



COLEGIO PARTENON, S.C.

**INCORPORADO A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
LICENCIATURA EN INFORMATICA
CLAVE 3283 - 48**

**Propuesta de Aplicación de Sistemas
Expertos en Las Empresas Mexicanas.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN INFORMÁTICA

P R E S E N T A

GUTIÉRREZ SÁNCHEZ NAYHELI KARINA.

**ASESORÓ:
LIC. ESTRADA MARTÍNEZ NORBERTO .**

MÉXICO, D.F.

JUNIO 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
INFORMACIÓN GENERAL	8
1. ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS.....	11
1.1 CONCEPTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	11
1.2 HISTORIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	11
1.3 CONCEPTO DE SISTEMA EXPERTO	15
2. DESARROLLO HISTÓRICO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	17
3. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	21
3.1 ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS EXPERTOS?	21
3.2 LOS EXPERTOS HUMANOS	23
3.3 DIFERENCIAS ENTRE UN EXPERTO Y UN NO EXPERTO HUMANO.....	24
3.4 DIFERENCIAS ENTRE UN SE Y UN PROGRAMA TRADICIONAL	25
3.5 DIFERENCIAS ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERTO HUMANO	25
3.6 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	26
3.7 FORMA EN QUE LOS USUARIOS INTERACTÚAN CON LOS SE.....	26
3.8 SISTEMA EXPERTO VS. SISTEMA CLÁSICO.....	27
4. REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	28
4.1. LÓGICA PROPOSICIONAL	30
4.2 LÓGICA DE PREDICADOS	31
4.2.1. <i>Ventajas y desventajas de la lógica de predicados</i>	31
4.3 REGLAS DE PRODUCCIÓN.....	32
4.3.1. <i>Ventajas y desventajas de las reglas de producción</i>	33
4.4 REDES ASOCIATIVAS	33
4.4.1. <i>Ventajas y desventajas de las Redes Asociativas</i>	34
4.5 ESTRUCTURAS FRAME	35
4.5.1. <i>Ventajas y desventajas de los frames</i>	36
4.6. REPRESENTACIÓN ORIENTADA A OBJETOS	37
4.6.1. <i>Ventajas y desventajas de la representación orientada a objetos</i>	38
5. COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO	39
6. CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO	45
6.1 ASPECTOS GENERALES	45
6.1.1 <i>El Equipo de Desarrollo</i>	45
6.1.2 <i>Construcción de las principales partes de un SE</i>	47

6.2 METODOLOGÍAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SE	50
6.2.1 Metodología de Prototipos	50
6.2.2 Metodología Orientada a Objetos	51
6.3 LENGUAJES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE SE	53
6.3.1 LISP	53
6.3.2 CLIPS.....	55
6.3.3 Prolog.....	56
6.3.4 Smalltalk.....	58
6.3.5. C y C++.....	58
6.4 HERRAMIENTAS Y SHELLS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE SE	59
6.4.1 Gold Works II	59
6.4.2 ART.....	60
6.4.3 LOOPS.....	60
6.4.4 KEE.....	61
6.4.5 Humble.....	61
6.4.6 EMYCIN	62
7. TAREAS QUE REALIZAN LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	62
7.1 INTERPRETACIÓN, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO	62
7.2 DISEÑO Y SELECCIÓN.....	64
7.3 PLANIFICACIÓN.....	65
7.4 CONTROL.....	66
7.5 REPARACIÓN, CORRECCIÓN O TERAPIA.....	66
7.6 SIMULACIÓN, PRONÓSTICO O PREDICCIÓN	67
7.7 INSTRUCCIÓN	68
7.8 RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN.....	68
8. INTRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA EMPRESA	69
9. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	73
9.1 MEDICINA	73
9.2 ANÁLISIS DE ESTADOS FINANCIEROS.....	73
9.3 PLANIFICACIÓN FINANCIERA	74
9.4 INDUSTRIA	75
9.5 ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES	75
9.6 MILITAR	76
9.7 CONTABILIDAD	76
9.8 ROBÓTICA.....	77
9.9 RECONOCIMIENTO DE PATRONES	78
9.10 OTROS CAMPOS DE APLICACIÓN.....	78
10. EJEMPLOS DE SISTEMAS EXPERTOS EN EMPRESAS	80
10.1 EN LA INDUSTRIA	80
10.2 EN CONTABILIDAD	80
10.3 EN ANÁLISIS DE ESTADOS FINANCIEROS	81

10.4 EN PLANIFICACIÓN FINANCIERA	81
10.5 EN LA AVIACIÓN	82
10.6 EN MEDICINA	82
11. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	84
11.1 VARIABLES DEPENDIENTES:	84
11.2 VARIABLES INDEPENDIENTES:	85
11.3 VARIABLES INTERVINIENTES:	85
11.4 HIPÓTESIS	85
12. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	87
12.1 ANÁLISIS DEL PRODUCTO FINAL.....	131
13. PRODUCTO FINAL	133
13.1 FACTORES DETERMINANTES A CONSIDERAR PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA 13.2 EXPERTO EN UNA EMPRESA CON UN GRADO DE RESISTENCIA MÍNIMO AL CAMBIO	133
13.3 PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LOS USUARIOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE SE EN LA EMPRESA:.....	134
14. CONCLUSIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	136

INTRODUCCIÓN

Desde la aparición de las computadoras hasta nuestros días, la gente ha invertido grandes esfuerzos por tratar de dar una cierta capacidad de decisión a estas máquinas, incluso un cierto grado de inteligencia.

Un Sistema Experto en sí no tiene verdadera Inteligencia Artificial; más bien, es un sistema basado en el conocimiento que, mediante el buen diseño de su base de información y un adecuado motor de inferencias para manipular dichos datos proporciona una manera de determinar resoluciones finales dados ciertos criterios.

Los Sistemas Expertos son una herramienta poderosa en el apoyo o guía de los usuarios en los procesos que tienen una secuencia pasos definida, pero que puede ser configurable.

En todo México, el uso de Sistemas Expertos en empresas es muy pobre. Las empresas siguen utilizando el viejo paradigma de atención a los usuarios de manera presencial (personal, telefónica) o semipresencial (listas de correo). Estos modos de operación restringen seriamente la labor analítica del profesional de TI.

Esta investigación aborda el tema de Sistemas Expertos debido a que son una herramienta cuya utilidad ya está comprobada, y que sin embargo, muchas personas desconocen y otras más no las aceptan todavía. Se desean presentar los aspectos generales de un Sistema Experto (en adelante SE), sus orígenes, componentes, construcción y utilización primordialmente, con el fin de crear conciencia en las empresas de que los SE representan una oportunidad innegable de modernización y mejoramiento de sus procesos.

A continuación se presenta de manera general el contenido de la presente tesis.

En el Capítulo 1 (*Antecedentes y Conceptos Básicos*) se detallan los conceptos básicos de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos. Asimismo, se presenta con detalle la historia de la Inteligencia Artificial, desde la propuesta inicial de Turing sobre la inteligencia de las máquinas y la propuesta del modelo de la neurona del cerebro humano por Mc Culloch y Pitts hasta los primeros Sistemas Expertos, que fueron los primeros resultados de la Inteligencia Artificial con aplicación en problemas más cotidianos.

En el Capítulo 2 (*Desarrollo histórico de los Sistemas Expertos*), se detallan los más significativos Sistemas Expertos, que iniciaron con el GPS que resolvía problemas complejos como las torres de Hanoi, hasta el más utilizado y rentable al menos por un tiempo, el XCON que pudo otorgar un gran ahorro a la compañía DEC. También se presenta una tabla que presenta en forma resumida los Sistemas Expertos desarrollados hasta la década de los 70's y sus aplicaciones.

En el Capítulo 3 (*Generalidades de los Sistemas Expertos*), se presenta una descripción de los Sistemas Expertos, así como también se presentan comparaciones entre diferentes tipos de expertos. El capítulo concluye con la mención de las ventajas y desventajas de estos tipos de expertos.

En el Capítulo 4 (*Representación del Conocimiento*), se trata de dar una visión de las diferentes maneras en las que se puede adquirir el conocimiento, y su representación, como lo son la lógica proposicional, lógica de predicados, reglas de producción, redes asociativas, estructuras frame, representación orientada a objetos, así como sus ventajas y desventajas.

En el Capítulo 5 (*Componentes de un Sistema Experto*), se da una idea de los componentes que integran un Sistema Experto, así como una descripción de cada uno de estos componentes.

El Capítulo 6 (*Construcción de un Sistema Experto*) inicia con una descripción de cómo se implementan los principales componentes de un SE, así como dos de las principales metodologías para la creación de SE. El capítulo continúa con una breve descripción de los principales lenguajes usados en la creación de SE y concluye con una descripción de varias herramientas de desarrollo de SE.

El Capítulo 7 (*Tareas que realizan los Sistemas Expertos*) es una descripción de los procesos en los cuales se utilizan los SE, tales como la interpretación, el diagnóstico, el diseño, la planificación, el control, la corrección y la simulación entre otros.

En el Capítulo 8 (*Introducción de los Sistemas Expertos en la Empresa*) se abordarán las consideraciones que deben tomarse en cuenta antes de intentar arrancar un proyecto de implementación de un Sistema Expertos en el negocio. Muestra un bosquejo general de las preguntas que los profesionales de Tecnologías de Información (TI) deben hacerse para evaluar la situación del negocio respecto a este paradigma de solución de problemas.

En el Capítulo 9 (*Campos de Aplicación de los Sistemas Expertos*) se muestran una serie de áreas en las que los Sistemas Expertos tienen presencia debido a las características y necesidades inherentes a ellas.

Por último en el Capítulo 10 (*Ejemplos de Sistemas Expertos en empresas*), se hace una recopilación de ejemplos de sistemas expertos los cuales han sido desarrollados en las empresas para agilizar sus procesos y en general aumentar su productividad.

INFORMACIÓN GENERAL

Objetivo

Determinar el grado de factibilidad y aceptación de un Sistema Experto como guía en las actividades administrativas comunes de cada uno de los departamentos de las empresas Mexicanas; así como también los factores que definen este indicador, y que por lo tanto, el profesional de TI deberá tomar en cuenta cuando desee implantar un Sistema Experto.

Entendiendo por guía en las actividades administrativas como el proveer la información necesaria que el usuario necesita para saber qué pasos debe seguir, que información y documentos se le solicitarán y quién es el responsable para una actividad determinada por el propio usuario.

Calculando el grado de factibilidad y aceptación como un porcentaje o tendencia de los miembros de la organización para sustituir los servicios del personal de TI. Para con ello, sentar las bases para la posible justificación y desarrollo de proyectos de esta índole en el área de TI.

Restricciones

- Tiempo máximo de desarrollo de la investigación.
- Tiempo de los asesores.
- El apoyo de los objetos de estudio en la empresa para responder a los medios mediante los cuales se determinará el producto final de la investigación.
- El grado de conocimientos por parte de los objetos de estudio acerca de los SE.
- La cantidad de documentos anónimos acerca del tema que se encuentran en Internet.

-
- La alteración de los resultados por parte de los objetos de estudio con los medios utilizados en la investigación de campo.

Producto final

Con el desarrollo de la investigación se obtendrá un porcentaje de aceptación de un Sistema Experto en la empresa; lo cual permite al personal de TI un desarrollo del proyecto con resistencia al cambio mínima, y por tanto, reduciendo los tiempos de desarrollo.

El producto final de esta investigación tomará como parámetros los datos presentados en la siguiente tabla:

% de Aceptación	
%	Conclusión
0 – 50	No Factible
50 – 70	Factible con Incertidumbre
70 – 90	Factible
90 – 100	Seguro

Se espera obtener como producto final un porcentaje entre factible y seguro, además de la lista de los factores clave de éxito en la implantación de Sistemas Expertos.

Contribución Esperada

Una vez conseguido el producto final de la investigación, el profesional de TI contará con un concentrado de los aspectos críticos a considerar en la implantación de un SE en una empresa, y un porcentaje (aunque relativo al área de estudio) de la aceptación del desarrollo de un proyecto de este tipo. Con esto los usuarios ahorrarían grandes cantidades de tiempo para solucionar dudas que no requieren de la atención directa del personal de TI.

Los usuarios no dependerían más de la disponibilidad de las personas responsables de cada una de las actividades, y además el personal de cada uno de los departamentos tendrá una base de conocimientos actualizada en el grado en el que el mantenimiento del Sistema Experto sea constante.

Los detalles de cómo se desarrolló la presente investigación se detallan en el siguiente capítulo.

1. ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS

1.1 CONCEPTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No existe una definición concreta de Inteligencia Artificial, pero la mayoría de los autores coinciden en que es, en esencia, lograr que una máquina tenga inteligencia propia, es decir: “La inteligencia artificial es una de las áreas más fascinantes y con más retos de las ciencias de la Computación ya que ha tomado a la inteligencia como la característica universalmente aceptada para diferenciar a los humanos de otras criaturas ya sean vivas o inanimadas, para construir programas o computadoras inteligentes.”¹

Esta es una definición es muy completa e interesante, pero no es la única, para algunos otros autores, la Inteligencia Artificial es el estudio de cómo hacer que los ordenadores hagan cosas que, en estos momentos, hace mejor el hombre². Para otros, la Inteligencia Artificial (IA) es una ciencia que intenta la creación de programas para máquinas que imiten el comportamiento y la comprensión humana, que sea capaz de aprender, reconocer y pensar.³

Pero sea cual sea el concepto, la inteligencia artificial está orientada a conseguir que las máquinas realicen trabajos donde se aplique la inteligencia, el razonamiento y el conocimiento de un ser humano.

1.2 HISTORIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Desde tiempos muy remotos en la historia el hombre ha soñado con crear máquinas con inteligencia propia, muestra de esto pueden ser: el mito del coloso

¹ DE ÁVILA Ramos, Jorge. **Sistemas Expertos.**

URL(http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/sist_expe/)

² CRIADO Briz, José Mario. **Introducción a los Sistemas Expertos.**

URL(www.ingenieroseninformatica.org/recursos/tutoriales/sist_exp/index.php)

³ HURTADO Vega, José de Jesús. **Inteligencia Artificial.**

URL(<http://www.itlp.edu.mx/publica/boletines/actual/inteligencia.html>)

de Rodas entre los griegos, las estatuas "parlantes" del medioevo, el androide de Von Kempel en que jugó al ajedrez con Napoleón, y el "motor analítico" de Charles Babbage que calculaba logaritmos⁴; sin embargo estos intentos resultaron infructuosos, hasta 1943 cuando la base de la Inteligencia Artificial fue asentada, gracias a Warren Mc Culloch y Walter Pitts, quienes propusieron un modelo de neurona de cerebro humano y animal. Estas neuronas nerviosas informáticas proporcionaron una representación simbólica de la actividad cerebral. Un tiempo después, Nobeit Wiener tomó estas y otras ideas y las elaboró dentro de un mismo campo que se llamó Cibernética, a partir de cual nacería, la Inteligencia Artificial.⁵

Un evento que marcó en forma definitiva el ingreso de la Inteligencia Artificial en las Ciencias, fue el congreso en Dartmouth en 1956 en la cual se llegó a la definición de las presuposiciones básicas del núcleo teórico de la Inteligencia Artificial:

1. El reconocimiento de que el pensamiento puede ocurrir fuera del cerebro, es decir, en máquinas.
2. La presuposición de que el pensamiento puede ser comprendido de manera formal y científica.
3. La presuposición de que la mejor forma de entenderlo es a través de computadoras digitales⁶.

En la década de los 50's, hubo dos corrientes de investigación tras la propuesta de Alan Turing sobre la inteligencia de las máquinas en su artículo "Maquinaria Computacional e inteligencia": la primera corriente fue fundada por John Von Neuman, quien trató de hacer analogías del cerebro humano y construyó a partir de esto las computadoras. Así, construyó varias máquinas que

⁴ ELGUEA, Javier. **Inteligencia artificial y psicología: la concepción contemporánea de la mente humana.**

URL(http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/itam/estudio/estudio10/sec_16.html)

⁵ HURTADO Vega, José de Jesús. *Op. cit.*

⁶ ELGUEA, Javier. *Op. cit.*

tomaban como base los conocimientos que hasta ese entonces existían sobre el cerebro humano, y diseñó los primeros programas que se almacenaban en la memoria de una computadora⁷.

La otra corriente fue la que inició Mc Culloch, quien decía que las leyes que gobiernan al pensamiento deben buscarse entre las reglas que gobiernan a la información y no entre las que gobiernan a la materia. Es decir, que a diferencia de Von Neuman, quien trataba de imitar las condiciones físico-químicas del cerebro, Mc Culloch se centró más en la forma en que el cerebro procesa la información.

El trabajo realizado por Mc Culloch, quien se unió a Walter Pitts fue el primer trabajo de IA, y aportó conocimientos sobre la fisiología básica y funcionamiento de las neuronas en el cerebro, el análisis formal de la lógica proposicional de Russell y Whitehead y la teoría de computación de Turing. Ambos propusieron un modelo constituido por neuronas artificiales, en el que cada una de ellas se caracterizaba por estar “encendida” o “apagada”; el “encendido” se daba como respuesta a la estimulación producida por una cantidad suficiente de neuronas vecinas.

Una vez que se sentaron las bases de la IA, los investigadores de dicha ciencia se mostraron optimistas sobre el futuro de la nueva ciencia que acababa de nacer; algunos de ellos expresaron diversas predicciones acerca de lo que podía desarrollarse dentro de la IA. Por ejemplo, Herbert Simon en 1958 predijo que en un lapso de 10 años una computadora llegaría a ser campeona de ajedrez, y que sería posible realizar mediante la maquina la demostración de un nuevo e importante teorema matemático. Sin embargo, el obstáculo que enfrentó la mayoría de los proyectos de investigación en IA consistió en que aquellos métodos que demostraban funcionar en uno o dos ejemplos sencillos, fallaban

⁷ *Ibid.*

rotundamente cuando se utilizaban en problemas mas variados o de mayor dificultad.⁸

Los primeros programas de IA fallan debido a que contaban con poco o ningún conocimiento de la materia objeto de estudio, un ejemplo de esto es el programa ELIZA de Weizenbaum, el cual aparentemente podía entablar una conversación seria sobre cualquier tema, sin embargo, lo único que hacía este programa era tomar prestadas y manipular las oraciones que mediante un teclado proporcionaba un ser humano. Otro problema muy común en los primeros programas que intentaban simular el pensamiento humano era la intratabilidad de muchos de los problemas que se estaban intentando resolver mediante IA. La mayoría de los primeros programas de IA se basaban en la presentación de las características básicas de un problema y se sometían a prueba diversos pasos, hasta que se llegara a encontrar aquella combinación de estos que produjeran la solución esperada. Sin embargo, si una combinación sencilla no llegaba a la solución del problema a resolver, los primeros programas de IA no eran capaces de probar con combinaciones más complejas, por lo que se limitaban a mostrar un mensaje indicando que el problema no se podía resolver, cuando lo que en verdad sucedía era que el programa no estaba dotado con la suficiente “inteligencia” para resolver dicho problema.

La naturaleza de la resolución de problemas durante la primera década de la investigación de IA residía en un mecanismo de búsqueda de propósito general en el que se entrelazaban pasos de razonamiento elementales para encontrar así soluciones completas. A estos procedimientos se les han denominado métodos débiles, debido a que la información sobre el dominio con que cuenta es débil. El programa DENDRAL de Buchann constituye uno de los primeros ejemplos de este enfoque. Fue diseñado en Stanford, donde Ed Feigenbaum, Bruce Buchanan y Joshua Lederberg colaboraron en la solución del problema de inferir una estructura molecular a partir de la información proporcionada por un espectrómetro

⁸ RUSSELL, Stuart y Peter Norving. **Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno.**

de masas. El programa se alimentaba con la fórmula elemental de la molécula ($C_6H_{13}NO_2$). La primera versión del programa generaba todas las posibles estructuras que correspondieran a la fórmula, luego predecía el espectro de masa que se observaría en cada caso, y comparaba estos con el espectro real. Así fue como comenzaron los primeros desarrollos e investigaciones sobre la Inteligencia Artificial.

