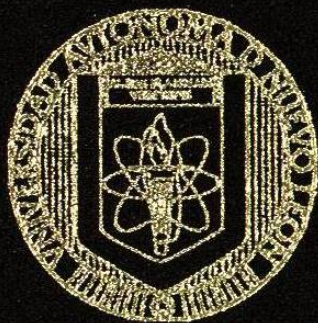


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CONTADURIA PUBLICA
Y ADMINISTRACION
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



MARCO TEORICO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS
Y SU UTILIZACION COMO HERRAMIENTAS
DE NEGOCIO

POR:

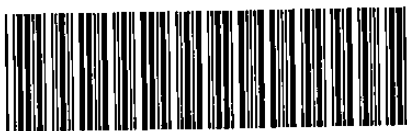
JOSE FELIPE RAMIREZ RAMIREZ

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN INFORMATICA
ADMINISTRATIVA

ABRIL, 1999

MARCO TEORICO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS
Y SU UTILIZACION COMO HERRAMIENTAS
DE NEGOCIO.

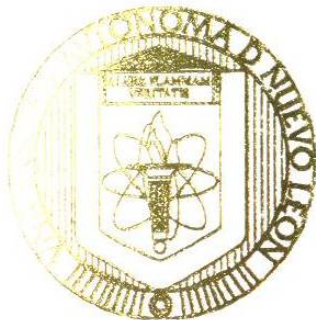
TM
Z7164
.C8
FCPYA
1999
R3



1020125698

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CONTADURIA PUBLICA
Y ADMINISTRACION
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



MARCO TEORICO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS
Y SU UTILIZACION COMO HERRAMIENTAS
DE NEGOCIO

POR:
JOSE FELIPE RAMIREZ RAMIREZ

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN INFORMATICA
ADMINISTRATIVA

ABRIL, 1999

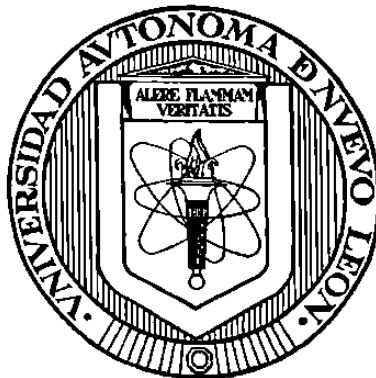
TM
Z7164
.C8
FCPYA
1999
R3

0132-14260



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CONTADURIA PUBLICA Y ADMINISTRACION



**MARCO TEORICO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS Y SU
UTILIZACION COMO HERRAMIENTAS DE NEGOCIO**

Por

JOSE FELIPE RAMIREZ RAMIREZ

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN INFORMATICA ADMINISTRATIVA**

Abril, 1 9 9 9

**MARCO TEORICO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS
Y SU UTILIZACION COMO HERRAMIENTAS
DE NEGOCIOS**

Aprobación de la Tesis:

**Ing. Leticia Neira Tovar
Asesor de la Tesis**

**Lic. Juvencio Jaramillo Garza
Miembro del Comité de Tesis.**

**Ing. Jorge Alberto Méndez Dávila
Miembro del Comité de Tesis.**

**Lic. José Magdiel Martínez Fernández
Director de la División de Estudios de Postgrado
F.A.C.P.yA., U.A.N.L.**

PRÓLOGO

En nuestro país, cualquiera que desee profundizar en el tema de los sistemas expertos podrá darse cuenta que, en el mercado nacional, la literatura especializada relativa al tema carece de textos debidamente orientados a nuestra idiosincrasia, a nuestra forma de hacer negocios, y a nuestro nivel de tecnología y cultura de información. La carencia de textos relacionados al tema en escenarios nacionales dificultan ya no el crecimiento de los sistemas expertos en nuestro país, sino su adecuado nacimiento.

Esta carencia de literatura relativa al tema puede manifestarse en un franco desinterés por los sistemas expertos, o en otros casos, en una conceptualización errónea de los mismos que nos lleva a su equivocada implantación. Es frecuente que se confunda a los sistemas expertos con otras ramas de la inteligencia artificial, como la robótica, las redes neuronales o los sistemas de reconocimiento de voz; es generalmente aceptada la idea de que los "sistemas expertos" son sistemas inteligentes que aprenden por sí mismos. Esa simple idea, equivocada como fundamento al igual que muchas otras, tiene sus consecuencias en la aplicación práctica de los sistemas expertos en los negocios, ya que un sistema que utiliza de manera objetiva el conocimiento es más rentable que uno que se dedica a aprender. Los sistemas expertos son conocimiento automatizado llevado a la acción; a lo largo de la presente tesis se buscará redefinir algunos conceptos mal entendidos y definir conceptos nuevos, a fin de que los sistemas expertos sean bien entendidos.

