large Organizations

Research Development Branch, Edmonton Canada, 1995