1.3 CONCEPTO DE SISTEMA EXPERTO

Se puede decir que los Sistemas Expertos son el primer resultado operacional de la Inteligencia artificial, pues logran resolver problemas a través del conocimiento y raciocinio de igual forma que lo hace el experto humano.

Un Sistema Experto (SE), es básicamente un programa de computadora basado en conocimientos y raciocinio que lleva a cabo tareas que generalmente sólo realiza un experto humano⁹; es decir, es un programa que imita el comportamiento humano en el sentido de que utiliza la información que le es proporcionada para poder dar una opinión sobre un tema en especial. Otros autores lo definen como sigue: un Sistema Experto es un programa de computadora interactivo que contiene la experiencia, conocimiento y habilidad propios de una persona o grupos de personas especialistas en un área particular del conocimiento humano, de manera que permitan resolver problemas específicos de ése área de manera inteligente y satisfactoria.¹⁰ La tarea principal de un SE es tratar de aconsejar al usuario¹¹.

Los usuarios que introducen la información al SE son en realidad los expertos humanos, y tratan a su vez de estructurar los conocimientos que poseen

⁹ PARSAYE, Kamran, Mark Chignell, Setrag Khoshafian y Harry Wong. **Intelligent Databases**.

¹⁰ DE MIGUEL González, Luis Javier. **Técnicas de mantenimiento predictivo industrial basadas en Sistemas Expertos**. URL(<http://www.cartif.es/mantenimiento/expertos.html>)

¹¹ SCHILDT Herbert, **Utilización de C en Inteligencia Artificial**.

para ponerlos entonces a disposición del sistema. Los SE son útiles para resolver problemas que se basan en conocimiento¹².

Las características principales de este tipo de problemas, según algunos autores, son:

- Utilizan normas o estructuras que contengan conocimientos y experiencias de expertos especializados.
- Se obtienen conclusiones a través de deducciones lógicas.
- Contienen datos ambiguos.
- Contienen datos afectados por factores de probabilidad.¹³

Con base en lo anterior, algunos investigadores de IA señalan que un SE debe cumplir con las siguientes características:

- Tener un amplio conocimiento específico del área de especialización.
- Aplicar técnicas de búsqueda.
- Tener soporte para Análisis Heurístico.
- Poseer habilidad para inferir nuevos conocimientos ya existentes.
- Tener la capacidad de procesar símbolos.
- Tener la capacidad para explicar su propio razonamiento.¹⁴

Más adelante, en el Capítulo 5: Componentes de un Sistema Experto, se detallan las principales características de los SE y cómo se desarrollan tales características.

¹² CRIADO Briz, José Mario. **Sistemas Expertos**. URL(<http://home.worldonline.es/mariocr/>)

¹³ CRIADO Briz, José Mario. **Sistemas Expertos**. *Op. cit.*

¹⁴ ROLSTON, David W. **Principios de inteligencia artificial**.

2. DESARROLLO HISTÓRICO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Los Sistemas Expertos como tales, surgen a mediados de los años sesenta; en esos tiempos, se creía que bastaban unas pocas leyes de razonamiento junto con potentes ordenadores para producir resultados brillantes¹⁵. Los primeros investigadores que desarrollaron programas basados en leyes de razonamiento fueron Alan Newell y Herbert Simon, quienes desarrollaron el GPS (General Problem Solver). Este sistema era capaz de resolver problemas como el de las torres de Hanoi y otros similares, a través de la criptoaritmética. Sin embargo, este programa no podía resolver problemas más “cotidianos” y reales, como, por ejemplo, dar un diagnóstico médico.

Entonces algunos investigadores cambiaron el enfoque del problema: ahora se dedicaban a resolver problemas sobre un área específica intentando simular el razonamiento humano. En vez de dedicarse a computarizar la inteligencia general, se centraron en dominios de conocimiento muy concretos¹⁶. De esta manera nacieron los Sistemas Expertos.

El primer SE que se aplicó a problemas más reales fue desarrollado en 1965 con el fin de identificar estructuras químicas: el programa se llamó DENDRAL. Lo que este Sistema Experto hacía, al igual que lo hacían los expertos de entonces, era tomar unas hipótesis relevantes como soluciones posibles, y someterlas a prueba comparándolas con los datos¹⁷. El nombre DENDRAL significa *árbol* en griego. Debido a esto, el programa fue bautizado así porque su principal tarea era buscar en un árbol de posibilidades la estructura del compuesto.

¹⁵ SAMPER Márquez, Juan José. **Sistemas Expertos: El conocimiento al poder.**

URL(<http://www.psycologia.com/articulos/ar-jsamper01.htm>).

¹⁶ *Ibid.*

¹⁷ ROOS, Rita. **Historia de los Sistemas Expertos.**

URL(<http://www.monografias.com/trabajos10/exper/exper.shtml>).

El siguiente SE que causó gran impacto fue el Mycin, en 1972, pues su aplicación era detectar trastornos en la sangre y recetar los medicamentos requeridos. Fue tal el éxito de Mycin que incluso se llegó a utilizar en algunos hospitales¹⁸. Para 1973, se creó Tieresias, cuya función era la de servir de intérprete o interfaz entre los especialistas que manejaban el Mycin cuando introducían nuevos conocimientos¹⁹. Tieresias entraba en acción cuando Mycin cometía un error en un diagnóstico, por la falta de información o por alguna falla en el árbol de desarrollo de teorías, corrigiendo la regla que generaba el resultado o bien destruyéndola.

Para 1980 se implantó en la Digital Equipment Corporation (DEC) el primer Sistema Experto: el XCON. Para esto se tuvieron que dedicar dos años al desarrollo de este SE. Y valió la pena para la compañía, pues aún cuando en su primer intento al implantarse en 1979 consiguió sólo el 20% del 95% de la resolución de las configuraciones de todas las computadoras que salieron de DEC, volvió al laboratorio de desarrollo otro año más, y a su regreso le resultó en un ahorro de 40 millones de dólares a dicha compañía.

Para los años comprendidos entre 1980 y 1985 se crearon diversos sistemas expertos, tales como el DELTA de la General Electric Company, el cual se encargaba de reparar locomotoras diesel y eléctricas, o como "Aldo en Disco", que reparaba calderas hidrostáticas giratorias usadas para la eliminación de bacterias.

En esa misma época surgen empresas dedicadas a desarrollar Sistemas Expertos, las cuales que supusieron en conjunto una inversión total de más de 300 millones de dólares. Los productos más importantes que creaban estas nuevas compañías eran las "máquinas LISP", las cuales consistían en unos ordenadores

¹⁸ HURTADO Vega, José de Jesús. *Op. cit.*

¹⁹ ROOS, Rita. *Op. cit.*

que ejecutaban programas LISP con la misma rapidez que en un ordenador central.

Desgraciadamente para DEC, el SE que antes fuera un gran ahorro dejó de ser rentable en 1987, debido a que al actualizarlo llegaron a gastar más de dos millones de dólares al año para darle mantenimiento, por lo que su beneficio quedó en duda, y por lo tanto fue discontinuado; algo similar ocurrió con DELTA²⁰.

A continuación la Tabla 2.1 presenta de manera resumida los primeros Sistemas Expertos y sus aplicaciones.²¹

Sistema	Fecha	Autor	Aplicación
DENDRAL	1965	Stanford	Deduce información sobre estructuras químicas
Macsyma	1965	MIT	Análisis matemático complejo
HearSay	1965	Carnegie - Mellon	Interpreta en lenguaje natural un subconjunto del idioma
Mycin	1972	Stanford	Diagnóstico de enfermedades de la sangre
Tieresias	1972	Stanford	Herramienta para la transformación de conocimientos
Prospector	1972	Stanford	Exploración mineral y herramientas de identificación
Age	1973	Stanford	Herramienta para generar Sistemas Expertos
OPS5	1974	Carnegie – Mellon	Herramientas para desarrollo de Sistemas Expertos
Caduceus	1975	University of Pittsburg	Herramienta de diagnóstico para medicina interna
Rosie	1978	Rand	Herramienta de desarrollo de Sistemas Expertos
R1	1978	Carnegie – Mellon	Configurador de equipos d computación para DEC

²⁰ ROOS, Rita. *Op. cit.*

²¹ ROLSTON, David. *Op. cit.*

Tabla 2.1 Primeros Sistemas Expertos y sus aplicaciones

3. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

3.1 ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS EXPERTOS?

Desde su aparición, a mediados de 1960, los Sistemas Expertos se han definido como aquellos programas que se basan en el conocimiento y tratan de imitar el razonamiento de un experto para resolver un problema de un tópico definido. Su comportamiento se basa generalmente en reglas, es decir, se basa en conocimientos previamente definidos, y mediante estos conocimientos, los SE son capaces de tomar decisiones. Sería ilógico pensar que solo existe una definición de Sistemas Expertos, ya que tanto los SE como la propia IA han ido evolucionando a la par a través de los años.²²

En el Congreso Mundial de IA Feigenbaum se definió a los SE como:

- Un programa de computador inteligente que usa el conocimiento y procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para su resolución.

Sin embargo con los avances conseguidos hasta ahora esta definición ha cambiado, actualmente un SE define de la siguiente manera:

- Un SE es un sistema informático que simula los procesos de aprendizaje, memorización, razonamiento, comunicación y acción de un experto humano en una determinada rama de la ciencia, suministrando, de esta forma, un consultor que puede sustituirle con unas ciertas garantías de éxito.²³

²² DE ÁVILA Ramos, Jorge. *Op. cit.*

²³ *Ibid.*

Podemos agregar otro concepto actual, dado por la Asociación Argentina de Inteligencia Artificial:

- Los Sistemas Expertos permiten el desarrollo de otros sistemas que representan el conocimiento como una serie de reglas. Las distintas relaciones, conexiones y afinidades sobre un tema pueden ser compiladas en un Sistema Experto pudiendo incluir relaciones altamente complejas y con múltiples interacciones.²⁴

Las características mencionadas en las definiciones anteriores le permiten a un Sistema Experto almacenar datos y conocimiento, sacar conclusiones lógicas, ser capaces de tomar decisiones, aprender, comunicarse con expertos humanos o con otros Sistemas Expertos, explicar el razonamiento de su decisión y realizar acciones como consecuencia de todo lo anterior.²⁵

Un problema se presta a ser resuelto usando un Sistema Experto cuando:

- Una solución del problema tiene una rentabilidad tan alta que justifica el desarrollo de un sistema, pues las soluciones son necesidades del área y no se ha trabajado en otros métodos para obtenerla.
- El problema puede resolverse sólo por un conocimiento experto que puede dar forma a los conocimientos necesarios para resolver el problema, y la intervención de experto dará al sistema la experiencia que necesita.
- El problema puede resolverse solamente por un conocimiento experto en vez de usar algoritmos particulares.

²⁴ ASOCIACIÓN ARGENTINA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. **Glosario.**
URL(http://www.lafacu.com/apuntes/ingenieria/asocoacion_argentina_de_inteligencia_artificial/asocoacion_argentina_de_inteligencia_artificial.html)

²⁵ DE ÁVILA Ramos, Jorge. *Op. cit.*

-
- Se tiene acceso a un experto que puede dar forma a los conocimientos necesarios para resolver el problema. La intervención de este experto dará al sistema la experiencia que necesita.
 - El problema puede o no tener una solución única. Los Sistemas Expertos funcionan mejor con problemas que tienen un cierto número de soluciones aceptables.
 - El problema cambia rápidamente, o bien el conocimiento es el que cambia rápidamente, o sus soluciones son las que cambian constantemente.
 - El desarrollo de un Sistema Experto no se considera que está acabado una vez que funciona este, sino que continúan desarrollando y actualizando tanto el conocimiento del sistema como los métodos de procesamiento, quedando reflejados los progresos o modificaciones en el campo, área o sistema.²⁶

3.2 LOS EXPERTOS HUMANOS

Un experto humano es una persona que es competente en un área determinada del conocimiento o del saber. Un experto humano es alguien que sabe mucho sobre un tema determinado y que puede dar un consejo adecuado. Esta experiencia sólo se adquiere tras un largo aprendizaje y a base de mucha experiencia.²⁷ Los expertos humanos tienen las siguientes características generales:

- Son personas raras, tanto por su escaso número como su comportamiento poco “ortodoxo” y e “incomprensible” frente a los problemas con los que se enfrentan.
- Son caros por dos motivos: por su escaso número y por necesitar un largo periodo de aprendizaje.

²⁶ GONZÁLEZ Ayala, Luis Enrique. **Sistemas Expertos.**
URL(<http://www.prodigyweb.net.mx/enrayala/Sistemas.htm>)

²⁷ BRIAN Keith y Steven Brain, **Inteligencia artificial en el dragón.**

- No están siempre disponibles, pues son humanos y cuando se jubilan o mueren se llevan con ellos todos sus conocimientos. Es por eso que tradicionalmente están acompañados de un “aprendiz”.
- Hay expertos que tienen mal carácter, son informales o poco comunicativos, lo que a veces les hace antipáticos.

La forma más rápida de formar a un experto es mediante el aprendizaje formal o académico (“conocimiento profundo”) en un principio, y posteriormente un aprendizaje informal o práctico (“conocimiento informal”).²⁸

3.3 DIFERENCIAS ENTRE UN EXPERTO Y UN NO EXPERTO HUMANO

	EXPERTO	NO EXPERTO
Tiempo de Resolución	Pequeño	Grande
Eficacia Resolutiva	Alta	Baja
Organización	Alta	Baja
Estrategias y Tácticas	Sí	No
Búsqueda de Soluciones	Heurística	No Heurística
Cálculos Aproximados	Sí	No

Tabla 3.1 Diferencias entre un experto y un no experto humano.

El uso de heurísticas contribuye grandemente a la potencia y flexibilidad de los SE y tiende a distinguirlos aún mas del software tradicional.²⁹

²⁸ SÁNCHEZ y Beltrán, Juan Pablo. **Sistemas expertos: Una metodología de programación.**

²⁹ ROLSTON, David W. *Op. cit.*

3.4 DIFERENCIAS ENTRE UN SE Y UN PROGRAMA TRADICIONAL

	SISTEMA EXPERTO	PROGRAMA TRADICIONAL
Conocimiento	En programa e independiente	En programa y circuitos
Tipo de datos	Simbólicos	Numéricos
Resolución	Heurística	Combinatoria
Def. problema	Declarativa	Procedimental
Control	Independiente. No secuencial	Dependiente. Secuencial
Conocimientos	Imprecisos	Precisos
Modificaciones	Frecuentes	Raras
Explicaciones	Sí	No
Solución	Satisfactoria	Optima
Justificación	Sí	No
Resolución	Área limitada	Específico
Comunicación	Independiente	En programa

Tabla 3.2 Diferencias entre un Sistema Experto y un Programa Tradicional.

3.5 DIFERENCIAS ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERTO HUMANO

	SISTEMA EXPERTO	EXPERTO HUMANO
Conocimiento	Adquirido	Adquirido + Innato
Adquisición del conocimiento	Teórico	Teórico + Práctico
Campo	Único	Múltiples
Explicación	Siempre	A veces
Limitación de capacidad	Sí	Sí, no valuable
Reproducible	Sí, idéntico	No
Vida	Infinita	Finita

Tabla 3.3 Diferencias entre un Sistema Experto y un Experto Humano.

3.6 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Las ventajas que se presentan a continuación son en comparación con los expertos humanos:

- Están siempre disponibles a cualquier hora del día y de la noche, y de forma interrumpida.
- Mantiene el humor.
- Pueden duplicarse (lo que permite tener tantos SE como se necesiten).
- Pueden situarse en el mismo lugar donde sean necesarios.
- Permiten tener decisiones homogéneas efectuadas según las directrices que se les fijen.
- Son fáciles de reprogramar.
- Pueden perdurar y crecer en el tiempo de forma indefinida.
- Pueden ser consultados por personas o otros sistemas informáticos.³⁰

3.7 FORMA EN QUE LOS USUARIOS INTERACTÚAN CON LOS SE

El usuario de un SE puede estar operando en cualquiera de los siguientes modos:

- **VERIFICADOR.** El usuario intenta comprobar la validez del desempeño del sistema.
- **TUTOR.** El usuario da información adicional al sistema o modifica el conocimiento que ya está presente en el sistema.
- **ALUMNO.** El usuario busca rápidamente desarrollar pericia personal relacionada con el área específica mediante la recuperación de conocimientos organizados y condensados del sistema.

³⁰ SÁNCHEZ y Beltrán, Juan Pablo. *Op. cit.*

- **CLIENTE.** El usuario aplica la pericia del sistema a tareas específicas reales.

El reconocimiento de las caracterizaciones anteriores contrasta con la percepción de un simple papel (el cliente) de los sistemas tradicionales de software.³¹

3.8 SISTEMA EXPERTO VS. SISTEMA CLÁSICO

La siguiente tabla compara las características de ambos tipos de sistemas³²

Sistema Clásico	Sistema Experto
Conocimiento y procesamiento combinados en un programa	Base de conocimiento separada del mecanismo de procesamiento
No contiene errores	Puede contener errores
No da explicaciones, los datos sólo se usan o escriben	Una parte del sistema experto consiste en el módulo de explicación
Los cambios son tediosos	Los cambios en las reglas son fáciles
El sistema sólo opera completo	El sistema puede funcionar con pocas reglas
Se ejecuta paso a paso	La ejecución usa heurísticas y lógica
Necesita información completa para operar	Puede operar con información incompleta
Representa y usa datos	Representa y usa conocimiento

Tabla 3.4 Comparativa entre un Sistema Clásico y un Sistema Experto

³¹ ROLSTON, David W. *Op. cit.*

³² DE ÁVILA Ramos, Jorge. *Op. cit.*

4. REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento es la comprensión adquirida, implica aprendizaje, concienciación y familiaridad con una o más materias; 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.

El conocimiento que ha de funcionar en un SE es el conocimiento heurístico; el conocimiento heurístico es aquel conocimiento que ayuda a las personas u ordenadores a aprender, es el uso de los conocimientos empíricos. Las reglas de pensamiento, los trucos, los procedimientos o cualquier tipo de información que nos ayuda en la resolución de problemas.³³

La representación del conocimiento es un esquema o dispositivo utilizado para capturar los elementos esenciales del dominio de un problema. Una representación manipulable es aquella que facilita la computación. En representaciones manipulables, la información es accesible a otras entidades que usan la representación como parte de un cómputo.

Debido a la variedad de formas que el conocimiento puede asumir, los problemas involucrados en el desarrollo de una representación del conocimiento son complejos, interrelacionados y dependientes del objetivo. En términos generales, el conocimiento debe estar representado de tal forma que:

- Capture generalizaciones.
- Pueda ser comprendido por todas las personas que vayan a proporcionarlo y procesarlo.
- Pueda ser fácilmente modificado.

³³ DE MIGUEL González, Luis Javier. *Op. cit*

-
- Pueda ser utilizado en diversas situaciones aún cuando no sea totalmente exacto o completo.
 - Pueda ser utilizado para reducir el rango de posibilidades que usualmente debería considerarse para buscar soluciones.

El conocimiento declarativo puede ser representado con modelos relacionales y esquemas basados en lógica. Los modelos relacionales pueden representar el conocimiento en forma de árboles, grafos o redes semánticas. Los esquemas de representación lógica incluyen el uso de lógica proposicional y lógica de predicados.

Los modelos procedimentales y sus esquemas de representación almacenan conocimiento en la forma de cómo hacer las cosas. Pueden estar caracterizados por gramáticas formales, usualmente implantadas por sistemas o lenguajes procedimentales y sistemas basados en reglas (sistemas de producción).³⁴

En forma natural, el ser humano representa el conocimiento simbólicamente: imágenes, lenguaje hablado y lenguaje escrito. Adicionalmente, ha desarrollado otros sistemas de representación del conocimiento: literal, numérico, estadístico, estocástico, lógico.