Son pocas las organizaciones que cuentan con el uso de sistemas expertos para apoyar sus estrategias de negocio y la gran mayoría están lejos de conocer dicha tecnología. El objetivo de esta tesis es elaborar un texto que explique de manera detallada la forma en que están constituidos los sistemas expertos, explicar cómo funcionan, cuáles son sus restricciones, y qué consideraciones tecnológicas y administrativas deben aplicarse para que sean exitosos, constituyendo una lectura apreciada por el profesionalista que requiere considerar e implantar sistemas expertos.

Como principal obstáculo al elaborar el presente trabajo se tuvo la poca difusión del tema entre las empresas, así como lo confidencial de su tratamiento en aquellas empresas que si disponen de sistemas expertos; por tal motivo la presente tesis no se fundamenta en estudios de campo, que por otra parte, no serían muy útiles en virtud de que por ser tecnología que no está muy difundida y cimentada en el país, tiende a no tener patrones al momento de ser implantada, siendo cada proyecto una aventura.

Otro inconveniente al realizar el trabajo fue enfocar la terminología y las clasificaciones a un entorno orientado a la administración y la informática, que pudieran derivar en procedimientos para la implantación de los sistemas expertos en las organizaciones; por lo general los libros y referencias que se tomaron como bibliografía para el presente trabajo resultaron demasiado técnicos, e incluso obsoletos en algunos casos, por lo que se consideraron algunos aspectos y referencias sólo como esqueleto y guía para la elaboración del estudio; los temas fueron desarrollados dentro de un enfoque administrativo como aportación del presente trabajo, obteniéndose una fuente de información valiosa que las referencias bibliográficas no manejan.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Ing. Leticia Neira Tovar, Asesor de mi tesis. Así como al Lic. Juvencio Jaramillo y al Ing. Jorge Alberto Méndez Dávila, por formar parte del Comité de Tesis, por sus valiosas sugerencias e interés, en la revisión del presente trabajo.

A Edward Brent, de la Universidad de Missouri, Columbia, E. U., por sus apreciadas aportaciones y conceptos sobre el tema, sin los cuales hubiera sido difícil obtener un documento objetivo. A Eugenia Pozos, por haber sembrado la inquietud hacia el tema y compartir conmigo el interés por la docencia relativa al mismo. Muy especialmente a mis alumnos de la materia SISTEMAS EXPERTOS PARA LOS NEGOCIOS, que con sus dudas me enseñaron más de lo que yo a ellos, así como a la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Contaduría Pública y Administración, por haberme permitido la experiencia de aprender enseñando.

A mi familia por el apoyo moral que siempre me ha brindado y a todas las personas que contribuyeron de una forma u otra en la realización de este trabajo, que no por omitirlos son menos importantes.

Sinceramente espero que el presente material contribuya a la mejor comprensión de los sistemas expertos, y por consiguiente, una mayor utilización de los mismos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a Dios,
Que me dio la vida
el alma y el talento
para navegar.

A mis Padres,
Que me dieron las maderas
los clavos las vigas
las herramientas
para hacer la barca.

A mis Maestros,
Que me dijeron cómo leer el viento
acariciar las mareas
y descubrir los puntos cardinales
que apuntan hacia las cosas productivas.

Y a Adriana,
Que conmigo arrastró la barca al mar
tomó uno de los remos y subió conmigo
para emprender el viaje a ese horizonte
que es la vida.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo	Página
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos del estudio.....	1
1.2 Beneficios que buscan obtener las organizaciones con la implantación de nuevas tecnologías.....	1
1.3 Área de aplicación de los sistemas expertos...	3
1.4 Estructura del estudio.....	4
1.4.1 Posicionamiento de los sistemas expertos.....	5
1.4.2 Marco teórico de los sistemas expertos.....	5
1.4.3 Metodología de desarrollo de los sistemas expertos.....	6
1.4.4 Uso y administración de los sistemas expertos en los ambientes de trabajo..	6
1.4.5 Conclusiones.....	7
2. POSICIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	8
2.1 Los sistemas expertos como próximo escalón evolutivo de los sistemas computarizados....	9
2.1.1 Clasificación basada en los recursos de información.....	11
2.1.2 Etapas de madurez informática de Richard Nolan.....	19
2.2 Los sistemas expertos como recurso para las organizaciones.....	25
2.3 Los sistemas expertos como instrumentos para obtener ventaja competitiva.....	27
2.4 Los sistemas expertos como herramientas para administrar y aprovechar el conocimiento.....	28

