



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

---

**Centro Universitario UAEM Nezahualcóyotl**

# **Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Inteligentes**

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:  
SISTEMAS BASADOS EN CONOCIMIENTO**

**Unidad I:  
Introducción a los Sistemas Basados en  
Conocimientos**

**Dra. Carmen Liliana Rodríguez Páez  
clrodriguezp@uaemex.mx**



## Rector

Doctor en Educación **Alfredo Barrera Baca**

Maestra en Salud Pública

**María Estela Delgado Maya**

Doctor en Ciencias e Ingeniería

**Carlos Eduardo Barrera Díaz**

Doctor en Ciencias Sociales

**Luis Raúl Ortiz Ramírez**

Doctor en Arte

**José Édgar Miranda Ortiz**

Maestra en Comunicación

**Jannet Valero Vilchis**

Maestro en Economía

**Javier González Martínez**

Doctor en Ciencias de la Computación

**José Raymundo Marcial Romero**

Maestra en Lingüística Aplicada

**María del Pilar Ampudia García**

Doctora en Ciencias Sociales y Políticas

**Gabriela Fuentes Reyes**

Licenciado en Comunicación

**Gastón Pedraza Muñoz**

Maestro en Relaciones Interinstitucionales

**Jorge Bernáldez García**

Maestra en Administración Pública

**Guadalupe Ofelia**

**Santamaría González**

Maestro en Administración

**Ignacio Gutiérrez Padilla**

Secretaria de Docencia

Secretario de Investigación y Estudios Avanzados

Secretario de Rectoría

Secretario de Difusión Cultural

Secretaria de Extensión y Vinculación

Secretario de Administración

Secretario de Planeación y Desarrollo Institucional

Secretaria de Cooperación Internacional

Abogada General

Director General de Comunicación Universitaria

Secretario Técnico de la Rectoría

Directora General de Centros Universitarios  
y Unidades profesionales

Contralor

Maestro en Derecho **Juan Carlos Medina Huicochea**

Encargado del Despacho de la Dirección del Centro Universitario UAEM Nezahualcóyotl

Maestro en Ciencias

**José Antonio Castillo Jiménez** Subdirector Académico

Licenciado en Economía

**Ramón Vital Hernández** Subdirector Administrativo

Doctora en Ciencias Sociales

**María Luisa Quintero Soto** Coordinadora de Investigación y Estudios Avanzados

Licenciado en Administración de Empresas

**Víctor Manuel Durán López** Coordinador de Planeación y Desarrollo Institucional

Doctor en Relaciones Internacionales

**Rafael Alberto Durán Gómez** Coordinador de la Licenciatura en Comercio Internacional

Maestra en Ciencias

**Gabriela Kramer Bustos** Coordinadora de la Licenciatura en Educación para la Salud

Doctor en Ingeniería de los Sistemas

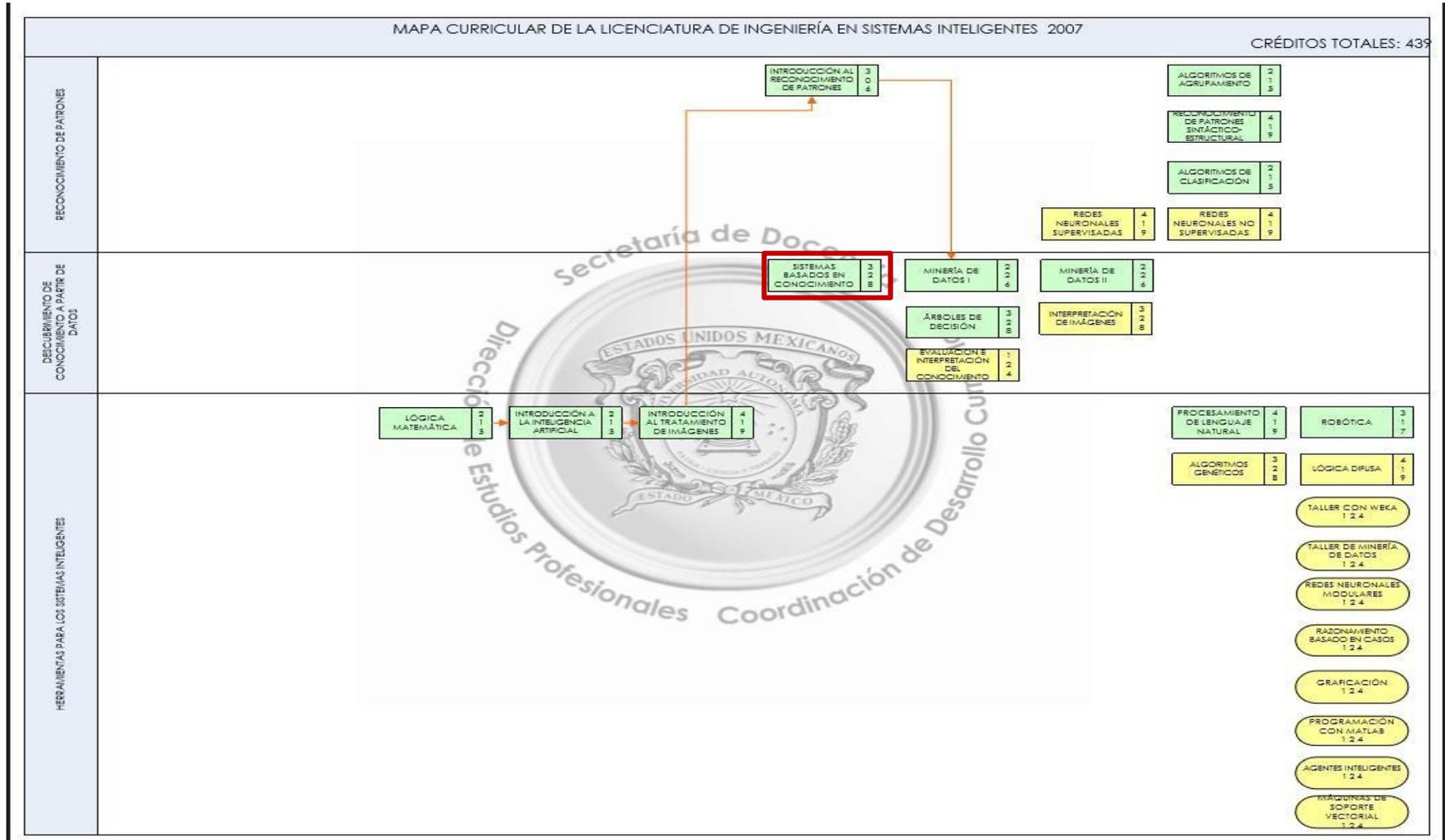
**Ricardo Rico Molina** Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Inteligentes