La ingeniería cognoscitiva ha adaptado diversos sistemas de representación del conocimiento que, implantados en un computador, se aproximan mucho a los modelos elaborados por la psicología cognoscitiva para el cerebro humano. Tradicionalmente la representación del conocimiento conlleva el uso de marcos (frames), redes semánticas, cálculo de predicados o sistemas de

³⁴ ARTEAGA, René y Juan Carlos Armijos. **Tutorial de programación Heurística.**
URL(www.uc3m.es/cgi-bin/nph-count)

producción³⁵. Sin embargo, existen otros sistemas para la representación del conocimiento. Entre los principales sistemas se tienen:

Lógica Simbólica Formal:

- Lógica proposicional
- Lógica de predicados.
- Reglas de producción.

Formas Estructuradas:

- Redes asociativas.
- Estructuras frame.
- Representación orientada a objetos.

4.1. LÓGICA PROPOSICIONAL

La lógica proposicional es la más antigua y simple de las formas de lógica. Utilizando una representación primitiva del lenguaje, permite representar y manipular aserciones sobre el mundo que nos rodea. La lógica proposicional permite el razonamiento a través de un mecanismo que primero evalúa sentencias simples y luego sentencias complejas, formadas mediante el uso de conectivos proposicionales, por ejemplo Y (AND), O (OR). Este mecanismo determina la veracidad de una sentencia compleja, analizando los valores de veracidad asignados a las sentencias simples que la conforman.

La lógica proposicional permite la asignación de un valor verdadero o falso para la sentencia completa, pero no tiene la facilidad de analizar las palabras individuales que componen la sentencia.

³⁵ DE ALBORNOZ Bueno, Álvaro. **Laboratorio de procesamiento de imágenes.**
URL(http://www.cic.ipn.mx/organizacion/lab_de_int_art.htm)

La principal debilidad de la lógica proposicional es su limitada habilidad para expresar conocimiento.³⁶

4.2 LÓGICA DE PREDICADOS

Existen varias sentencias complejas que pierden mucho de su significado cuando se les representa en lógica proposicional. Por esto se desarrolló una forma lógica más general, capaz de representar todos los detalles expresados en las sentencias, esta es la lógica de predicados.

La lógica de predicados está basada en la idea de que las sentencias realmente expresan relaciones entre objetos, así como también cualidades y atributos de tales objetos. Los objetos pueden ser personas, objetos físicos, o conceptos. Tales *cualidades*, *relaciones* o *atributos*, se denominan predicados. Los *objetos* se conocen como argumentos o términos del predicado.

Al igual que las proposiciones, los predicados tienen un valor de veracidad, pero a diferencia de las proposiciones, su valor de veracidad, depende de sus términos. Es decir, un predicado puede ser verdadero para un conjunto de términos, pero falso para otro.³⁷

4.2.1. Ventajas y desventajas de la lógica de predicados

A continuación se presentan algunos aspectos característicos de la lógica de predicados y su implementación computacional, el lenguaje de programación PROLOG:

- **Manejo de incertidumbre.** Una de las mayores desventajas de la lógica de predicados es que sólo dispone de dos niveles de veracidad: verdadero y

³⁶ *Ibid.*

³⁷ *Ibid.*

falso. Esto se debe a que la deducción siempre garantiza que la inferencia es absolutamente verdadera. Sin embargo, en la vida real no todo es blanco y negro. En cierta forma el PROLOG ha logrado mitigar esta desventaja, permitiendo la inclusión de factores de certeza.

- **Razonamiento monotónico.** La lógica de predicados al ser un formalismo de razonamiento monótono, no resulta muy adecuada para ciertos dominios del mundo real, en los cuales las verdades pueden cambiar con el paso del tiempo. PROLOG compensa esta deficiencia proporcionando un mecanismo para remover los hechos de la base de datos. Por ejemplo, en TURBO PROLOG se tiene la cláusula *RETRACTALL*.
- **Programación declarativa.-** La lógica de predicados, tal como está diseñada en PROLOG, es un lenguaje de programación declarativo, en donde el programador sólo necesita preocuparse del conocimiento expresado en términos del operador de implicación y los axiomas. El mecanismo deductivo de la lógica de predicados llega a una respuesta (si esto es factible), utilizando un proceso exhaustivo de unificación y búsqueda. A pesar de que la búsqueda exhaustiva puede ser apropiada en muchos problemas, también puede introducir ineficiencias durante la ejecución. Para lograr un cierto control en el proceso de búsqueda, PROLOG ofrece la operación de corte, *CUT*. Cuando no se utiliza el *CUT*, PROLOG se convierte en un lenguaje puramente declarativo.³⁸

4.3 REGLAS DE PRODUCCIÓN

La Representación del conocimiento en forma de reglas de producción fue propuesta por Post en 1943. La regla es la forma más común de representar el conocimiento, debido a su gran sencillez y a que es la formulación más inmediata del principio de causalidad. Una regla consta de un conjunto de acciones o efectos (una o más) que son ciertas cuando se cumplen un conjunto de condiciones o

³⁸ *Ibid.*

causas. La potencia de una regla está en función de la lógica que admita en las expresiones de las condiciones y de las conclusiones.

La conclusión se suele referir a la creación de un nuevo hecho válido, o la incorporación de una nueva característica a un hecho, mientras que la acción suele referirse a la transformación de un hecho.³⁹

4.3.1. Ventajas y desventajas de las reglas de producción

Las ventajas que representan las reglas de producción son su carácter declarativo, su sencillez, su uniformidad - que permite la representación de conocimiento como de meta-conocimiento -, su independencia - que permite la supresión o inclusión sin que se vea afectado el resto de la base de conocimientos - y su modularidad al ser fácilmente agrupables.

La principal desventaja que presentan las reglas de producción, es la dificultad de establecer relaciones, para lo cual hay que recurrir al uso de meta reglas, lo que produce el crecimiento muy rápido del número de reglas, lo que hace lento el proceso de inferencia y conduce a la introducción repeticiones y lo que es peor, contradicciones.⁴⁰

4.4 REDES ASOCIATIVAS

Las redes semánticas o redes asociativas, fueron originalmente desarrolladas para representar el significado o semántica de oraciones en inglés, en términos de objetos y relaciones. Actualmente, el término redes asociativas ya no sólo se usa para representar relaciones semánticas, sino también para representar asociaciones físicas o causales entre varios conceptos u objetos.

³⁹ RICH, Elaine y Kevin Knight. **Artificial Intelligence.**

⁴⁰ BRATKO Ivan. **Prolog programming for Artificial Intelligence.**

Las redes asociativas se caracterizan por representar el conocimiento en forma gráfica. Agrupan una porción de conocimiento en dos partes: objetos y relaciones entre objetos. Los objetos se denominan también nodos (elementos del conocimiento) y las relaciones entre nodos se denominan enlaces o arcos. Cada nodo y cada enlace en una red semántica, deben estar asociados con objetos descriptivos.

Estas redes son muy apropiadas para representar conocimiento de naturaleza jerárquica. Su concepción se basa en la asociación de conocimientos que realiza la memoria humana. Las principales aplicaciones son: comprensión de lenguaje natural, bases de datos deductivas, visión por computadora y sistemas de aprendizaje.⁴¹

4.4.1. Ventajas y desventajas de las Redes Asociativas

Las redes asociativas tienen dos ventajas sobre los sistemas basados en reglas y sobre los sistemas basados en lógica:

- Permiten la declaración de importantes asociaciones, en forma explícita.
- Debido a que los nodos relacionados están directamente conectados, y no se expresan las relaciones en una gran base de datos, el tiempo que toma el proceso de búsqueda por hechos particulares puede ser significativamente reducido.

Entre las desventajas de las redes asociativas, se pueden mencionar:

- No existe una interpretación normalizada para el conocimiento expresado por la red. La interpretación de la red depende exclusivamente de los programas que manipulan la misma.

⁴¹ ANGULO Usategui, José María y Anselmo del Moral Bueno. **Guía fácil de la inteligencia artificial.**

-
- La dificultad de interpretación a menudo puede derivar en inferencias inválidas del conocimiento contenido en la red.
 - La exploración de una red asociativa puede derivar en una explosión combinatoria del número de relaciones que deben ser examinadas para comprobar una relación.⁴²

4.5 ESTRUCTURAS FRAME

Una plantilla (*frame*) es una estructura de datos apropiada para representar una situación estereotípica. Las plantillas organizan el conocimiento en objetos y eventos que resultan apropiados para situaciones específicas. La evidencia psicológica sugiere que la gente utiliza grandes plantillas para codificar el conocimiento de experiencias pasadas, o conocimiento acerca de cosas que se encuentran comúnmente, para analizar y explicar una situación nueva en su cotidiana actividad cognoscitiva.

Una *plantilla* representa un objeto o situación describiendo la colección de atributos que posee. Cada plantilla está formada por un nombre y por una serie de campos de información o *ranuras* (*slots*). Cada *ranura* puede contener uno o más *enlaces* (*facets*). Cada *enlace* tiene un valor asociado. Varios *enlaces* pueden ser definidos para cada *ranura*, por ejemplo:

- **Rango.** El conjunto de posibles valores para la ranura.
- **Valor.** El valor de la ranura.
- **Default.** El valor a ser asumido si no se especifica alguno.

Además los *enlaces* pueden ser procedimientos que residen en la base de datos y están aguardando para ser utilizados cuando se les necesite. Entre los más comunes se pueden mencionar:

⁴² ARTEAGA, René y Juan Carlos Armijos. *Op. cit.*

-
- **Si-Necesitado.** Procedimiento(s) para determinar el valor actual de una ranura.
 - **Si-Agregado.** Procedimiento(s) a ejecutarse cuando un valor es especificado para una ranura.
 - **Si-Modificado.** Procedimiento(s) a ejecutarse si el valor de una ranura es cambiado.

A estos procedimientos también se los denomina *demons* y representan un concepto poderoso en las plantillas, esto es, la habilidad de combinar conocimiento procedimental dentro de la estructura de conocimiento declarativo de la plantilla. Esto sugiere que una plantilla puede ser un medio poderoso de representación del conocimiento, especialmente si se la incorpora en una red de plantillas.⁴³

4.5.1. Ventajas y desventajas de los frames

Las ventajas que se pueden establecer para los sistemas basados en plantillas son las siguientes:

- Facilidad de proceso guiado por las expectativas. Un sistema basado en plantillas, mediante los *demons* es capaz de especificar acciones que deben tener lugar cuando ciertas condiciones se han cumplido durante el procesamiento de la información.
- El conocimiento que posee un sistema basado en plantillas es significativamente más estructurado y organizado que el conocimiento dentro de una red asociativa.
- Las plantillas pueden ser estructuradas de tal forma que sean capaces de determinar su propia aplicabilidad en determinadas situaciones. En el

⁴³ BENCHIMOL, Guy, Pierre Levine y Jean Charles Promerol. **Los sistemas expertos en la empresa.**

caso de que una plantilla en particular no sea aplicable, puede sugerir otras plantillas que pueden ser apropiadas para la situación.

- Se puede fácilmente almacenar en las ranuras valores dinámicos de variables, durante la ejecución de un sistema basado en conocimiento. Esto puede ser particularmente útil para aplicaciones de simulación, planeamiento, diagnóstico de problemas o interfaces para bases de datos.

Las principales desventajas que se pueden establecer para la representación del conocimiento mediante plantillas, son:

- Dificultad de representar objetos que se alejen considerablemente de estereotipos.
- No tiene la posibilidad de acomodarse a situaciones u objetos nuevos.
- Dificultad para describir conocimiento heurístico que es mucho más fácilmente representado mediante reglas.⁴⁴

4.6. REPRESENTACIÓN ORIENTADA A OBJETOS

Los objetos, son similares a las plantillas. Ambos sirven para agrupar conocimiento asociado, soportan herencia, abstracción y el concepto de procedimientos agregados. La diferencia radica en lo siguiente:

1. En las plantillas, a los programas y a los datos se los trata como dos entidades relacionadas separadas. En cambio en los objetos se crea una fuerte unidad entre los procedimientos (*métodos*) y los datos.
2. Los *demons* de las plantillas sirven sólo para computar valores para las diversas ranuras o para mantener la integridad de la base de conocimientos cada vez que una acción de alguna plantilla, afecta a otra. En cambio, los *métodos* utilizados por los objetos son más universales ya que

⁴⁴ ARTEAGA, René y Juan Carlos Armijos. *Op cit.*

proporcionan cualquier tipo general de computación requerida y además soportan encapsulamiento y polimorfismo.

Un objeto es definido como una colección de información que representa una entidad del mundo real y una descripción de cómo debe ser manipulada esta información, esto es, los *métodos*. Es decir, un objeto tiene un nombre, una caracterización de clase, varios atributos distintivos y un conjunto de operaciones.

La relación entre los objetos viene definida por los *mensajes*. Cuando un objeto recibe un *mensaje* válido, responde con una acción apropiada, retornando un resultado.⁴⁵

4.6.1. Ventajas y desventajas de la representación orientada a objetos

Los objetos, como forma de representación del conocimiento ofrecen las siguientes ventajas:

- Poder de abstracción.
- Encapsulamiento o capacidad de esconder información.
- Herencia, es decir pueden recibir características de sus ancestros.
- Polimorfismo, que permite crear una interfaz común para todos los diversos objetos utilizados dentro del dominio.
- Posibilidad de reutilización del código.
- Mayor facilidad para poder trabajar eficientemente con sistemas grandes.

Las desventajas son similares a las que se indicaron para las plantillas:

- Dificultades para manejar objetos que se alejan demasiado de la norma.
- Dificultades para manejar situaciones que han sido encontradas previamente.⁴⁶

⁴⁵ *Ibid.*

⁴⁶ *Ibid*

5. COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO

Los dos componentes principales de cualquier Sistema Experto son una BASE DE CONOCIMIENTOS y un PROGRAMA DE INFERENCIA, o también llamado MOTOR DE INFERENCIAS⁴⁷.

1. La base de conocimientos del Sistema Experto con respecto a un tema específico para el que se diseña el sistema. Este conocimiento se codifica según una notación específica que incluye reglas, predicados, redes semánticas y objetos.
2. El motor de inferencia, que es el que combina los hechos y las preguntas particulares, utilizando la base de conocimiento, seleccionando los datos y pasos apropiados para presentar los resultados.⁴⁸

Esta definición de las partes de un Sistema Experto es muy general, ahora se presenta una serie de componentes más detallados de un SE:

- **Subsistema de control de coherencia.** Este componente previene la entrada de información incoherente en la base de conocimiento. Es un componente muy necesario, a pesar de ser un componente reciente.
- **Subsistema de adquisición de conocimiento.** Se encarga de controlar si el flujo de nuevo conocimiento a la base de datos es redundante. Sólo almacena la información que es nueva para la base de datos.
- **Motor de inferencia.** Este componente es básico para un SE; se encarga de obtener conclusiones comenzando desde el conocimiento abstracto hasta el conocimiento concreto. Si el conocimiento inicial es muy poco, y el sistema no puede obtener ninguna conclusión, se utilizará el subsistema de demanda de información.

⁴⁷ DE MIGUEL González, Luis Javier. *Op. cit*

⁴⁸ CRIADO Briz, José Mario. **Sistemas Expertos.** *Op. cit.*

- **Subsistema de demanda de información.** Completa el conocimiento necesario y reanuda el proceso de inferencia hasta obtener alguna conclusión válida. El usuario puede indicar la información necesaria en este proceso ayudado de una interfase de usuario (la cual facilita la comunicación entre el Sistema Experto y el usuario).
- **Subsistema de incertidumbre.** Se encarga de almacenar la información de tipo incierto y propaga la incertidumbre asociada a esta información.
- **Subsistema de ejecución de tareas.** Permite realizar acciones al Sistema Experto basadas en el motor de inferencia.
- **Subsistema de explicación.** Este componente entra en ejecución cuando el usuario solicita una explicación de las conclusiones obtenidas por el SE. Esto se facilita mediante el uso de una interfase.⁴⁹

Muchos investigadores hacen representaciones visuales de los componentes de un SE. Por ejemplo, De Miguel muestra su diagrama de un SE en la figura 5.1.

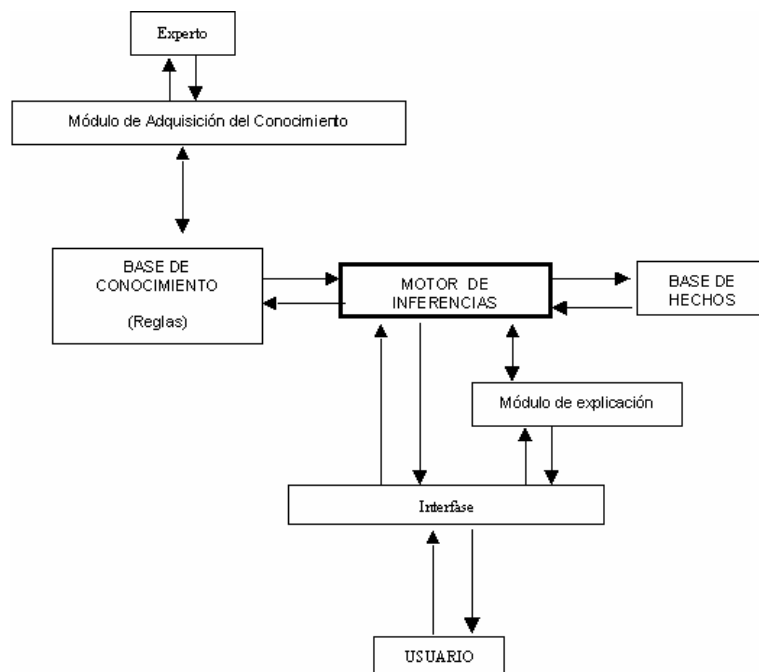


Figura 5.1 Estructura de un Sistema Experto según De Miguel

⁴⁹ SELL, Peter. **Sistemas Expertos para principiantes.**

Otra representación de componentes de un Sistema Experto es la de Samper quien nos dice que no existe una estructura común para un Sistema Experto. Sin embargo, la mayoría de los sistemas expertos tienen ciertos componentes básicos: base de conocimientos, motor de inferencia, base de datos e interfaz con el usuario. Muchos tienen, además, un módulo de explicación y un módulo de adquisición del conocimiento. La figura 5.2 muestra la estructura de un Sistema Experto ideal.

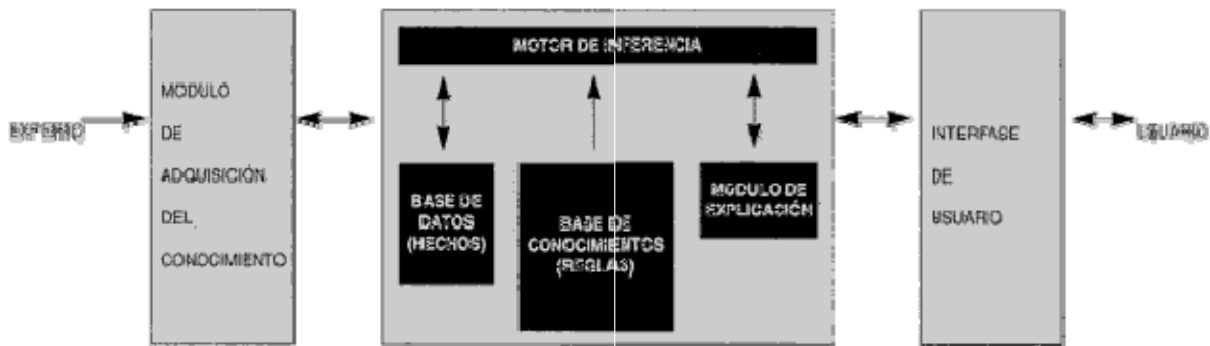


Figura 5.2 Estructura de un Sistema Experto ideal para Samper

La base de conocimientos contiene el conocimiento especializado extraído del experto en el dominio. Es decir, contiene conocimiento general sobre el dominio en el que se trabaja. El método más común para representar el conocimiento es mediante reglas de producción. El dominio de conocimiento representado se divide, pues, en pequeñas fracciones de conocimiento o reglas.

Una característica muy importante es que la base de conocimientos es independiente del mecanismo de inferencia que se utiliza para resolver los problemas. De esta forma, cuando los conocimientos almacenados se han quedado obsoletos, o cuando se dispone de nuevos conocimientos, es relativamente fácil añadir reglas nuevas, eliminar las antiguas o corregir errores en las existentes. No es necesario reprogramar todo el Sistema Experto.