Capítulo	Página
3. MARCO TEÓRICO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	30
3.1 Definiciones de sistemas expertos.....	30
3.1.1 Definición de sistemas expertos.....	30
3.1.2 Conceptos generalmente interpretados de sistemas expertos.....	31
3.2 Tipologías de los sistemas expertos y sus ejemplos más representativos.....	38
3.2.1 Tipología de sistemas expertos según Hayes-Roth, Waterman, y Lenat.....	38
3.2.2 Ejemplos representativos de sistemas expertos.....	38
3.3 Sistemas expertos y otras formas de acumulación de conocimiento.....	42
3.4 Arquitectura de los sistemas expertos.....	50
3.4.1 Enfoque orientado a los elementos.....	50
3.4.2 Enfoque orientado a las interfaces y formulaciones.....	57
3.4.3 Enfoque orientado a los roles.....	65
3.5 Características particulares de los sistemas expertos.....	69
3.5.1 Su alcance es sobre conocimiento específico.....	70
3.5.2 Independencia entre el conocimiento y el código de programación.....	72
3.5.3 Poseen y utilizan un mecanismo de inferencia.....	74
3.5.4 Están basados en el razonamiento simbólico.....	75
3.5.5 Son programas de cómputo que permiten la acumulación de conocimiento.....	76
3.5.6 Están basados en la heurística.....	77
4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	79
4.1 Factores y condiciones que favorecen la implantación de los sistemas expertos.....	79
4.1.1 Cuestionamientos para determinar las probabilidades de éxito de los sistemas expertos, según González & Dankel.....	79
4.1.2 Condiciones que favorecen la implan- tación de sistemas expertos con altas probabilidades de éxito.....	81
4.1.3 Factores críticos de éxito para los sistemas expertos.....	83

Capítulo	Página
4.2	Ciclo de desarrollo administrativo de los sistemas expertos.....87
4.2.1	Venta de la idea de sistemas expertos..90
4.2.2	Identificación de aplicaciones potenciales.....101
4.2.3	Análisis de viabilidad.....103
4.2.4	Evaluación económica.....106
4.2.5	Selección del proyecto.....110
4.2.6	Planeación del proyecto.....110
4.3	Ciclo técnico de desarrollo de los sistemas expertos111
4.3.1	Ingeniería del conocimiento.....111
4.3.1.1	Actividades desarrolladas por el ingeniero del conocimiento.114
4.3.1.2	Proceso de ingeniería del conocimiento.....115
4.3.2	Fases de desarrollo de un sistema experto.....117
4.4	Reglas y tipos de razonamiento.....125
4.4.1	Reglas126
4.4.2	Representación gráfica de las reglas..128
4.4.3	Ventajas del uso de las reglas.....129
4.4.4	Tipos de razonamiento.....130
4.4.5	Razonamiento simbólico.....135
4.5	Definición de reglas y mecanismos de inferencia138
4.5.1	Variables objetivo.....139
4.5.2	Métodos de inferencia utilizados por los sistemas expertos.....142
4.5.2.1	Búsqueda de variable objetivo como propósito de los sistemas expertos.....142
4.5.2.2	Métodos de inferencia.....143
4.5.2.2.1	Forward chaining...143
4.5.2.2.2	Backward chaining...147
4.5.3	Diferencias entre backward y forward chaining.....152
4.6	Representación esquemática del conocimiento.154
4.6.1	Fórmula del conocimiento.....154
4.6.2	Conocimientos y habilidades del experto.....155
4.6.3	Tipos de conocimiento en base a su naturaleza.....155

Capítulo	Página
4.7 Manejo y cálculo de incertidumbre.....	160
4.7.1 Factores de certeza.....	160
4.7.2 Diversidad de apreciaciones y conocimientos que hacen necesario el uso de los factores de certeza.....	163
4.7.3 Escala de factores de certeza desarrollada en la Universidad de Stanford.....	166
4.7.4 Cálculos que resuelven controversias en relación a los grados de certeza.....	167
 5 USO Y ADMINISTRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO.....	 172
5.1 Administración de ambientes de trabajo con sistemas expertos.....	172
5.1.1 Motivación y recompensa.....	173
5.1.2 Estructuras de salario.....	174
5.1.3 Aspectos legales.....	174
5.1.4 Responsabilidad social.....	175
5.1.5 Línea de costos.....	176
5.1.6 Resistencia al cambio.....	178
5.1.7 Estrategia de desarrollo.....	178
5.1.8 Mantenimiento y actualización.....	180
5.1.9 Selección de la aplicación.....	181
5.1.10 Soporte.....	182
5.2 Administración de la experiencia.....	183
5.2.1 Detalle de beneficios que se obtienen al administrar la experiencia.....	185
5.3 Manejo de la resistencia al cambio.....	188
5.3.1 Resistencia al cambio por parte de los operadores del sistema.....	188
5.3.2 Resistencia al cambio por parte de los expertos.....	190