Doctor en Urbanismo

**Noé Gaspar Sánchez** Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería en Transporte

Maestro en Ciencias de la Computación

**Erick Nicolás Cabrera Álvarez** Coordinador de la Licenciatura en Seguridad Ciudadana



La Unidad de Aprendizaje (UA) de ***Sistemas Basados en Conocimiento*** tiene como área curricular el descubrimiento de conocimiento a partir de datos y forma parte del núcleo sustantivo.

Al término de la unidad, el alumno identificará el concepto de conocimiento; así como su descripción y funcionamiento de la base de conocimiento.

El presente Material tiene como objetivo cubrir la primera unidad Introducción a los sistemas basados en conocimientos del programa por competencia.

El alumno, será capaz de realizar el sistema experto para la solución de problemas complejos de toma de decisiones. utilizando el desarrollo de un sistema experto basado en los elementos claves: usuario experto, base de hechos, base de conocimiento, interfaz, y mecanismo de inferencia.

# Estructura de la Unidad de Aprendizaje

## Unidad 1. Introducción a los sistemas basados en conocimiento

**Objetivo:** El estudiante conocerá los conceptos básicos del conocimiento

**Contenidos:**

- 1.0 Introducción
- 1.1. Evolución de los sistemas.
- 1.2. Conceptos básicos del conocimiento
- 1.3. Extensión a los sistemas basados en conocimientos.
- 1.4. Propiedades de los sistemas basados en conocimientos.
- 1.5. Tipos de aplicaciones de los sistemas basados en conocimientos
- 1.6. Sistemas expertos
- 1.7 Arquitectura de los sistemas expertos

## Unidad 2. Mecanismo de aprendizaje

**Objetivo:** Identificar los mecanismos de aprendizaje en un sistema experto

**Contenido:**

- 2.1 Descripción de un mecanismo de aprendizaje.
- 2.2. Ciclo de adquisición del conocimiento.
- 3.3. Diseño del mecanismo de aprendizaje
- 3.4. Metodologías