Las reglas suelen almacenarse en alguna secuencia jerárquica lógica, pero esto no es estrictamente necesario. Se pueden tener en cualquier secuencia y el

motor de inferencia las usará en el orden adecuado que necesite para resolver un problema.⁵⁰

La base de datos o base de hechos es una parte de la memoria del ordenador que se utiliza para almacenar los datos recibidos inicialmente para la resolución de un problema. Contiene conocimiento sobre el caso concreto en que se trabaja. También se registrarán en ella las conclusiones intermedias y los datos generados en el proceso de inferencia. Al memorizar todos los resultados intermedios, conserva el vestigio de los razonamientos efectuados; por lo tanto, se puede utilizar explicar las deducciones y el comportamiento del sistema.

El motor de inferencias es un programa que controla el proceso de razonamiento que seguirá el Sistema Experto. Utilizando los datos que se le suministran, recorre la base de conocimientos para alcanzar una solución. La estrategia de control puede ser de encadenamiento progresivo o de encadenamiento regresivo. En el primer caso se comienza con los hechos disponibles en la base de datos, y se buscan reglas que satisfagan esos datos, es decir, reglas que verifiquen la parte SI. Normalmente, el sistema sigue los siguientes pasos:

1. Evaluar las condiciones de todas las reglas respecto a la base de datos, identificando el conjunto de reglas que se pueden aplicar (aquellas que satisfacen su parte condición).
2. Si no se puede aplicar ninguna regla, se termina sin éxito; en caso contrario se elige cualquiera de las reglas aplicables y se ejecuta su parte acción (esto último genera nuevos hechos que se añaden a la base de datos).
3. Si se llega al objetivo, se ha resuelto el problema; en caso contrario, se vuelve al paso 1

A este enfoque se le llama también guiado por datos, porque es el estado de la base de datos el que identifica las reglas que se pueden aplicar. Cuando se

⁵⁰ SAMPER Márquez, Juan José. *Op. cit.*

utiliza este método, el usuario comenzará introduciendo datos del problema en la base de datos del sistema.

Al encadenamiento regresivo se le suele llamar guiado por objetivos, ya que, el sistema comenzará por el objetivo (parte acción de las reglas) y operará retrocediendo para ver cómo se deduce ese objetivo partiendo de los datos. Esto se produce directamente o a través de conclusiones intermedias o subobjetivos.

Lo que se intenta es probar una hipótesis a partir de los hechos contenidos en la base de datos y de los obtenidos en el proceso de inferencia.

En la mayoría de los Sistemas Expertos se utiliza el encadenamiento regresivo. Este enfoque tiene la ventaja de que el sistema va a considerar únicamente las reglas que interesan al problema en cuestión. El usuario comenzará declarando una expresión E y el objetivo del sistema será establecer la verdad de esa expresión.

Para ello se pueden seguir los siguientes pasos:

1. Obtener las reglas relevantes, buscando la expresión E en la parte acción (éstas serán las que puedan establecer la verdad de E)
2. Si no se encuentran reglas para aplicar, entonces no se tienen datos suficientes para resolver el problema; se termina sin éxito o se piden al usuario más datos.
3. Si hay reglas para aplicar, se elige una y se verifica su parte condición C con respecto a la base de datos.
4. Si C es verdadera en la base de datos, se establece la veracidad de la expresión E y se resuelve el problema.
5. Si C es falsa, se descarta la regla en curso y se selecciona otra regla.
6. Si C es desconocida en la base de datos (es decir, no es verdadera ni falsa), se le considera como subobjetivo y se vuelve al paso 1 (C será ahora la expresión E).

Existen también enfoques mixtos en los que se combinan los métodos guiados por datos con los guiados por objetivos.

La interfaz de usuario permite que el usuario pueda describir el problema al Sistema Experto. Interpreta sus preguntas, los comandos y la información ofrecida. A la inversa, formula la información generada por el sistema incluyendo respuestas a las preguntas, explicaciones y justificaciones. Es decir, posibilita que la respuesta proporcionada por el sistema sea inteligible para el interesado.

También puede solicitar más información al SE si le es necesaria. En algunos sistemas se utilizan técnicas de tratamiento del lenguaje natural para mejorar la comunicación entre el usuario y el SE.

La mayoría de los sistemas expertos contienen un módulo de explicación, diseñado para aclarar al usuario la línea de razonamiento seguida en el proceso de inferencia. Si el usuario pregunta al sistema cómo ha alcanzado una conclusión, éste le presentará la secuencia completa de reglas usada. Esta posibilidad de explicación es especialmente valiosa cuando se tiene la necesidad de tomar decisiones importantes amparándose en el consejo del SE. Además, de esta forma, y con el tiempo suficiente, los usuarios pueden convertirse en especialistas en la materia, al asimilar el proceso de razonamiento seguido por el sistema. El subsistema de explicación también puede usarse para depurar el SE durante su desarrollo.

El módulo de adquisición del conocimiento permite que se puedan añadir, eliminar o modificar elementos de conocimiento (en la mayoría de los casos reglas) en el SE. Si el entorno es dinámico, entonces este componente es muy necesario, puesto que el sistema funcionará correctamente sólo si se mantiene actualizado su conocimiento. El módulo de adquisición permite efectuar ese mantenimiento, anotando en la base de conocimientos los cambios que se producen.⁵¹

⁵¹ SAMPER Márquez, Juan José. *Op. cit.*

6. CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO

La construcción de un SE no es una tarea sencilla, debido a que involucra mucha participación de distintas personas, cada una de las cuales aportará algo para que el SE a desarrollar sea robusto y fácil de usar y mantener. Además se deben hacer varias elecciones en cuanto al desarrollo del Sistema Experto.

La primera decisión consiste en determinar si se comenzará el SE desde cero o se utilizará un shell – que es un SE sin la base de conocimientos –. Si se opta por usar el shell se debe elegir el que más se adecue al objetivo del SE que se desea construir, ya que existen diversos shells de Sistemas Expertos encaminados hacia distintos objetivos.

Si por el contrario se opta por comenzar desde cero, se deberá entonces determinar qué metodología utilizar, es decir, determinar la guía para el desarrollo del SE, cómo se implementará la base de conocimientos y el motor de inferencia, principalmente; y como complemento se debe elegir el lenguaje que se va a utilizar para el proyecto.

6.1 ASPECTOS GENERALES

6.1.1 El Equipo de Desarrollo

Para desarrollar un SE primero se debe conocer el equipo de gente necesario, después los métodos que utiliza ese equipo de gente y por ultimo cómo prueban y construyen prototipos de software para terminar en el sistema final.

Las personas que componen un grupo o un equipo, como en todos los ámbitos deben cumplir ciertas características y cada uno de ellos dentro del equipo desarrolla un papel distinto. A continuación se detalla cada componente del equipo dentro del desarrollo y cuál es la función de cada uno:

-
- a) **El experto.** La función del experto es la de poner sus conocimientos especializados a disposición del Sistema Experto.
 - b) **El ingeniero del conocimiento.** Es el ingeniero que plantea las preguntas al experto, estructura sus conocimientos y los implementa en la base de conocimientos.
 - c) **El usuario.** El usuario aporta sus deseos y sus ideas, determinando especialmente el escenario en el que debe aplicarse el Sistema Experto.

En el desarrollo de un Sistema Experto, El ingeniero del conocimiento y el experto trabajan muy unidos. El primer paso consiste en elaborar los problemas que deben ser resueltos por el sistema. Precisamente en la primera fase de un proyecto es de vital importancia determinar correctamente el ámbito estrechamente delimitado de trabajo. Aquí se incluye ya el usuario posterior, o un representante del grupo de usuarios. Para la aceptación, y en consecuencia para el éxito, es de vital y suma importancia tener en cuenta los deseos y las ideas del usuario.

Una vez delimitado el dominio, se alimenta el sistema con los conocimientos del experto. El experto debe comprobar constantemente que su conocimiento haya sido transmitido de la forma más conveniente. El ingeniero del conocimiento es responsable de una implementación correcta, pero no de la exactitud del conocimiento. La responsabilidad de esta exactitud recae en el experto.

De ser posible, el experto deberá tener comprensión para los problemas que depara el procesamiento de datos. Ello facilitará mucho el trabajo. Además, no debe ignorarse nunca al usuario durante el desarrollo, para que al final se disponga de un sistema que le sea de máxima utilidad.

La estricta separación entre usuario, experto e ingeniero del conocimiento no deberá estar siempre presente. Pueden surgir situaciones en las que el experto puede ser también el usuario. Este es el caso, cuando exista un tema muy complejo cuyas relaciones e interacciones deben ser determinadas una y otra vez con un gran consumo de tiempo. De esta forma el experto puede ahorrarse trabajos repetitivos.

La separación entre experto e ingeniero del conocimiento permanece, por regla general, inalterada.⁵²

6.1.2 Construcción de las principales partes de un SE

Como ya se mencionó, los principales componentes de un SE son la base de conocimiento y el motor de inferencia. La metodología tradicional se enfoca principalmente a la construcción de dichos componentes.

La base de conocimiento

La base de conocimiento es una base de datos que posee una información y unas reglas específicas sobre una materia o tema determinado. En la metodología tradicional, la base de conocimiento se conforma de objetos y atributos. Un objeto es una conclusión que es definida por sus atributos relacionados; y un atributo es una característica o cualidad específica que ayuda a definir un objeto.

La base de conocimiento se puede ver como una lista de objetos con sus reglas y atributos asociados. En el sentido más simple, la regla que se aplica para un atributo determina si un objeto “tiene” o “no tiene” determinado atributo. Por lo que un objeto se define usando una lista de atributos que el objeto posea o no.⁵³

⁵² CRIADO Briz, José Mario. **Sistemas Expertos**. *Op. cit.*

⁵³ SCHILDT Herbert. *Op. cit*

El motor de inferencia

Para construir un motor de inferencia, existen tres métodos básicos: encadenamiento hacia adelante, encadenamiento hacia atrás y reglas de producción.⁵⁴

Método de encadenamiento hacia adelante

A este método se le llama *conducido por datos*, porque el motor de inferencia utiliza la información que el usuario le proporciona para moverse a través de una red de operadores AND y operadores OR hasta que encuentra un punto terminal que es el objeto. Si el motor de inferencia no puede encontrar un objeto que cumpla con los requisitos, el SE pide más información. Los atributos que definen al objeto crean un camino que conduce al mismo objeto: la única forma de alcanzar dicho objeto es satisfacer todas sus reglas. En resumen el sistema de encadenamiento hacia adelante construye un árbol desde las hojas hasta la raíz, como se puede ver en la figura 6.1.

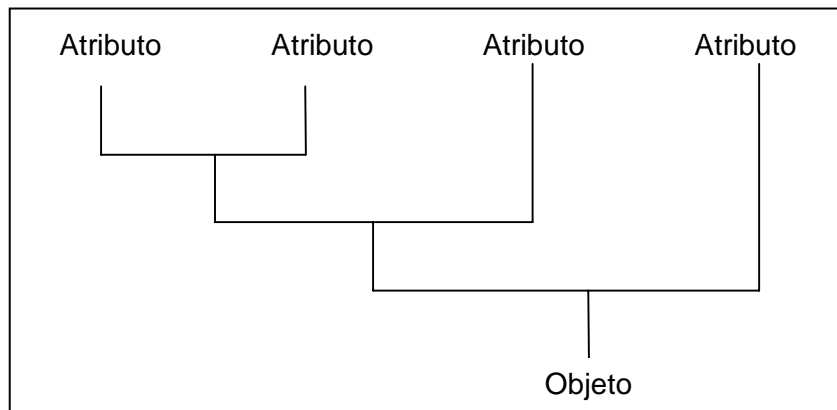


Figura 6.1 Método de encadenamiento hacia adelante

⁵⁴ *Ibid.*

Método de encadenamiento hacia atrás.

Este método es el contrario al método anterior. Un motor de inferencia de encadenamiento hacia atrás comienza con una hipótesis (objeto) y pide información para confirmarlo o negarlo. A este método se le llama *conducido por objetos* porque el SE empieza con un objeto e intenta verificarlo. En resumen, el encadenamiento hacia atrás *poda* un árbol, lo cual es lo contrario al método anterior, en el cual se construye un árbol, esto se muestra en la figura 6.2.

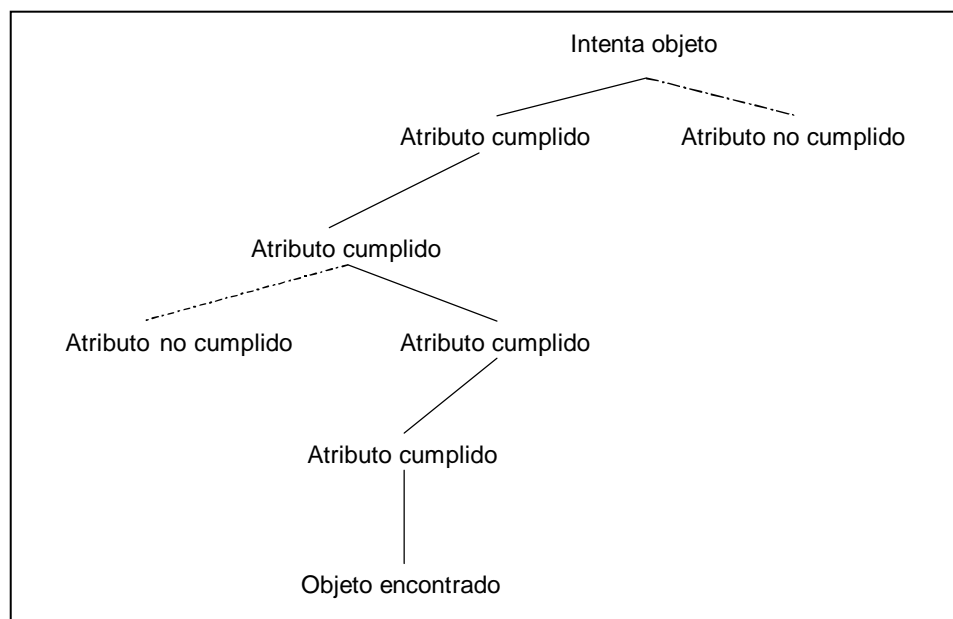


Figura 6.2. Encadenamiento hacia atrás

Método de reglas de producción

Este método es una mejora al método de encadenamiento hacia atrás. La teoría operativa general es que el sistema pide como información aquella que *elimine la mayor incertidumbre posible*. El problema que existe con este método está en su dificultad para llevarse a cabo, primeramente debido a que la base de conocimiento a menudo es tan grande que el número de combinaciones que el

sistema puede soportar se rebasa fácilmente, por lo tanto, el sistema no puede determinar exactamente qué información eliminará una mayor incertidumbre. En segundo lugar, los sistemas de reglas de producción requieren que la base de conocimientos contenga no sólo la información objeto – atributo, sino además un valor cuantificador, lo que hace aun más difícil la construcción de la base de conocimientos.

6.2 METODOLOGÍAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SE

6.2.1 Metodología de Prototipos

En el desarrollo de Sistemas Expertos se nos plantean dos importantes riesgos:

1. No existen implementaciones similares que puedan servir de orientación al encargado del desarrollo en casi la totalidad de los casos.
2. En muchos puntos, los requisitos necesarios están esbozados con muy poca precisión.

El diseño y la especificación requieren una temprana determinación de la interfaz del software y de la funcionalidad de los componentes. Durante el desarrollo, resulta apropiado empezar con implementaciones tipo test para encontrar el camino hacia una solución definitiva y para hacerlas coincidir con las necesidades del usuario.

Un método efectivo es la implementación de un prototipo de Sistema Experto que permita llevar a cabo las funciones más importantes de éste, aunque con un esfuerzo de desarrollo considerablemente inferior al de una implementación convencional. Este proceder se define bajo el nombre de 'Rapid Prototyping'. Para Sistemas Expertos, el 'Rapid Prototyping' es el procedimiento

más adecuado, pues posibilita una rápida reacción a los deseos en constante cambio tanto por parte de los expertos como parte del usuario.⁵⁵

6.2.2 Metodología Orientada a Objetos

La programación orientada a objetos (OOP en adelante) es un tipo de programación que provee una manera de modularizar programas estableciendo áreas de memoria particionadas para datos y procedimientos, que pueden ser usadas como plantillas para crear copias de tales módulos conforme se requieran.⁵⁶

Cada área de memoria a la que se refiere en el párrafo anterior es conocida como *clase*, mientras que las copias creadas a partir de la clase son llamadas *objetos*. La OOP tiene varias propiedades, entre los cuales destacan:

- **Abstracción.** Permite enfocarse en la solución general del problema, sin preocuparse de los detalles.
- **Encapsulación.** Es el concepto de que un objeto debería tener separada su interfaz de su implementación. Es decir, un objeto es visto como una “caja negra”.
- **Polimorfismo.** Significa que un objeto se puede comportar de diversas maneras, dependiendo del contexto en el que se encuentre.
- **Herencia.** Significa que se pueden crear clases que “hereden” el comportamiento de una o más clases padre; y que además añadan su propio comportamiento.

El concepto de encapsulación evita que se pueda modificar el estado interno de un objeto por el código cliente que lo utiliza, es decir solamente el código mismo del objeto puede modificar el estado interno del mismo. Esto se

⁵⁵ CRIADO Briz, José Mario. **Sistemas Expertos.** *Op. cit.*

⁵⁶ TELLO, Ernest. **Object oriented programming for artificial intelligence.**

puede aprovechar en la construcción de SE creando clases que correspondan a los componentes de un SE.

Por lo tanto si se utiliza la metodología orientada a objetos a la construcción de SE, se debe crear una clase que contenga el código referente a la base de conocimiento. Si dicha base de conocimiento es un conjunto de objetos con sus propiedades, entonces dicha clase será una clase contenedor de objetos de otra clase, los cuales contendrán el nombre del objeto y una lista de atributos. La figura 6.3 muestra lo expuesto.

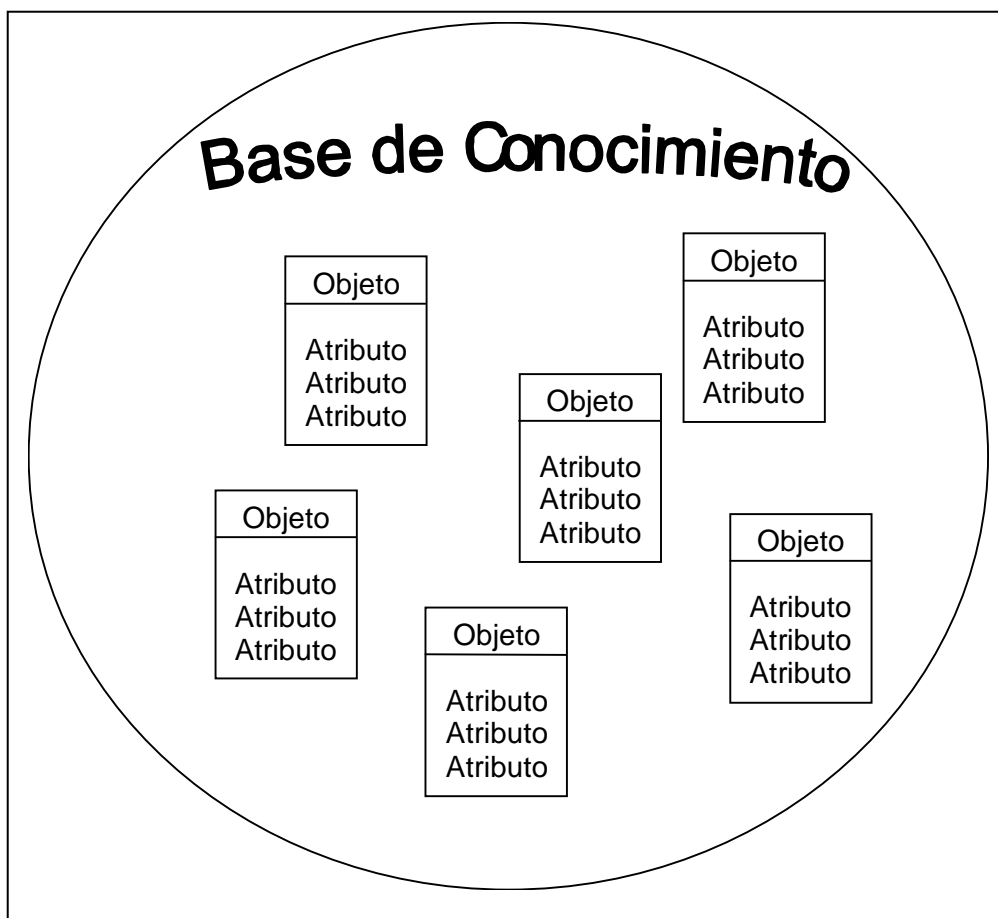


Figura 6.3 La base de conocimientos es vista como un objeto contenedor de otros objetos usando la Metodología Orientada a Objetos

Obviamente, la clase Base de Conocimiento deberá tener todo el código necesario para leer los objetos, quizá de una base de datos, quizá de un archivo,

guardar los objetos, ingresar nuevos objetos o atributos, eliminar objetos o atributos, etc.