Capítulo	Página
5.4	Sistemas expertos y el conocimiento como herramienta competitiva.....195
5.4.1	Concepto de ventaja competitiva de Michael Porter.....196
5.4.2	Posturas que permiten evaluar la capacidad de los sistemas expertos para ser herramientas competitivas.....197
5.4.2.1	Cadena de valor.....198
5.4.2.2	Marco de análisis competitivo de Michael Porter.....198
5.4.2.3	Cuestionamientos para la identificación de oportunidades de ventaja competitiva de McFarlan.....199
5.4.2.4	Modelo causal de ventaja competitiva de Bakos & Tracy..201
5.4.2.5	Distribución del conocimiento.202
6	CONCLUSIONES206
6.1	Secuencia recomendada para implantar Sistemas expertos de manera exitosa.....206
6.1.1	Tarea 1: Viabilidad general.....209
6.1.2	Tarea 2: Dominio de conceptos.....212
6.1.3	Tarea 3: Identificación de áreas de Aplicación.....215
6.1.4	Tarea 4: Aplicación del ciclo administrativo de desarrollo de sistemas expertos.....219
6.1.5	Tarea 5: Aplicación del ciclo técnico de desarrollo de sistemas expertos.....222
6.1.6	Tarea 6: Administración de la experiencia y de ambientes de trabajo con sistemas expertos.....225
6.1.7	Tarea 7: Certificación de los sistemas expertos como herramienta competitiva.....229
6.2	Los sistemas expertos como herramienta Competitiva231
6.3	Conclusión final. Ventajas/Desventajas. Futuro de los sistemas expertos.....233

Capítulo	Página
BIBLIOGRAFÍA	235
GLOSARIO	236
ÍNDICE ALFABÉTICO	240

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Similitudes y diferencias de los sistemas expertos y otras formas de acumulación de conocimientos.....	44
2. Tabla comparativa entre sistemas expertos y sistemas de información.....	49
3. Tabla de tipos de conocimiento.....	64
4. Dominios y problemas mayormente solucionados por Los sistemas expertos.....	97
5. Secuencia del proceso de inferencia mediante forward chaining.....	146
6. Secuencia del proceso de inferencia mediante backward chaining.....	149
7. Tarea 1: Viabilidad general.....	211
8. Tarea 2: Dominio de conceptos.....	213
9. Tarea 3:Análisis de la relación entre decisiones y conocimiento formulable.....	219
10. Tarea 4: Aplicación del ciclo administrativo de desarrollo de sistemas expertos.....	221
11. Tarea 5: Aplicación del ciclo técnico de desarrollo de sistemas expertos.....	224
12. Tarea 6: Administración de la experiencia y de ambientes de trabajo con sistemas expertos.....	227
13. Certificación de los sistemas expertos como herramientas competitivas.....	230

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Clasificación de posicionamiento evolutivo de los sistemas y la información que manejan	10
2. Recursos de información	11
3. Interacción del recurso de información y los elementos activos	13
4. Etapas de madurez informática de Richard Nolan	20
5. Sistemas expertos, programa que hace lo que los expertos hacen	33
6. Sistemas expertos, una sub rama de la inteligencia artificial	37
7. Arquitectura de los sistemas de información convencionales	48
8. Arquitectura de un sistema experto (componentes) ..	52
9. Tipos de formulación de conocimiento	63
10. Roles involucrados en un sistema experto	65
11. Fases administrativas de desarrollo de sistemas expertos al inicio	89
12. Matriz para evaluar la viabilidad de los proyectos de sistemas expertos	106
13. Tabla comparativa de costos - beneficios al utilizar sistemas expertos	109
14. Relación entre complejidad y amplitud de un sistema experto y la necesidad de un ingeniero del conocimiento	112
15. Ingeniería del conocimiento como tarea	116
16. Fases del desarrollo de sistemas expertos y su relación con usuarios y expertos	117
17. Fases de desarrollo de los sistemas expertos y su objetivo	119
18. Diagrama estructural de una regla	128
19. Forma en que se resuelve una regla	129
20. Deducción	132
21. Abducción	133
22. Inducción	134
23. Estructura de árbol existente entre variables generales y particulares	140

Figura	Página
24. Ejemplo de reglas	141
25. Forma en que trabaja el método de encadenamiento hacia delante (forward chaining)	145
26. Forma en la trabaja el método de encadenamiento hacia atrás (backward chaining)	148
27. Fórmula del conocimiento	154
28. Tipos de conocimiento en base a su naturaleza	156
29. Conocimiento estratégico	157
30. Conocimiento taxonómico	158
31. Conocimiento procedural	159
32. Conocimiento evaluativo	160
33. Opciones de construcción de sistemas expertos, recomendado para diferentes escenarios	180
34. Modelo causal de ventaja competitiva según Bakos & Tracy	202
35. Distribución de conocimientos y tecnología utilizada para su divulgación	204
36. Los sistemas expertos como herramienta competitiva	232