De manera similar, el motor de inferencia se implementa como una clase, la cual contiene encapsulada toda la lógica que hace que funcione el SE, es decir si se implementa usando encadenamiento hacia adelante, encadenamiento hacia atrás o reglas de producción, dicha implementación estará contenida dentro de la clase.

Esta metodología tiene diversas ventajas, entre las cuales destaca el hecho que cualquier modificación o mantenimiento que se le quiera realizar a un determinado componente no afectará al otro y viceversa. Tello propone crear especializaciones o jerarquías de clases (usando herencia) que incluyan métodos que permitan a los objetos modificarse a sí mismos, logrando con esto que un SE aprenda por sí mismo, modificando su base de conocimiento sin modificar los demás componentes. Otra ventaja de la OOP es que mediante la herencia, las clases hijas heredarán el comportamiento de las clases padres, evitando con esto, tener que incluir código redundante en las especializaciones.⁵⁷

6.3 LENGUAJES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE SE

6.3.1 LISP

LISP, acrónimo de lenguaje de Procesamiento de Listas, fue inventado por John McCarthy y su equipo en la Universidad de Stanford a finales de 1950. Originalmente fue creado como un modelo computacional de procesos matemáticos, reflejando el rigor de las propias matemáticas.⁵⁸

⁵⁷ *Ibid.*

⁵⁸ HASEMER, Tony y John Domingue. **Common LISP Programming for Artificial Intelligence.**

LISP actualmente está diseñado para manejar símbolos matemáticos (variables), por lo que es utilizado perfectamente para la investigación en IA, donde un símbolo puede representar cualquier cosa. LISP tiene dos características principales que lo hacen sobresalir de entre los demás lenguajes para IA; primero, es altamente flexible, es decir, es posible escribir un programa LISP para producir cualquier comportamiento deseable de la computadora; segundo, es indefinidamente extensible, lo que significa que si como programador siente que a LISP le falta alguna característica, puede escribir un programa LISP que provea dicha característica y hacer que ese programa forme parte de su LISP personal.

LISP utiliza un ciclo llamado **leer – evaluar – imprimir**. Cuando el programador teclea algo en LISP, el lenguaje toma lo que se ha tecleado, intenta responder de cualquier forma y después despliega dicha respuesta en la pantalla.

El término en LISP usado para “ver lo que se ha tecleado” es **leer**; el término usado para “tratar de responder de cualquier forma” es **evaluar**; y el término usado para “desplegar la respuesta en la pantalla” es **imprimir**. Si hubiera una persona en vez de una máquina en frente del programador, diríamos que dicha persona estaría escuchando, comprendiendo y respondiendo al programador.⁵⁹

LISP utiliza los siguientes conceptos característicos:

- **Listas y Átomos.** La estructura más importante es la lista. Los átomos pueden subordinarse a cualidades.
- **La Función.** Cada función LISP y cada programa LISP tiene estructura de lista. Los programas no pueden distinguirse sintácticamente de los datos. LISP ofrece sus propias funciones básicas.
- **Forma de Trabajo.** LISP es un lenguaje funcional. Ofrece la posibilidad de realizar definiciones recursivas de funciones. La unión de

⁵⁹ *Ibid.*

procedimientos se realiza de forma dinámica, es decir en plena ejecución, no como en otros lenguajes de programación. El sistema realiza automáticamente una gestión dinámica de memoria.

- **Los átomos son números, cadenas de caracteres o símbolos.** Un símbolo puede tener varios valores, al igual que una variable en otros lenguajes de programación, como por ejemplo un número, o también puede ser el nombre de una función, o incluso ambos. Además a un símbolo se le pueden subordinar cualidades, que además del valor del símbolo, contienen información adicional. Estas cualidades también reciben el nombre de atributos.

Un componente importante de un sistema LISP es la gestión dinámica de la memoria. El sistema administrará el espacio en la memoria para las listas en constante modificación, sin que el usuario lo deba solicitar. Libera los espacios de memoria que ya no son necesarios y los pone a disposición de usos posteriores.

La necesidad de este proceso se deriva de la estructura básica de LISP, las listas, que se modifican de forma dinámica e ilimitada.

Además un sistema LISP abarca bastante más que el solo intérprete del lenguaje LISP. Consta de algunos cómodos módulos que ofrecen ayuda en el desarrollo y control del progreso en programas, como son el Editor, el File-System y el Trace. Por supuesto estos módulos sólo están en versiones de LISP que contengan la conocida interfaz gráfica IDE (entorno de desarrollo integrado) típica de los modernos lenguajes visuales.

6.3.2 CLIPS

CLIPS es otra herramienta para el desarrollo de S.E. que ofrece un entorno completo para su construcción basado en reglas y objetos. CLIPS está siendo utilizado por numerosos usuarios como la NASA (que es su creadora), muchas universidades y empresas. CLIPS viene de (C Language Integrated Production

System) y como su nombre indica uno de los objetivos que buscaban sus creadores era la fácil integración con programas en C. Así, al darle una portabilidad con programas en lenguaje C, las universidades que lo usan pueden trasladar fácilmente sus aplicaciones al entorno del agente.⁶⁰

6.3.3 Prolog

Prolog es un lenguaje de programación que se centra alrededor de un conjunto pequeño de mecanismos, incluyendo reconocimiento de patrones, estructuras de datos basadas en árboles y backtracking (retroceso) automático. Este conjunto pequeño constituye una estructura de programación sorprendentemente poderosa y flexible. Prolog es ideal para resolver problemas que involucren objetos – en particular objetos estructurados – y relaciones entre ellos. Por ejemplo, un ejercicio muy sencillo en Prolog es expresar relaciones espaciales, de la forma: “la esfera azul detrás de la verde”.⁶¹

Prolog nació en Europa, y fue implementado primeramente para dar soporte al Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN). Prolog trabajaba (y sigue haciéndolo hasta nuestros días) esencialmente con la lógica matemática.⁶² Bratko completa el comentario afirmando que Prolog nació de una idea de programación lógica que emergió a principios de 1970, para usar la lógica como un lenguaje de programación.⁶³

Prolog tiene cierto vigor híbrido en el sentido de que contiene características declarativas de la lógica computacional matemática y algunos aspectos procedurales de la programación convencional. En vez de escribir un procedimiento con una secuencia de pasos, un programador Prolog escribe un

⁶⁰ BAÑARES, José Ángel. **Herramientas para las asignaturas del IAIC.**
URL(<http://diana.cps.unizar.es/IA/noticias.html>)

⁶¹ BRATKO Iván. *Op. cit.*

⁶² WALKER Adrian, Michael Mc Cord, John Sowa y Walter Wilson. **Knowledge – Based Systems and Prolog.**

⁶³ BRATKO Ivan. *Op. cit.*

conjunto declarativo de reglas y hechos con sus respectivas relaciones. Debido a esto, los diagramas de flujos y las técnicas convencionales de programación no aplican en Prolog.

Walker afirma que niños de 10 años de edad encuentran a Prolog como un lenguaje sencillo de aprender. Pero los programadores profesionales con muchos años de experiencia a menudo lo encuentran revuelto y confuso. Lo revuelto de Prolog es su simplicidad y que no tiene las características más comunes de los lenguajes procedurales.⁶⁴

Entre tales características con las que no cuenta Prolog se encuentran:

- Sentencias de asignación.
- Sentencias goto.
- Sentencias if – then – else.
- Ciclos do, ciclos for y ciclos while.

Sin embargo, Prolog compensa tales características con las siguientes, las cuales lo hacen un lenguaje poderoso para la representación del conocimiento:

- Predicados que expresan relaciones entre entidades.
- Un método para definir predicados mediante reglas de aserción y hechos.
- Un método para hacer preguntas para comenzar cómputos.
- Un procedimiento de búsqueda hacia atrás para evaluar metas.
- Estructura de datos que pueden simular registros estilo Pascal o listas estilo Lisp.
- Un reconocedor de patrones que construye y analiza las estructuras de datos.

⁶⁴ WALKER Adrian, Michael Mc Cord, John Sowa y Walter Wilson. *Op. cit*

-
- Un conjunto de predicados preconstruidos para aritmética, entrada y salida y servicios de sistemas.

6.3.4 Smalltalk

Smalltalk fue el primer lenguaje de programación que fue diseñado para basarse exclusivamente en objetos. Fue originalmente inventado por Alan Kay en Xerox PARC en 1972, pero mucha gente le ha hecho importantes contribuciones al diseño del lenguaje. Este lenguaje se ha convertido en una opción muy popular en diversos campos como los videojuegos y la Inteligencia Artificial.

Virtualmente todo lo que existe en un sistema Smalltalk es una instancia de una clase particular de objeto y generalmente puede haber tantas instancias como se deseen. Esto significa que se pueden tener cualquier número de instancias de cualquier característica del sistema activas al mismo tiempo.⁶⁵

6.3.5. C y C++

C es uno de los lenguajes de programación más populares en uso. Proporciona un esqueleto estructurado sin límites para la creatividad del programador; una de las ventajas de C sobre otros lenguajes usados para investigación en IA es que es un lenguaje estructurado y además, si su aplicación no requiere usar la técnica Backtracking ni los recursos de una base de datos, estos no se convierten en un peso extra que debe soportar la aplicación.

No hay una sola técnica de IA que no pueda ser desarrollada en un lenguaje procedimental como lo es C. De hecho, el desarrollo de ciertas rutinas es en verdad más claro en C que un lenguaje de IA.

⁶⁵ TELLO, Ernest. *Op. cit.*

En cuanto a C++ se puede decir que es una extensión orientada a objetos de C, la cual permite utilizar la metodología orientada a objetos para la creación de diversos sistemas y programas, incluso los de IA.⁶⁶

6.4 HERRAMIENTAS Y SHELLS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE SE

Inicialmente cada SE que se creaba se construía a partir de un lenguaje de IA tal como LISP. Pero después de que muchos SE se construyeron así, quedo claro que estos sistemas estaban contruidos como un conjunto de representaciones declarativas (reglas) combinado con un intérprete de estas representaciones; también quedo claro que era posible separar el intérprete del conocimiento específico del dominio y por lo tanto se podían crear sistemas que podían ser usados para construir nuevos SE agregando simplemente conocimiento correspondiente al dominio del nuevo problema.

Así nacieron los shells los cuales sirven como base para muchos SE, ya que proporcionan mucha flexibilidad en representación del conocimiento y razonamiento, así como adquisición de conocimiento.⁶⁷

A continuación se mencionan algunos de los principales shells de SE, que como ya se mencionó, son SE sin su base de conocimiento, es decir, se pueden utilizar de forma genérica para cualquier tema.

6.4.1 Gold Works II

Esta herramienta de programación creada por Gold Hill Computers Inc. se ejecuta bajo LISP y utiliza la metodología orientada a objetos. Este programa corre en computadoras IBM compatibles, Macintosh y estaciones de trabajo Sun.

⁶⁶ SCHILDT Herbert. *Op. cit.*

⁶⁷ RICH Elaine y Kevin Knight. *Op. cit.*

Las características que realzan a este programa incluyen una herramienta dinámica de gráficos que permite la creación de imágenes activas así como también permite desarrollar interactivamente interfaces gráficas dinámicas sin tener que escribir ni una línea de código; también se incluyen visores orientados a gráficos para marcos, reglas y afirmaciones (aserciones). Se integra fácilmente con C.

6.4.2 ART

ART es una herramienta que tiene un número de características poderosas para el desarrollo de SE, por ejemplo, permite la construcción de varios escenarios o mundo hipotéticos, los cuáles pueden ser explorados automáticamente para determinar su deseabilidad. De esta forma varios escenarios alternos pueden ser explorados para probar un plan estratégico dado con un conjunto de sentencias dado.

La característica de esquema es otro aspecto de este programa el cual provee una representación orientada a objetos para sistemas resolutores de problemas basados en conocimientos.⁶⁸

6.4.3 LOOPS

LOOPS fue desarrollado en el Xerox PARC en 1983. Una de las ideas centrales en el diseño del ambiente LOOPS es proveer un sistema de programación de IA que pueda soportar una estructura de múltiples paradigmas que permitan tantas opciones de entre paradigmas de programación como sea posible. La versión actual soporta cuatro paradigmas de programación principales: el paradigma orientado a objetos, el paradigma basado en reglas, el paradigma orientado a accesos y el paradigma procedural normal. Como cualquier otro

⁶⁸ TELLO Ernest. *Op. cit.*

sistema de programación orientado a objetos, LOOPS permite la creación de jerarquías de clases e instancias de dichas clases.

6.4.4 KEE

KEE, acrónimo de Ambiente de Ingeniería del Conocimiento, de IntelliCorp es una de las herramientas de desarrollo orientados a objetos de SE más avanzada en la actualidad. Hoy en día tiene un considerable uso en esfuerzos mayores de desarrollo tanto en el sector comercial como en el gobierno.

Las funciones en KEE se implementan como extensiones de LISP, de manera que todo el vocabulario del lenguaje LISP puede usarse en conjunción con las funciones predefinidas. El sistema entero está construido en una estructura de objetos, que en el ambiente son llamados unidades.

6.4.5 Humble

Humble es un Shell orientado a objetos para SE escrito en Smalltalk que combina reglas con encadenamiento hacia delante y hacia atrás con representación de objetos, paso de mensajes y uso de objetos. Las reglas de sintaxis usadas en Humble son una versión modificada de la sintaxis de Smalltalk.

A diferencia de la mayoría de los shells, Humble tiene la capacidad de construir bloques if – then – else.

La característica principal de Humble es que las reglas operan sobre entidades. Las entidades son un importante tipo de objeto que tienen una representación específica. En las aplicaciones las entidades se categorizan en un número de tipos diferentes los cuáles son definidos por el desarrollador o por el Ingeniero de conocimientos.

6.4.6 EMYCIN

EMYCIN es acrónimo de Empty MYCIN (MYCIN vacío); este shell fue creado a partir de MYCIN, uno de los SE más exitosos en la época de los setentas. Se construyó con el fin de que fuera usado para otros fines, además del diagnóstico de enfermedades en la sangre (objetivo para el cual fue creado). Este shell utiliza un lenguaje, llamado ARL, el cual es una notación de Algol y provee facilidades para monitorear el comportamiento de reglas. Sin embargo es difícil distinguir diferentes tipos de conocimiento (no se puede hacer diferencia entre conocimiento de control y conocimiento a cerca de los valores esperados de los parámetros), por lo que el agregar una nueva regla también se vuelve un proceso complicado.⁶⁹

7. TAREAS QUE REALIZAN LOS SISTEMAS EXPERTOS

7.1 INTERPRETACIÓN, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO

La interpretación consiste en encontrar el significado de los datos de entrada obtenidos por sensores o introducidos por el usuario.⁷⁰

Con frecuencia aparecen datos contradictorios, incompletos o inexactos, por lo que hay que dotar al SE de conocimiento para resolver un problema de este tipo, y que de todas formas llegue a una resolución. Existen dos tipos de interpretación:

- **Análisis:** La interpretación de datos se obtiene mediante la separación o distinción de las partes que forman los datos.
- **Síntesis:** La interpretación de los datos se obtiene mediante la combinación de los mismos.

⁶⁹ VALDIVIA Rosas, David. **Sistemas Expertos.**

URL(<http://www.fortunecity.com/skycraper/romrow/207/se/Portada.html>)

⁷⁰ SÁNCHEZ y Beltrán, Juan Pablo. *Op. cit.*

6.4.6 EMYCIN

EMYCIN es acrónimo de Empty MYCIN (MYCIN vacío); este shell fue creado a partir de MYCIN, uno de los SE más exitosos en la época de los setentas. Se construyó con el fin de que fuera usado para otros fines, además del diagnóstico de enfermedades en la sangre (objetivo para el cual fue creado). Este shell utiliza un lenguaje, llamado ARL, el cual es una notación de Algol y provee facilidades para monitorear el comportamiento de reglas. Sin embargo es difícil distinguir diferentes tipos de conocimiento (no se puede hacer diferencia entre conocimiento de control y conocimiento a cerca de los valores esperados de los parámetros), por lo que el agregar una nueva regla también se vuelve un proceso complicado.⁶⁹

7. TAREAS QUE REALIZAN LOS SISTEMAS EXPERTOS

7.1 INTERPRETACIÓN, DIAGNÓSTICO Y MONITOREO

La interpretación consiste en encontrar el significado de los datos de entrada obtenidos por sensores o introducidos por el usuario.⁷⁰

Con frecuencia aparecen datos contradictorios, incompletos o inexactos, por lo que hay que dotar al SE de conocimiento para resolver un problema de este tipo, y que de todas formas llegue a una resolución. Existen dos tipos de interpretación:

- **Análisis:** La interpretación de datos se obtiene mediante la separación o distinción de las partes que forman los datos.
- **Síntesis:** La interpretación de los datos se obtiene mediante la combinación de los mismos.

⁶⁹ VALDIVIA Rosas, David. **Sistemas Expertos.**

URL(<http://www.fortunecity.com/skycraper/romrow/207/se/Portada.html>)

⁷⁰ SÁNCHEZ y Beltrán, Juan Pablo. *Op. cit.*

El diagnóstico consiste en identificar las causas internas que provocan un problema, avería o disfunción a partir de una serie de datos o síntomas que son consecuencia de la misma y que son observables.⁷¹

Los SE en diagnóstico encuentran múltiples dificultades a la hora de realizar su tarea como son las siguientes:

- **Manifestaciones Nuevas.** Es decir, síntomas que no se habían observado con anterioridad.
- **Causas Nuevas.**
- **Manifestaciones debidas a varias causas.**
- **Datos Inaccesibles, caros o de obtención peligrosa.**
- **Relaciones no biyectivas entre los datos y las causas.**
- **Fallos o averías de aparición intermitente.**
- **Existencia de varios fallos simultáneos o en cadena.**

La monitorización es un caso particular de la interpretación, y consiste en la comparación continua de los valores de las señales o datos de entrada y unos valores que actúan como criterios de normalidad o estándares.

En el campo del mantenimiento predictivo los Sistemas Expertos se utilizan fundamentalmente como herramientas de diagnóstico. Se trata de que el programa pueda determinar en cada momento el estado de funcionamiento de sistemas complejos, anticipándose a los posibles incidentes que pudieran acontecer. Así, usando un modelo computacional del razonamiento de un experto humano, proporciona los mismos resultados que alcanzaría dicho experto.⁷² La figura 7.1 muestra el funcionamiento de un SE de este tipo.

⁷¹ *Ibid.*

⁷² DE MIGUEL González, Luis Javier. *Op. cit.*

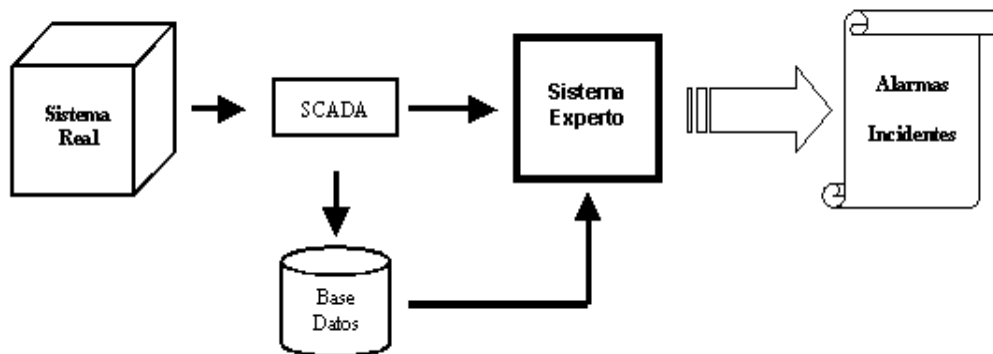


Figura 7.1 Funcionamiento de un SE usado en mantenimiento predictivo

7.2 DISEÑO Y SELECCIÓN

El diseño se puede concebir de distintas formas:

- El diseño en ingeniería es el uso de principios científicos, información técnica e imaginación en la definición de una estructura mecánica, máquina o sistema que ejecute funciones específicas con el máximo de economía y eficiencia.
- El diseño industrial busca rectificar las omisiones de la ingeniería, es un intento consiente de traer forma y orden visual a la ingeniería de hardware donde la tecnología no provee estas características.
- Diseño es el proceso de especificar una descripción de un artefacto que satisface varias características desde un número de fuentes de conocimiento.⁷³

Los SE en diseño ven este proceso como un problema de búsqueda de una solución óptima o adecuada. Las soluciones alternas pueden ser conocidas de

⁷³ HOPGOOD, Adrian. **Knowledge – Based Systems for Engineers and Scientists.**

antemano (problemas de derivación) o se pueden generar automáticamente (problemas de formulación).

Los SE prueban distintos diseños para verificar cuáles de ellos cumplen los requerimientos solicitados por el usuario, ésta técnica es llamada “generación y prueba”, por lo tanto estos SE son llamados de selección. En áreas de aplicación, la prueba se termina cuando se encuentra la primer solución; sin embargo, existen problemas más complejos en los que el objetivo es encontrar la solución más óptima.

La utilidad de los programas basados en conocimientos aplicados a la ciencia y a la ingeniería no se limita al análisis sofisticado, muchos programas recientes han empezado a trabajar en la síntesis.⁷⁴

Existen programas que diseñan dispositivos simples y después buscan oportunidades de reducción de costos o de reducción de componentes.

7.3 PLANIFICACIÓN

La planificación es la realización de planes o secuencias de acciones y es un caso particular de la simulación. Está compuesto por un simulador y un sistema de control. El efecto final es la ordenación de un conjunto de acciones con el fin de conseguir un objetivo global (costo mínimo, tiempo mínimo, etc).

Los problemas que presentan la planificación mediante SE son los siguientes:

- Existen consecuencias no previsibles, de forma que hay que explorar y explicar varios planes.

⁷⁴ WINSTON, Patrick Henry. **Artificial Intelligence.**

-
- Existen muchas consideraciones que deben ser valoradas o incluirles un factor de peso.
 - Suelen existir interacciones entre planes de subobjetivos diversos, por lo que deben elegirse soluciones de compromiso.
 - Trabajo frecuente con incertidumbre, pues la mayoría de los datos con los que se trabaja son más o menos probables pero no seguros.
 - Es necesario hacer uso de fuentes diversas tales como bases de datos.

7.4 CONTROL

Un sistema de control participa en la realización de las tareas de interpretación, diagnóstico y reparación de forma secuencial. Con ello se consigue conducir o guiar un proceso o sistema.

Los sistemas de control son complejos debido al número de funciones que deben manejar y el gran número de factores que deben considerar; esta complejidad creciente es otra de las razones que apuntan al uso del conocimiento, y por tanto de los SE.

Cabe aclarar que los sistemas de control pueden ser en lazo abierto, si en el mismo la realimentación o el paso de un proceso a otro lo realiza el operador, o en lazo cerrado si no tiene que intervenir el operador en ninguna parte del mismo.

7.5 REPARACIÓN, CORRECCIÓN O TERAPIA

La reparación, corrección, terapia o tratamiento consiste en la proposición de las acciones correctoras necesarias para la resolución de un problema.

Los SE en reparación tienen que cumplir diversos objetivos, como son:

- Reparación lo más rápida y económicamente posible.

-
- Orden de las reparaciones cuando hay que realizar varias.
 - Evitar los efectos secundarios de la reparación, es decir la aparición de nuevas averías por la reparación.

7.6 SIMULACIÓN, PRONÓSTICO O PREDICCIÓN

La simulación es una técnica consistente en crear modelos basados en hechos, observaciones e interpretaciones, sobre la computadora, a fin de estudiar el comportamiento de los mismos mediante la observación de las salidas para un conjunto de entradas.

Las técnicas tradicionales de simulación requieren modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento del sistema bajo estudio.

El empleo de los SE para la simulación viene motivado por la principal característica de los SE, que es su capacidad para la simulación del comportamiento de un experto humano, que es un proceso complejo.

En la aplicación de los SE para simulación hay que diferenciar cinco configuraciones posibles:

1. Un SE puede disponer de un simulador con el fin de comprobar las soluciones y en su caso rectificar el proceso que sigue.
2. Un sistema de simulación puede contener como parte del mismo a un SE y por lo tanto el SE no tiene que ser necesariamente de simulación.
3. Un SE puede controlar un proceso de simulación, es decir que el modelo está en la base de conocimiento del SE y su evolución es función de la base de hechos, la base de conocimientos y el motor de inferencia, y no de un conjunto de ecuaciones aritmético – lógicas.
4. Un SE puede utilizarse como consejero del usuario y del sistema de simulación.

-
5. Un SE puede utilizarse como máscara o sistema frontal de un simulador con el fin de que el usuario reciba explicación y justificación de los procesos.

Los sistemas de pronóstico deducen consecuencias posibles a partir de una situación. Su objetivo es determinar el curso del futuro en función de información sobre pasado y presente. Esto abarca diversos problemas, tales como predicciones meteorológicas, predicciones demográficas, o incluso previsiones de la evolución bursátil entre otros.⁷⁵

7.7 INSTRUCCIÓN

Un sistema de instrucción (Sistema Experto para formación), realiza un seguimiento del proceso de aprendizaje de un estudiante. El sistema detecta errores de los estudiantes e identifica el remedio adecuado, es decir, desarrolla un plan de enseñanza para facilitar el proceso de aprendizaje y la corrección de errores.⁷⁶

7.8 RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN

Los Sistemas Expertos, con su capacidad para combinar información y reglas de actuación, han sido vistos como una de las posibles soluciones al tratamiento y recuperación de información, no sólo documental. La década de 1980 fue prolífica en investigación y publicaciones sobre experimentos de este orden, interés que continúa en la actualidad.

Lo que diferencia a estos sistemas de un sistema tradicional de recuperación de información es que estos últimos sólo son capaces de recuperar lo que existe explícitamente, mientras que un Sistema Experto debe ser capaz de

⁷⁵ MARTÍNEZ De Ibarreta León, Francisco Javier. **Sistemas Expertos: Áreas de aplicación.**
URL(<http://www.geocities.com/SiliconValley/Way/7788/SISEXP.HTM>)

⁷⁶ *Ibid*

generar información no explícita razonando con los elementos que se le dan. Pero la capacidad de los SE en el ámbito de la recuperación de la información no se limita a la recuperación. Pueden utilizarse para ayudar al usuario, en selección de recursos de información, en filtrado de respuestas, etc Un SE puede actuar como un intermediario inteligente que guía y apoya el trabajo del usuario final. Para desempeñar de forma adecuada esta tarea, los enfoques centrados en la creación de modelos de las estructuras cognitivas del usuario son los más prometedores.⁷⁷

8. INTRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA EMPRESA

Antes de introducir un Sistema Experto en una empresa se deben responder una serie de preguntas referentes a los siguientes aspectos⁷⁸:

QUIÉN

- ¿A quién concierne?
- ¿Quién está implicado en la decisión?
- ¿Quién va a crear el sistema (expertos, ingenieros de conocimiento, usuarios,...)?
- ¿Quién lo empleará (Sección, función y nivel)?

QUÉ

- ¿Para qué sirve el sistema?
- ¿Cuál es su finalidad?
- ¿Va a reemplazar a los operadores humanos o por el contrario revalorizará el trabajo de los que asista en su tarea (por ejemplo, haciéndoles que no olviden nada y presentándoles información oportuna)?

⁷⁷ TRAMULLAS y Kronos, Jesús. **Recuperación de Información y Sistemas Expertos.**
URL(<http://www.tramullas.com/nautica/documatica/3-8.html>)

⁷⁸ BENCHIMOL, Guy, Pierre Levine y Jean Charles Plomerol. *Op. cit.*

generar información no explícita razonando con los elementos que se le dan. Pero la capacidad de los SE en el ámbito de la recuperación de la información no se limita a la recuperación. Pueden utilizarse para ayudar al usuario, en selección de recursos de información, en filtrado de respuestas, etc Un SE puede actuar como un intermediario inteligente que guía y apoya el trabajo del usuario final. Para desempeñar de forma adecuada esta tarea, los enfoques centrados en la creación de modelos de las estructuras cognitivas del usuario son los más prometedores.⁷⁷

8. INTRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA EMPRESA

Antes de introducir un Sistema Experto en una empresa se deben responder una serie de preguntas referentes a los siguientes aspectos⁷⁸:

QUIÉN

- ¿A quién concierne?
- ¿Quién está implicado en la decisión?
- ¿Quién va a crear el sistema (expertos, ingenieros de conocimiento, usuarios,...)?
- ¿Quién lo empleará (Sección, función y nivel)?

QUÉ

- ¿Para qué sirve el sistema?
- ¿Cuál es su finalidad?
- ¿Va a reemplazar a los operadores humanos o por el contrario revalorizará el trabajo de los que asista en su tarea (por ejemplo, haciéndoles que no olviden nada y presentándoles información oportuna)?

⁷⁷ TRAMULLAS y Kronos, Jesús. **Recuperación de Información y Sistemas Expertos.**
URL(<http://www.tramullas.com/nautica/documatica/3-8.html>)

⁷⁸ BENCHIMOL, Guy, Pierre Levine y Jean Charles Plomerol. *Op. cit.*

DÓNDE

- ¿Dónde va a ser utilizado?
- ¿Va a ser repartido en varias copias o se utilizará localmente?
- ¿Se utilizará en el interior de la empresa (en el estudio, la oficina, etc.) o en el exterior (representantes, clientes, etc.)?
- ¿En cuál estructura organizativa se colocará? ¿Cómo se insertará en la estructura y qué posición ocupará?

CÓMO

- ¿Cómo va a utilizarse?
- ¿Se utilizará como un servicio libre o por personas que tendrán esa tarea exclusivamente?
- ¿Funcionará de forma autónoma?
- ¿Va a ser utilizado por expertos para mejorar su rendimiento?
- ¿Va a ser utilizado por personal especialmente preparado para manejarlo?
- Si trabajará en tiempo real, ¿qué carga representará para el servidor y el cliente?
- ¿En qué máquinas?
- ¿Cuáles serán sus relaciones con otros sistemas: bases de datos, tableros, ...?
- ¿Existen problemas de datos confidenciales?
- ¿Funcionará con medios tradicionales?

CUÁNDO

- ¿En qué plazo desea que se realice el sistema?
- ¿Se empleará escasa o frecuentemente?

Debido a que la estructuración e implementación del conocimiento del experto requiere una gran cantidad de trabajo, sólo valdrá la pena realizar el esfuerzo de crear un Sistema Experto cuando un conocimiento sea válido durante

un largo espacio de tiempo y vaya a ser utilizado por el mayor número de personas.⁷⁹

CUÁNTO

- ¿Cuánto costará?
- ¿Cuánto aportará? ¿Se puede cifrar su uso en términos de productividad, de reducción de costos de mantenimiento, de mejora de las condiciones de trabajo y de la calidad de sus productos? ¿Resultará en una mejora en el servicio para el cliente o el usuario?

Ahora bien, realizar un Sistema Experto pero ¿para qué?. Para empezar como su nombre lo indica, un Sistema Experto está encaminado a los conocimientos de un experto. Un experto como se ha explicado anteriormente es aquél que domina perfectamente un dominio por elemental que sea éste.

La identificación de un problema en la empresa puede hacerse buscando a los expertos cuya desaparición causaría a la empresa una pérdida.

Sin llegar al extremo de la pérdida del experto. Se pueden mencionar algunos rasgos que pueden implicar una especie de pérdida del experto por parte de la empresa:

1. La experiencia existe pero la difusión se distribuye mal ya que el experto difícilmente esta accesible.
2. Varios expertos son necesarios y no se puede confrontar a todos ellos al mismo tiempo.
3. Los métodos de resolución de problemas o la aplicación de reglas difieren según los sectores y las personas, que las interpretan a su manera.

⁷⁹ CRIADO Briz, José Mario. **Introducción a los Sistemas Expertos.**

Finalmente, se puede proceder a una encuesta exhaustiva en todos los niveles de la empresa (agrupando por sector, jerarquía, etc.).

Una vez hecho esto, se debe definir el tipo de problema que se tiene. Existen muchos tipos como:

Problemas resolubles pero con tiempos largos de espera. Un sistema experto puede mejorar notablemente estos procesos. Cuando la información es muy somera o intuitiva (como en el caso de operaciones de divisas de los bancos) un SE no es una buena opción. Y, además, existe el tipo de problemas que requieren del manejo de grandes cantidades de conocimiento claro y cualitativo (este es el tipo de problemas más aprovechado en la elección de un SE).

Una vez que se detectó el problema, simplemente debe justificarse ante los intereses de la empresa. Debemos cuestionarnos si los conocimientos que se manejarán constituyen un patrimonio para la empresa tal que amerite el desarrollo del sistema de información y si realmente perjudica a la empresa el que alguno de los problemas que se intentan resolver mediante sistemas expertos no se resuelve rápida o adecuadamente.

Además de las cuestiones anteriores, se puede ver la viabilidad de la aplicación de un SE si el proceso en el cual queremos implantar un SE cumple las siguientes condiciones⁸⁰:

1. Evitar fallos en labores rutinarias complejas.
2. Ampliar de forma más rápida los conocimientos de los especialistas.
3. Diagnosticar los fallos con mayor rapidez y conseguir tareas de planificación más completas y consistentes.

⁸⁰ *Ibid.*

9. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

9.1 MEDICINA

Los SE enfrentan tareas tales como la resolución de problemas, razonamiento automático y aprendizaje automático. Es típico el estudio de estos sistemas inteligentes en dominios específicos del conocimiento, como la medicina.⁸¹

Los programas en esta área se pueden clasificar en:

- Métodos de contestación prefijada, formados por algoritmos aritméticos lógicos, en los cuales el control y el conocimiento están juntos y están escritos en lenguajes procedimentales.
- Métodos estadísticos que se clasificaban en Bayesianos, de análisis discriminantes y análisis secuencial.

9.2 ANÁLISIS DE ESTADOS FINANCIEROS

Es un equivalente a los estados de salud en la medicina. El análisis de estados financieros se divide en tres fases⁸².

1. Examen o revisión. Se revisan documentos contables como balance, cuenta de pérdidas y ganancias, etc. utilizando para ello una serie de técnicas o procedimientos específicos (comparaciones de masas patrimoniales, porcentajes, ...).
2. Se analiza e interpreta la información antes recopilada y se obtiene un panorama de la situación actual de la empresa.

⁸¹ CRUZ, Roberto. **Área de Bases de Datos e Inteligencia Artificial.**

URL(http://dcc.ing.puc.cl/investigacion/areas/bases_dat.html)

⁸² BONSON, Enrique. **Tecnologías Inteligentes para la Gestión Empresarial.**

-
3. Por último se predicen soluciones para ayudar a mejorar la situación futura de la empresa.

9.3 PLANIFICACIÓN FINANCIERA

La disciplina conocida como Gestión Financiera implica un gran número de subramas (análisis de inversiones, presupuesto de capital, análisis financiero, etc.) incluyendo la planificación financiera. La mayoría de los sistemas expertos se centran en resolver problemas de esta disciplina.⁸³

Esta rama de la gestión de financiera intenta identificar el resultado de la aplicación de planes futuros en la empresa, tratando de identificar los recursos que ésta necesita para conseguirlos.

Los SE enfocados a la planificación financiera tienen sus principales aplicaciones en:

- Análisis de mercados.
- Análisis de riesgos y tasación de seguros.
- Aplicaciones de impuestos y tasas.
- Asesoría jurídica y fiscal.
- Ayuda a la correcta realización de operaciones bancarias.
- Concesión de créditos y préstamos.
- Evaluación de riesgos de gestión de cartera.
- Gestión del personal.
- Planes de inversión de capitales.
- Planes de pensiones.
- Previsión de los tipos de interés.
- Previsión en las fluctuaciones en el mercado de divisas.

⁸³ *Ibid.*

-
- Supervisión de los estados financieros.
 - Valoración de la situación financiera de una empresa o cliente.
 - Verificación de firmas.

9.4 INDUSTRIA

Los SE en la industria se aplican principalmente en:

- Diagnóstico de control de calidad.
- Detección y actuación en caso de alarmas y emergencias.
- Configuración de equipos y sistemas bajo demanda.
- Generación de especificaciones y manuales de utilización, mantenimiento y reparación de sistemas fabricados bajo demanda.
- Control de procesos industriales.
- Gestión óptima de los recursos.

9.5 ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES

Las aplicaciones principales de los SE son:

- Diseño de circuitos de alto grado de integración.
- Sistemas inteligentes de autodiagnóstico contenidos.
- Configuración de equipos y sistemas.
- Control de redes de comunicación.
- Programación automática.
- Ajuste de equipos y sistemas.
- Optimización de programas de computadoras.

9.6 MILITAR

Las aplicaciones se centran en:

- Elección inteligente de contramedidas electrónicas con el fin de obtener la máxima efectividad con unos recursos limitados.
- Guiado de vehículos y proyectiles de forma semiautomática.
- Planificación estratégica.
- Reconocimiento automático de blancos y valoración de los mismos.
- Reconocimiento de planes del enemigo.
- Interpretación de señales provenientes de sensores.
- Optimización de carga.

9.7 CONTABILIDAD

Las actividades administrativas, financieras y contables son campos en los que se pueden aplicar los Sistemas Expertos, pues cumplen la mayoría de los requisitos que son necesarios para poder desarrollar este tipo de sistemas (por ejemplo las tareas requieren conocimiento especializado, existen auténticos expertos en la materia, los expertos son escasos, la pericia necesita ser localizada en distintos lugares, la mayoría de las tareas requieren soluciones heurísticas, ...).

Los Sistemas Expertos se dejan para las tareas que estén muy poco o nada estructuradas, pues en este tipo de tareas se requiere mucho del juicio de un experto y se utilizan reglas heurísticas para llegar rápidamente a una solución, dado que el campo de soluciones puede ser muy amplio.

Los Sistemas Expertos se pueden aplicar en todas las áreas de la contabilidad. Ahora bien, como esta clasificación muy grande y además poco

práctica, se puede clasificar las aplicaciones potenciales de los Sistemas Expertos en contabilidad en las siguientes áreas de aplicación⁸⁴:

- **Auditoría:** Análisis de la materialidad y del riesgo, evaluación del control interno, planificación de la auditoría, evaluación de la evidencia, análisis de cuentas concretas, formación de opinión, emisión del informe, auditoría interna, auditoría informática y demás situaciones en las cuales, como se mencionó antes, requieren de la decisión de un experto.
- **Contabilidad de costes y de gestión:** Cálculo y asignación de costos, asignación de recursos escasos, control y análisis de desviaciones, planificación y control de gestión, diseño de sistemas de gestión de información, etc.
- **Contabilidad financiera:** regulación legal, normas y principios contables, recuperación y revisión analítica de registros contables, diseño de sistemas contables, imputación contable, consolidación de estados contables, etc.
- **Análisis de estados financieros:** Análisis patrimonial, financiero y económico de los estados contables, salud financiera de la empresa, cálculo e interpretación de ratios, cálculo y análisis de tendencias, etc.
- **Planificación financiera e industria de los servicios financieros:** Planificación financiera corporativa, planificación financiera personal, análisis de inversiones, gestión de tesorería, mercado de valores, seguros, banca, concesiones de crédito, etc.

9.8 ROBÓTICA

Aun cuando los robots no son como se les muestra en las películas, realmente pueden llegar a realizar actividades sorprendentes, sobre todo si son utilizados en la fabricación de productos, donde las tareas son repetitivas y aburridas.

⁸⁴ SÁNCHEZ Tomás, Antonio. **Aplicación de los Sistemas Expertos en Contabilidad.** URL(<http://ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0002/Sanchez95.html#CONTABILIDAD>)

Los robots son muy solicitados en ambientes peligrosos para el ser humano, como en el manejo de explosivos, altas temperaturas, atmósfera sin la cantidad adecuada de oxígeno y en general bajo cualquier situación donde se pueda deteriorar la salud⁸⁵.

La mayoría de los robots tienen un brazo con varias uniones móviles y partes prensiles, donde todos sus elementos son controlados por un sistema de control programado para realizar varias tareas bajo una secuencia de pasos preestablecidos. Los investigadores de IA pretenden adicionar al robot métodos y técnicas que le permitan actuar como si tuviera un pequeño grado de inteligencia, lo cual pretenden lograr con la conjunción de todas las áreas de la IA.

9.9 RECONOCIMIENTO DE PATRONES

Trata con la necesidad identificar objetos o imágenes y utilizar esta información en la resolución de problemas. Debido a que aquí se usa una técnica exhaustiva de búsqueda y comparación de patrones, un sistema con esta característica, puede llegar a detectar detalles que normalmente se escapan a la observación humana.

Comúnmente se requiere de una gran cantidad de recursos computacionales para realizar este tipo de investigaciones por lo que los avances en son lentos.

9.10 OTROS CAMPOS DE APLICACIÓN

- Aeronáutica
- Agricultura

⁸⁵ CONTRERAS, Carlos. **Introducción a la Inteligencia Artificial.**
URL(<http://www.gdl.uag.mx/66/0ia.htm>)

-
- Arqueología
 - Derecho
 - Educación
 - Geología
 - Meteorología
 - Química
 - Transportes
 - Ventas⁸⁶

⁸⁶ SÁNCHEZ y Beltrán, Juan Pablo. *Op. cit.*

10. EJEMPLOS DE SISTEMAS EXPERTOS EN EMPRESAS

Particularizando las aplicaciones en ramas específicas del conocimiento, se han desarrollado un gran número de Sistemas Expertos que actúan en empresas, algunos simplemente en diseño teórico; otros, con aplicación real en el campo productivo de la organización.

10.1 EN LA INDUSTRIA

- DELTA, de General Electric Company, para reparación de locomotoras diesel y eléctricas. “Aldo en Disco” que repara calderas hidrostáticas giratorias para la eliminación de bacterias.
- Teknowledge Inc., Carnegie Group, Symbolics, Lisp Machines Inc., Thinking Machines Corporation, Cognitive Systems Inc.... Fueron creadas en solicitud de una creciente demanda de SE formando una inversión total de 300 millones de dólares. Las “máquinas Lisp” eran su producto principal, (ordenadores que ejecutaban programas LISP con la misma rapidez que en un ordenador central) y el otro producto fueron las “herramientas de desarrollo de Sistemas Expertos”.

10.2 EN CONTABILIDAD⁸⁷

- El Sistema Kiwi de Clark. Creado en 1975, intentaba interpretar frases ordinarias descriptivas de operaciones económicas proponiendo el asiento correspondiente a cada una de ellas.
- El sistema de Stepniewsky y Gervals. Utilizaba ya una base de conocimiento y trabajaba mediante deducciones.
- Proyecto SICA de Page, Laurani y Oudet. Desarrollado en 1989 con PROLOG. Renuncia a interpretar el lenguaje escrito, centrándose en el análisis de los datos que genera cada operación económica.

⁸⁷ BONSÓN, Enrique. *Op. cit.*

-
- La base de datos BD/ML de Serrano.
 - El modelo R.E.A. de McCarthy. Analiza los procesos de la contabilidad desde el punto de vista del Análisis Circulatorio.

10.3 EN ANÁLISIS DE ESTADOS FINANCIEROS

- AFIN. Realiza un análisis de estados financieros en la empresa basándose en el Plan General de Contabilidad Español de 1990.
- AIDE. Ayuda en el diagnóstico de empresas de la Central de Balances del Banco de Francia.
- ALFEX. Proyecto referente a la creación de SE capaces de asesorar sobre la salud financiera de una empresa, así como desarrollar bases de conocimiento y herramientas adecuadas para manejarlas.
- ANALYSIS. Clasifica funcionalmente el balance y la cuenta de pérdidas y ganancias.
- ANIBAL. Evalúa la gestión comercial y financiera de la empresa.

Se pueden mencionar también ANSWERS, CHARIS, FINEX, FINEXPERT/FINEPRO, FSA, entre otros⁸⁸.

10.4 EN PLANIFICACIÓN FINANCIERA

- AAFINPLAN. Proporciona orientación financiera a los empleados
- Capital Investment System. Ayuda a los directores de Texas Instruments a la toma de decisiones en la compra de equipos, indicando factores como exigencias legales, impacto medioambiental, entre otros.
- CASHVALUE. Evalúa proyectos de inversión.⁸⁹

⁸⁸ *Ibid*

⁸⁹ SÁNCHEZ Tomás, Antonio. *Op. cit.*

También Client Profiling System, FAME, MANAGEMENT ADVISOR, Objective Financial System, Personal Financial Analysis, PFPS, PLANMAN, PLANPOWER, entre muchos otros más.⁹⁰

10.5 EN LA AVIACIÓN

Del tipo de los SE en calendarización⁹¹

- ARMAC, GADS, RAMP, SALTO, RMAS, AAMPS, ACAMS, MOCA, ARIES, EXPICS, Duty Roster System, Aeroplan. Incluyen su uso en empresas como United Airlines, Air Canada, entre otras.

Del tipo de planeo de vuelos y configuraciones.

- AALP y MD-11 Interior Design Config System

Del tipo de mercadotecnia y reservaciones.

- AA Advantage System, BAMBI, DOCS, IQ Manager, Passanger Rev Accounting System

10.6 EN MEDICINA

- ETT. Clasifica pacientes con problemas de arterias coronarias. Identifica varios factores que determinan los diagnósticos que emite como la edad, las condiciones actuales del paciente, su historial médico, entre otros factores⁹².
- SPACEMED. Este es un Sistema Experto para asistencia en emergencias médicas que sucedan durante un vuelo espacial o abordaje de una estación espacial en órbita. La principal característica de este SE es una diagnóstico

⁹⁰ *Ibid*

⁹¹ HARMON, Paul y Curtis Hall. **Intelligent Software Systems.**

⁹² KANDEL, Abraham. **Fuzzy Expert Systems.**

rápido en casos de envenenamiento, resultado de la inhalación de contaminantes tóxicos liberados en la cabina o en la nave espacial. Este sistema provee indicaciones para el tratamiento de cualquier tipo particular de envenenamiento⁹³.

- DIAVAL. Es un Sistema Experto para diagnóstico mediante ecocardiografía, el cual se basa en redes bayesianas, en vez de utilizar reglas; la decisión de utilizar las redes bayesianas fue tomada basándose en la capacidad por parte de dichas redes para manejar conocimientos imprecisos de una mejor manera en comparación con las reglas⁹⁴. Un conocimiento es impreciso cuando cuenta solamente con predicados vagos, o sea que las variables no reciben un valor preciso. El uso de este tipo de conocimiento nos adentra en la lógica difusa, dado que se recurre a la utilización de coeficientes. El coeficiente es un factor que se agrega para representar la incertidumbre o la imprecisión que el experto asigna a este conocimiento⁹⁵. DIAVAL fue construido en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) en España, como proyecto para una tesis doctoral, siguiendo cinco etapas clásicas: identificación, conceptualización, formalización, implementación y evaluación. Este Sistema Experto provee una interfaz flexible y fácil de manejar, conociendo la importancia de este factor en su aceptación por parte de los médicos.

⁹³ TELLO, Ernest. *Op. cit.*

⁹⁴ DÍEZ Vegas Francisco Javier. **Sistema Experto Bayesiano para Ecocardiografía.**
URL(<http://ia.uned.es/~fdiez/tesis/tesis.html>)

⁹⁵ SCARABINO, Juan Carlos. **Sistemas Expertos: Aspectos Técnicos.**
URL(<http://ciberconta.unizar.es/LECCION/sistexpat/INICIO.HTML>)

11. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación de campo se ha utilizado una metodología cuantitativa; esto es así debido a los siguientes factores:

- El objetivo de la tesis en sí mismo tiene un enfoque cuantitativo.
- Se busca determinar la frecuencia de un hecho (la aceptación de un SE en una empresa) y no una manera de realizar las cosas.
- Se busca deducir un porcentaje con base en cierto conocimiento previo, además de una lista de factores a considerar en la implementación de un SE.

En una investigación de tipo cuantitativa intervienen diversos elementos (variables) así como una teoría, la cual se busca probar con varios casos de estudio.

El objetivo o la hipótesis que se desea probar es: Determinar el grado de factibilidad y aceptación de un Sistema Experto como guía en las actividades administrativas comunes de cada uno de los departamentos de las empresas Mexicanas; así como también los factores que definen este indicador, y que por lo tanto, el profesional de TI deberá tomar en cuenta cuando desee implantar un Sistema Experto.

Para realizarlo se plantean los siguientes tipos de variables:

VARIABLES DEPENDIENTES:

- Nivel de aceptación de la implementación de un SE.
- Factores que influyen en la implementación de un SE.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Atención actual del personal de TI.

VARIABLES INTERVINIENTES:

- Experiencia en el uso de un SE o asistentes de software.
- Preferencia por el uso de sistemas computacionales en general.

HIPÓTESIS

Los factores determinantes a considerar para la implantación de un SE en una empresa con un grado de resistencia mínimo al cambio son los siguientes:

1. El personal que desarrollará el sistema cuenta con las habilidades necesarias.
2. El sistema experto se utilizará tanto en el sector operativo como en el administrativo.
3. La implantación de un Sistema Experto, al contrario de generar desempleo, le dará un valor agregado a la labor del personal de TI.
4. El grado de difusión del sistema en la empresa será amplio.
5. El Sistema Experto impactará a la organización tanto interna como externamente.
6. La empresa cuenta con la infraestructura suficiente para la implantación de un Sistema Experto.
7. El uso de un Sistema Experto mejorará la productividad del personal de la organización.
8. Los responsables de los procesos tienen disponibilidad en el tiempo en el que se les requiere.
9. Las dudas sobre los procesos ocurren con mucha frecuencia y tardan en ser resueltas.
10. La resolución lenta de las dudas y problemas afecta de manera negativa a la empresa.

11. Los procesos desvían sus líneas de acción frecuentemente.

El método que se utilizó para la recolección de datos fue la encuesta, debido a que es un método rápido, y que permite obtener una gran cantidad de información en poco tiempo.

Las encuestas se aplicaron en tres empresas Mexicanas: **Insa**, **Primex** y **Dynasol**. Se seleccionaron tales empresas porque son consideradas como representativas Mexicanas y prestaron grandes facilidades para el desarrollo de la investigación de campo.

Las encuestas se aplicaron a dos tipos distintos de trabajadores:

- a) Usuarios
- b) Personal de informática

Por lo tanto se desarrollaron dos distintas encuestas, las cuales contienen preguntas que abarcan los once puntos que se encuentran en nuestra hipótesis. La muestra se seleccionó al azar, es decir, sólo se requirió que la persona que contestara la encuesta perteneciera a uno de los dos grupos anteriormente mencionado, además de contar con el conocimiento mínimo de computación.

Se aplicaron un total de 25 encuestas para cada grupo de usuarios; la encuesta para los usuarios consta de 13 preguntas, mientras que la encuesta para el personal de informática constó de 7 preguntas. A continuación se muestran las encuestas.

12. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los siguientes porcentajes son arrojados de la aplicación de las encuestas, tanto al personal de TI como a los usuarios finales.

Se reafirma como factor toda suposición formulada que muestre coherencia con la realidad de las empresas censadas. Por el contrario, no se considera factor aquella afirmación que es negada por las ideas plasmadas, aplicada a los sujetos de estudio en las encuestas.

Las respuestas “No sé” se consideran como grado de incertidumbre y por tanto pueden llegar a representar la diferencia entre un factor determinante y uno que no lo es.

A continuación se detallan cada uno de los puntos definidos en las hipótesis, así como las preguntas que sirvieron de base para determinar la opinión de la gente respecto a ellos, un porcentaje determinístico y una conclusión derivada de estos porcentajes.

PUNTO 1. El personal que desarrollará el sistema cuenta con las habilidades necesarias.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No _____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No _____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No _____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No _____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No _____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No _____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No _____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No _____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No_____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No_____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No_____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No_____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No_____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No_____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No_____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No_____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No_____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No_____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No_____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No_____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No_____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No_____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No_____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No_____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No_____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No_____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No_____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No_____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No_____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No_____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No_____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No_____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No_____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No_____

¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No_____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No _____

¿Considera que el personal de Sistemas está bien capacitado?

Sí _____ No _____

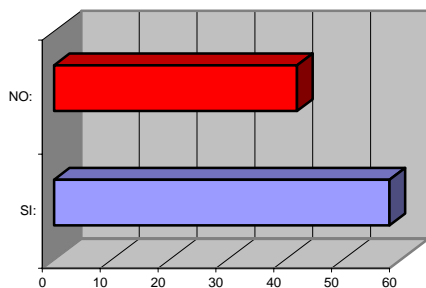
¿Conoce herramientas adecuadas para el desarrollo de Sistemas Expertos?

Sí _____ No _____

¿Sabe qué es un Sistema Experto?

Sí _____ No _____

PORCENTAJES:



NO: 42%

SI: 58%

CONCLUSIÓN:

Es factor ya que la diferencia de porcentajes no es determinante y no se puede dar por hecho por dicha diferencia que el personal de TI está bien capacitado en esta área. Cabe resaltar que las preguntas referentes a TI fueron contestadas en parte por ellos mismos.

PUNTO 2. El Sistema Experto se utilizará tanto en el sector operativo como en el administrativo.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

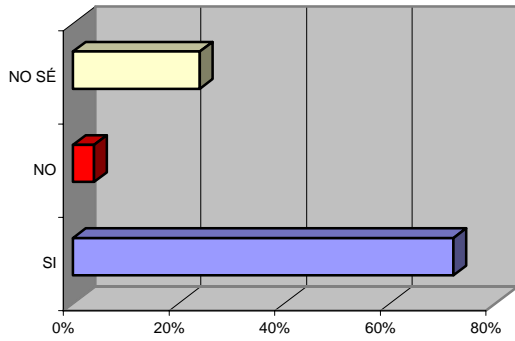
¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Considera que un Sistema Experto sería aplicable tanto al sector operativo como al administrativo?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

PORCENTAJE:



NO SÉ: 24%

NO: 4%

SI: 72%

CONCLUSIÓN:

Es factor debido a los porcentajes mostrados.

PUNTO 3. La implantación de un Sistema Experto, al contrario de generar desempleo, le dará un valor agregado a la labor del personal de TI.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____ No _____ No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

¿Cree que con la implantación de un sistema experto la gente conservaría sus empleos?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

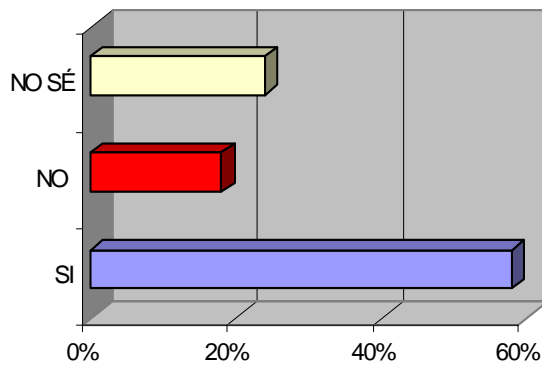
¿Cree que un Sistema agilizará y/o mejorará los procesos actuales?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

PORCENTAJES:



NO SÉ: 24%

NO: 18%

SI: 58%

CONCLUSIÓN:

Es factor debido a los porcentajes mostrados.

PUNTO 4. El grado de difusión del sistema en la empresa será amplio.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

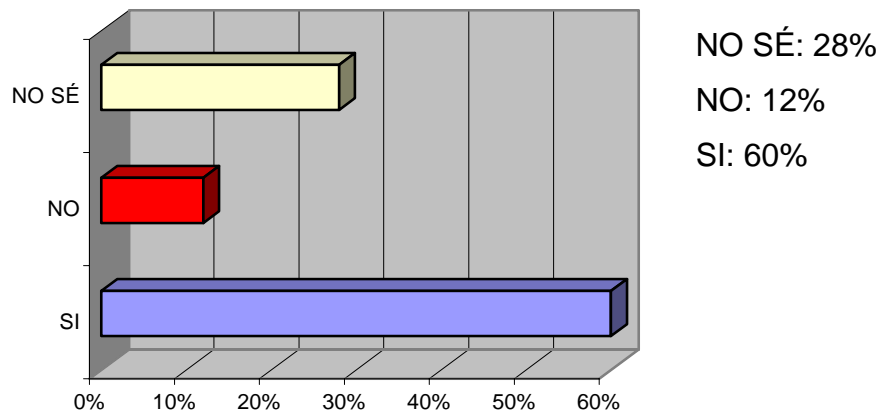
¿Cree que un sistema de guía a los usuarios sería aplicable a todos los departamentos de la empresa?

Sí _____

No _____

No lo sé _____

PORCENTAJES:



CONCLUSIÓN:

Es factor debido a los porcentajes mostrados.

PUNTO 5. El Sistema Experto impactará a la organización tanto interna como externamente.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____ No _____ No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____

No _____

No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____

No _____

No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____

No _____

No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____

No _____

No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____

No _____

No lo sé _____

Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____

No _____

No lo sé _____

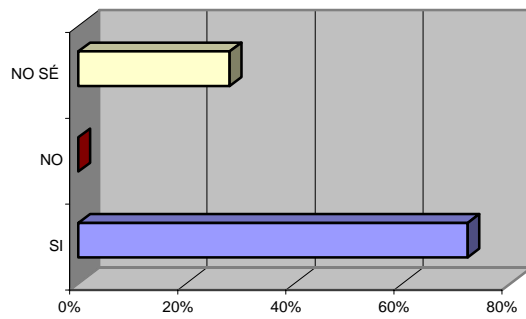
Este tipo de sistemas permitirá a los proveedores tener un mejor servicio

Sí _____

No _____

No lo sé _____

PORCENTAJES:



NO SÉ: 28%

NO: 0%

SI: 72%

CONCLUSIÓN:

Es factor debido a los porcentajes mostrados.

PUNTO 6. La empresa cuenta con la infraestructura suficiente para la implantación de un Sistema Experto.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

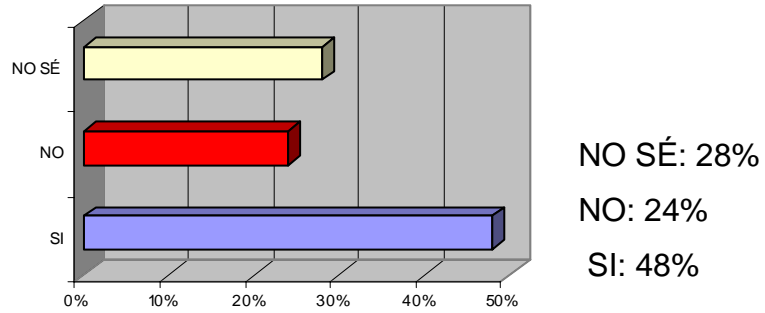
¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

¿Cree que existe infraestructura suficiente para la implantación de un sistema experto(terminales, espacio en el servidor, etc)?

Sí _____ No_____ No lo sé_____

PORCENTAJES:



CONCLUSIÓN:

Es factor debido a los porcentajes mostrados.

PUNTO 7. El uso de un Sistema Experto mejorará la productividad del personal de la organización.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No_____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No_____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

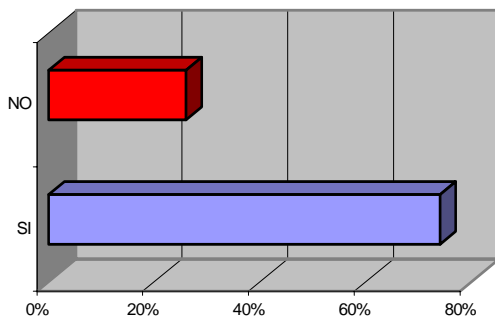
¿Considera que aumentaría su productividad con la agilización de los procesos?

Sí _____ No _____

¿Cree que aumentaría su productividad si redujera su tiempo recurrente de atención de usuarios?

Sí _____ No _____

PORCENTAJES:



NO: 26%

SI: 74%

CONCLUSIÓN:

Es factor debido a los porcentajes mostrados.

PUNTO 8. Los responsables de los procesos tienen disponibilidad en el tiempo en el que se les requiere.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

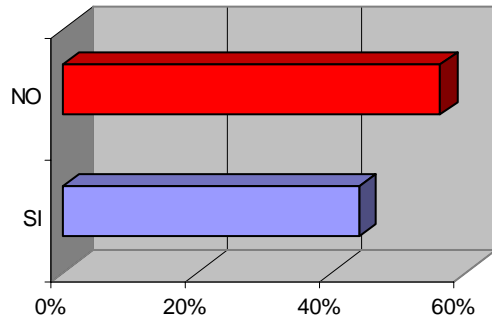
Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

Los responsables de procesos (personal clave) tienen disponibilidad en el tiempo en que se les requiere

Sí _____ No_____

PORCENTAJES:



NO: 56%

SI: 44%

CONCLUSIÓN:

Es factor debido a los porcentajes mostrados.

PUNTO 9. Las dudas sobre los procesos ocurren con mucha frecuencia y tardan en ser resueltas.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No_____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No_____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No_____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No_____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No_____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No_____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No_____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No_____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No _____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No _____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No _____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No _____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No _____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No _____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No _____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No _____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No _____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No _____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No _____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No _____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No _____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No _____

Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No _____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No _____

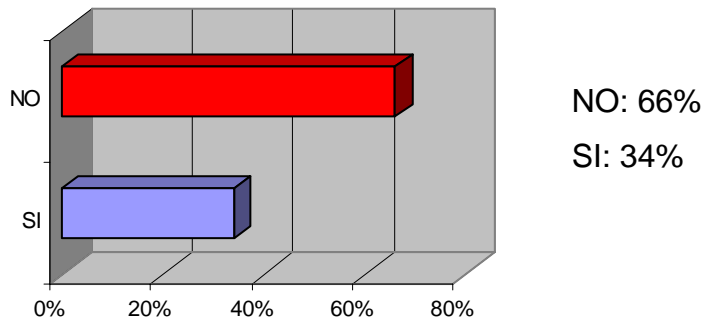
Las dudas que surgen son muy recurrentes en su área

Sí _____ No _____

Tarda mucho en resolver sus dudas sobre procesos administrativos cuando éstas se presentan?

Sí _____ No _____

PORCENTAJES:



CONCLUSIÓN:

NO es factor ya que los porcentajes niegan nuestro supuesto.

PUNTO 10. La resolución lenta de las dudas y problemas afecta de manera negativa a la empresa.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No _____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No _____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No _____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No _____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No _____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No _____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No _____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No_____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No_____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No_____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No_____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No_____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No_____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No_____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No_____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No _____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No _____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No _____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No _____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No _____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No _____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No _____

La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No _____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No _____

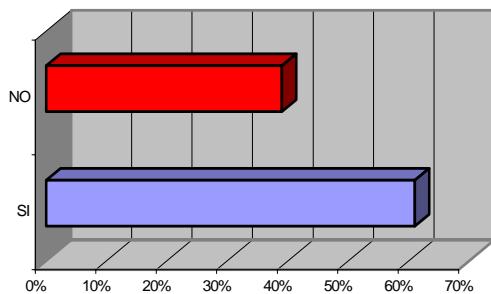
La empresa se ve afectada por la resolución lenta de las dudas sobre procesos administrativos

Sí _____ No _____

Usualmente se tarda en generar resultados debido a que no sabe a quién dirigirse para obtener información

Sí _____ No _____

PORCENTAJES:



NO: 39%

SI: 61%

CONCLUSIÓN:

Es factor debido a los porcentajes mostrados.

PUNTO 11. Los procesos desvían sus líneas de acción frecuentemente.

BASA SUS RESULTADOS EN LA (S) PREGUNTA(S):

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No_____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No_____

Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No _____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No _____

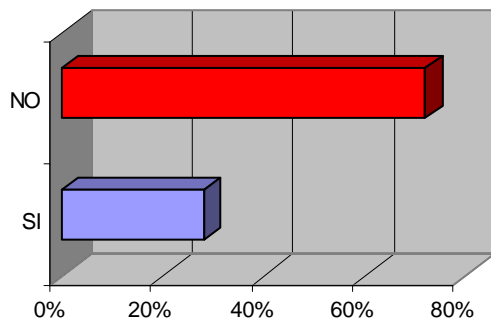
Cuando desea obtener información tarda en encontrar al responsable

Sí _____ No _____

Para obtener información requiere dirigirse a mucha gente

Sí _____ No _____

PORCENTAJES:



NO: 72%

SI: 28%

CONCLUSIÓN:

NO es factor ya que las líneas de acción no se desvían en los procesos debido a que los organigramas tienen estructuras relativamente planas.

ANÁLISIS DEL PRODUCTO FINAL

Mediante el análisis a detalle de la hipótesis anterior se obtiene una lista depurada de los factores propuestos en el Capítulo de Producto Final (que se mostrará más adelante) que va acorde con la realidad de la empresa.

Ahora bien, completando el objetivo de la tesis, debe determinarse un porcentaje general del grado de aceptación de los Sistemas Expertos en la empresa. Esto se llevará a cabo analizando los siguientes puntos (que forman parte de la hipótesis):

HIPÓTESIS 3. La implantación de un Sistema Experto, al contrario de generar desempleo, le dará un valor agregado a la labor del personal de TI.

PORCENTAJES:

SI: 58%

NO: 18%

NO SÉ: 24%

HIPÓTESIS 7. El uso de un Sistema Experto mejorará la productividad del personal de la organización.

PORCENTAJES:

SI: 74%

NO: 26%

Se eligen estos dos puntos de la hipótesis, ya que tienen un enfoque que nos refleja la aceptación de los usuarios por los sistemas en la empresa. Ahora, si tomamos los porcentajes de aceptación de cada uno y los manejamos de manera conjunta obtenemos lo siguiente:

Factor	Porcentaje
El uso de un Sistema Experto mejorará la productividad del personal de la organización.	74%
La implantación de un Sistema Experto, al contrario de generar desempleo, le dará un valor agregado a la labor del personal de TI.	58%
RESULTADO	144%

Tenemos el acumulado de dos factores, por tanto debemos tomar el total a analizar como un 200%, y el resultado de aceptación de 132%. Por tanto, mediante una regla de tres simple tenemos:

$$\begin{array}{ccc} 200\% & \rightarrow & 100\% \\ 132\% & \rightarrow & X \end{array}$$

Por tanto:

$$X = 132 * 100 / 200 = 66\%.$$

Tenemos ahora, que de acuerdo a la investigación realizada, los usuarios tienen un porcentaje de aceptación sobre los sistemas en la empresa de un 66% (Ver tabla 12.1). Por ende, concluimos que el grado de aceptación de los usuarios para la introducción de los SE en la empresa es **factible con incertidumbre**.

% de Aceptación	
%	Conclusión
0 – 50	No Factible
50 – 70	Factible con Incertidumbre
70 – 90	Factible
90 – 100	Seguro

Tabla 12.1 Tabla de Grados de Aceptación de Sistemas Expertos en empresas

13. PRODUCTO FINAL

Después de revisar la investigación bibliográfica y los resultados arrojados por la investigación de campo podemos definir nuestra contribución. Se tiene la siguiente lista de factores que un profesional de TI debe tener en cuenta cuando desee iniciar un proyecto de implantación de SE en las empresas Mexicanas.

FACTORES DETERMINANTES A CONSIDERAR PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO EN UNA EMPRESA CON UN GRADO DE RESISTENCIA MÍNIMO AL CAMBIO

1. El personal que desarrollará el sistema debe contar con las habilidades necesarias.
2. El Sistema Experto se debe utilizar tanto en el sector operativo como en el administrativo.
3. La implantación de un Sistema Experto, al contrario de generar desempleo, debe darle un valor agregado a la labor del personal de TI.
4. El grado de difusión del sistema en la empresa debe ser amplio.
5. El impacto del Sistema Experto en la organización debe ser de forma interna y externa.
6. Se requiera que la empresa cuente con la infraestructura suficiente para la implantación de un Sistema Experto.
7. El uso de un Sistema Experto debe mejorar la productividad del personal de la organización.
8. Los responsables de los procesos deben tener disponibilidad en el tiempo en el que se les requiere.
9. La resolución lenta de las dudas y problemas afecta de manera negativa a la empresa, por lo que el uso del Sistema Experto debe agilizar de manera eficiente la resolución de cualquier duda por parte de los usuarios.

PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LOS USUARIOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE SE EN LA EMPRESA:

FACTIBLE CON INCERTIDUMBRE (66% de aceptación)

14. CONCLUSIONES .

En base al porcentaje obtenido en el producto final de la presente investigación, y considerando la experiencia obtenida en la aplicación de la encuesta se puede concluir que la mayoría de las personas que laboran en las empresas Mexicanas tienen un conocimiento muy vago acerca de los Sistemas Expertos y su utilidad para mejora de la productividad de dichas empresas.

El 66% de aceptación de un Sistema Experto, obtenido en el capítulo anterior corresponde a una factibilidad con incertidumbre. Esto nos hace pensar que hace falta un impulso mayor al uso de Sistemas Expertos en las empresas Mexicanas.

Además se hace notar que la mayoría de las empresas desean continuar con el estilo de atención a usuarios que han estado utilizando desde hace mucho tiempo. Debido a la falta de información que tienen, el miedo a la incertidumbre hace presa sobre todo de los profesionales de TI, los cuales se sienten amenazados por la introducción de los Sistemas Expertos en la empresa, y sienten que tal tecnología los reemplazaría, y nada más falso que esto, debido a que los SE les ofrece un valor agregado a su trabajo.

Cada día aparecen nuevas aplicaciones para los Sistemas Expertos, por lo cual deben haber futuras investigaciones acerca de las aplicaciones de los Sistemas Expertos; ojala que en un futuro se realice una investigación que muestre una aceptación mayor hacia los Sistemas Expertos en las Empresas Mexicanas.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGULO Usategui José María y Anselmo del Moral Bueno. Guía fácil de la Inteligencia Artificial. Editorial Paraninfo. Segunda Edición. Madrid, 1994.
- ARTEAGA René y Juan Carlos Armijos. **Tutorial de Programación Heurística**. URL(www.uc3m.es/cgi-bin/nph-count). 2-Sep-1998.
- ASOCIACIÓN ARGENTINA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL. **Glosario**. URL(http://www.lafacu.com/apuntes/ingenieria/asociacion_argentina_de_inteligencia_artificial/asociacion_argentina_de_inteligencia_artificial.htm).
- BAÑARES, José Ángel. **Herramientas para las Asignaturas del IAIC**. URL(<http://diana.cps.unizar.es/banares/IA/noticias.html>), 8-Oct-1998.
- BENCHIMOL Guy, Pierre Levine y Jean Charles Promerol. **Los sistemas expertos en la empresa**. Macrobit. Primera edición, México, 1990.
- BONSON Enrique. **Tecnologías Inteligentes para la Gestión Empresarial**. Alfaomega – Rama. Primera edición. México, 1999.
- BRAIN Keith y Steven Brain. **Inteligencia Artificial en el Dragón**. Traductor: Jordi Abadal Berini. Editorial Gustavo Gili. Primera Edición. México, 1984.
- BRATKO Ivan. **Prolog programming for Artificial Intelligence**. Addison Wesley. Segunda Edición. New York, 1990.
- CONTRERAS Carlos. **INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**. URL(www.gdl.uag.mx/66/0ia.htm).
- CRIADO Briz José Mario. **Introducción a los Sistemas Expertos**. URL(www.ingenieroseninformatica.org/recursos/tutoriales/sist_exp/index.php). 2000.

-
- CRIADO Briz José Mario. **Sistemas Expertos.** URL(<http://home.worldonline.es/jmariocr/>). 2002 .
 - CRUZ Roberto. **Área de Bases de Datos e Inteligencia Artificial.** URL(http://dcc.ing.puc.cl/investigacion/areas/bases_dat.html).
 - DE ALBORNOZ Bueno Álvaro. **Laboratorio de Procesamiento de Imágenes.** URL(http://www.cic.ipn.mx/organización/lab_de_int_art.htm).
 - DE ÁVILA Ramos Jorge. **Sistemas Expertos.** URL(http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/sist_expe/).
 - DE MIGUEL González Luis Javier. **Técnicas de Mantenimiento Predictivo Industrial basadas en Sistemas Expertos.** URL(<http://www.cartif.es/mantenimiento/expertos.html>)
 - DÍEZ Vegas Francisco Javier. **Sistema Experto Bayesiano para Ecocardiografía.** URL(<http://www.ia.uned.es/~fdiez/tesis/tesis.html>), 22-Feb-1999.
 - ELGUEA Javier. **Inteligencia artificial y psicología: la concepción contemporánea de la mente humana.** URL(http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/itam/estudio/estudio10/sec_16.html). 1987.
 - GONZÁLEZ Ayala Luis Enrique. **Sistemas Expertos.** URL(<http://www.prodigyweb.net.mx/enrayala/Sistemas.htm>)
 - HARMON Paul y Curtis Hall. **Intelligent Software Systems.** Editorial John Wiley & Sons Inc. Primera edición. New York, 1993.
 - HASEMER Tony y John Domingue. **Common LISP Programming for Artificial Intelligence.** Addison Wesley. Primera edición. New York, 1989.
 - HOPGOOD Adrian. **Knowledge – Based Systems for Engineers and Scientists.** Editorial CRC. Primera edición. Londres, 1993.

-
- HURTADO Vega José de Jesús. **Inteligencia Artificial**. URL(<http://www.itlp.edu.mx/publica/boletines/actual/inteligencia.html>).
 - KANDEL Abraham. **Fuzzy Expert Systems**. Editorial CRC. Primera edición, Londres, 1992.
 - MARTÍNEZ De Ibarreta León, Francisco Javier. **Sistemas Expertos: Áreas de Aplicación**. URL(www.geocities.com/SiliconValley/Way/7788/SISEXP.HTM). 1-Abr-1994.
 - PARSAYE Kamran, Mark Chignell, Setrag Khoshafian y Harry Wong. **Intelligent Databases**. Editorial Wiley. Primera Edición. New York, 1989.
 - RICH Elaine y Kevin Knight. **Artificial Intelligence**. Mc GrawHill. Segunda edición. México, 1991.
 - ROLSTON, David W. **Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos**. Traductor: Alfonso Pérez Gama. McGraw Hill. Primera edición. México, 1992.
 - ROSS Rita. **Historia de los Sistemas Expertos**. URL(www.monografias.com/trabajos10/exper/exper.shtml).
 - RUSSELL Stuart y Peter Norving. **Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno**. Traductor: Raúl Bautista Gutiérrez. Prentice Hall. Primera edición. México, 1996.
 - SAMPER Márquez Juan José. **SISTEMAS EXPERTOS. EL CONOCIMIENTO AL PODER**. URL(www.psycologia.com/articulos/ar-jsamper01.htm). 2002.
 - SÁNCHEZ Tomás Antonio. **Aplicación de los Sistemas Expertos en Contabilidad**. URL(<http://ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0002/Sanchez95.html#CONTABILIDAD>). 1990.

-
- SÁNCHEZ y Beltrán Juan Pablo. **Sistemas Expertos: Una metodología de programación.** Macrobit. Primera edición. México, 1990.
 - SCARABINO Juan Carlos. **Sistemas Expertos: Aspectos técnicos.** URL(<http://ciberconta.unizar.es/LECCION/sistexpat/INICIO.HTML>).
 - SCHILDT Herbert. **Utilización de C en Inteligencia Artificial.** Traductor: José Andrés Moreno Ruiz. Mc GrawHill. Primera edición. México, 1989.
 - SELL Peter. **Sistemas Expertos para principiantes.** Traductor: Hugo Villagómez Velásquez. Noriega Editores. Primera edición. México, 1989.
 - TELLO Ernest. **Object Oriented Programming for Artificial Intelligence.** Addison Wesley. Primera edición. New York, 1989.
 - TRAMULLAS y Kronos Jesús. **Recuperación de Información y Sistemas Expertos.** URL(<http://www.tramullas.com/nautica/documatica/3-8.html>).
 - VALDIVIA Rosas David. **Sistemas Expertos.** URL(<http://www.fortunecity.com/skyscraper/romrow/207/se/Portada.html>).
 - WALKER Adrian, Michael Mc Cord, John Sowa y Walter Wilson. **Knowledge – Based Systems and Prolog.** Addison Wesley. Segunda Edición. New York, 1990.
 - WINSTON Patrick Henry. **Artificial Intelligence.** Addison Wesley. Tercera edición. California, 1992.

DICCIONARIO DE DATOS.

Software.- El Software es un conjunto de programas, documentos, procedimientos, y rutinas asociados con la operación de un sistema de cómputo.

Hardware.- El hardware (Unidad Central de Procesamiento(UCP), memoria y dispositivos de entrada/salida (E/S)) proporciona los recursos de computación básicos.

B.D.D.- Base De Datos.

SE.- Sistemas Expertos

TI.-Tecnologías de Información

IA.- Inteligencia Artificial

GPS.-Resolvedor General de Problemas

DEC.- Digital Equipment Corporation

PROLOG.- Lenguaje de Programación Declarativo

OOP.- Programación Orientada a Objetos

LIPS.- Lenguaje de Procesamiento de Listas

IDE.- Entorno de Desarrollo Integrado

CLIPS.- Language Integrated Production System

PLN.- Procesamiento del Lenguaje Natural

XCON.-Sistema Experto para Configuración de Ordenadores

SHELL.- Es un Sistema Experto sin la base de conocimiento (interprete)

GOLD WORKS II.-Herramienta de Programación orientada a Objetos y utilizada por LIPS

ART.-Herramienta que provee una representación orientada a objetos

KEE.-Acrónimo de Ambiente de Ingeniería de Conocimiento

HUMBLE.-Es un Shell Orientado a Objetos con la Capacidad de Construir

Bloques

SMALLTALK.- Lenguaje Orientado a Objetos

MYCIN.-Sistema Experto para Diagnósticos Médicos

FRAME.-Prototipo

DENDRAL.- Programa con un Mecanismo de búsqueda con un propósito general

TEIRESIAS.-Sistema Experto Interprete

ELIZA.- Primer programa de Inteligencia Artificial que aparentemente podía entablar una conversación.

DELTA.- Sistema Experto que reparaba locomotoras de Diesel y Eléctricas.

AND.- Es un conector proporcional (valor)

OR.-Conector Proporcional (valor).

CUT.- Operación de Corte.

RETRACTALL.-Es un cláusula del programa TURBO PROLOG.

LOOPS.- Diseño de Ambiente para Soportar Estructuras de Múltiples Paradigmas.

EMYCIN.-Acrónimo de EmptyMycin.

SLOTS.-Ranuras.

FACETS.-Enlaces.

RAPID PROTOTYPING.-Es un Procedimiento que posibilita una rápida reacción ante cambios.

BACTRACKING.-Retroceso Automático.

C.-Lenguaje de Programación orientado a la Implementación de Sistemas Operativos.

C++.-Lenguaje de Programación Orientada a objetos.