## Unidad 3. Base de conocimiento

**Objetivo:** Diseñar la base de conocimiento

**Contenido:**

- 3.1. Diseño de la base de conocimiento

## Unidad 4. Motor de inferencia

**Objetivo:** Desarrollar el motor de inferencia

**Contenido:**

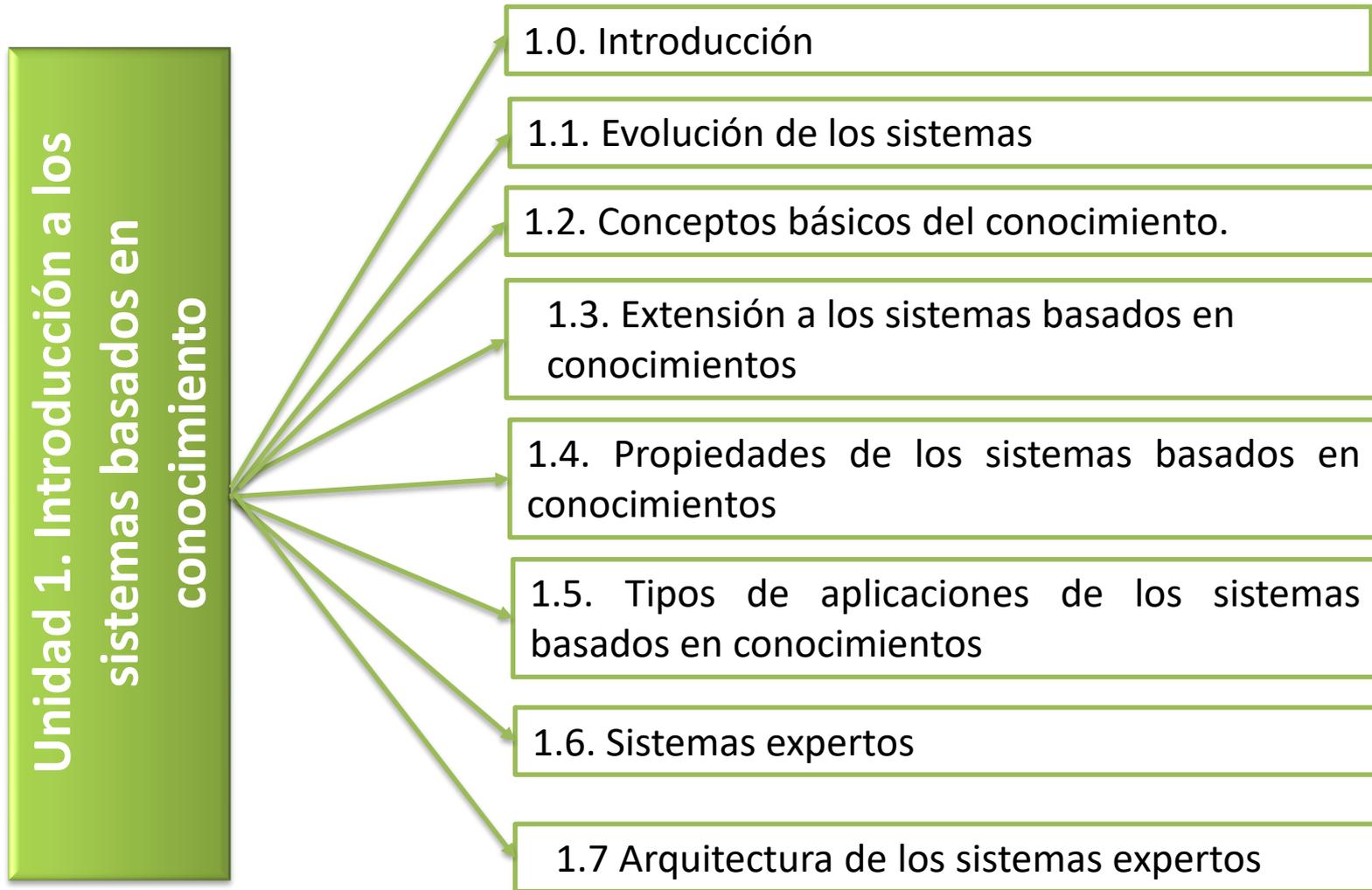
- 4.1. Comparación de Métodos.
- 4.2. Integración de la inferencia y búsqueda
- 4.3 Construcción y Evaluación del motor de Inferencia

## Unidad 5. Diseño de la interfaz hombre – maquina

**Objetivo:** Diseñar la interfaz hombre maquina

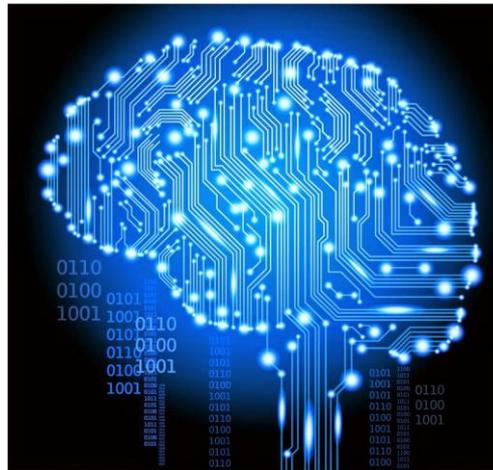
**Contenido:**

- 5.1 Diseño de la interfaz hombre - máquina del sistema basado en conocimiento
- 5.2. Implementación de la interfaz.



# 1.0 Introducción

Los Sistemas basados en Conocimiento (SBC) representan un paso delante de los sistemas de información convencionales al pretender representar funciones cognitivas del ser humano como el aprendizaje y el razonamiento.



# 1.1. Evolución de los sistemas.

Los Sistemas basados en Conocimiento surgen como una evolución de los paradigmas de programación a lo largo de la historia de la informática.

En los primeros tiempos de la computación, los programas, ante una petición del usuario, típicamente producían una salida accediendo a datos almacenados en ficheros con formatos particulares de cada aplicación (Giarratano, 2001).

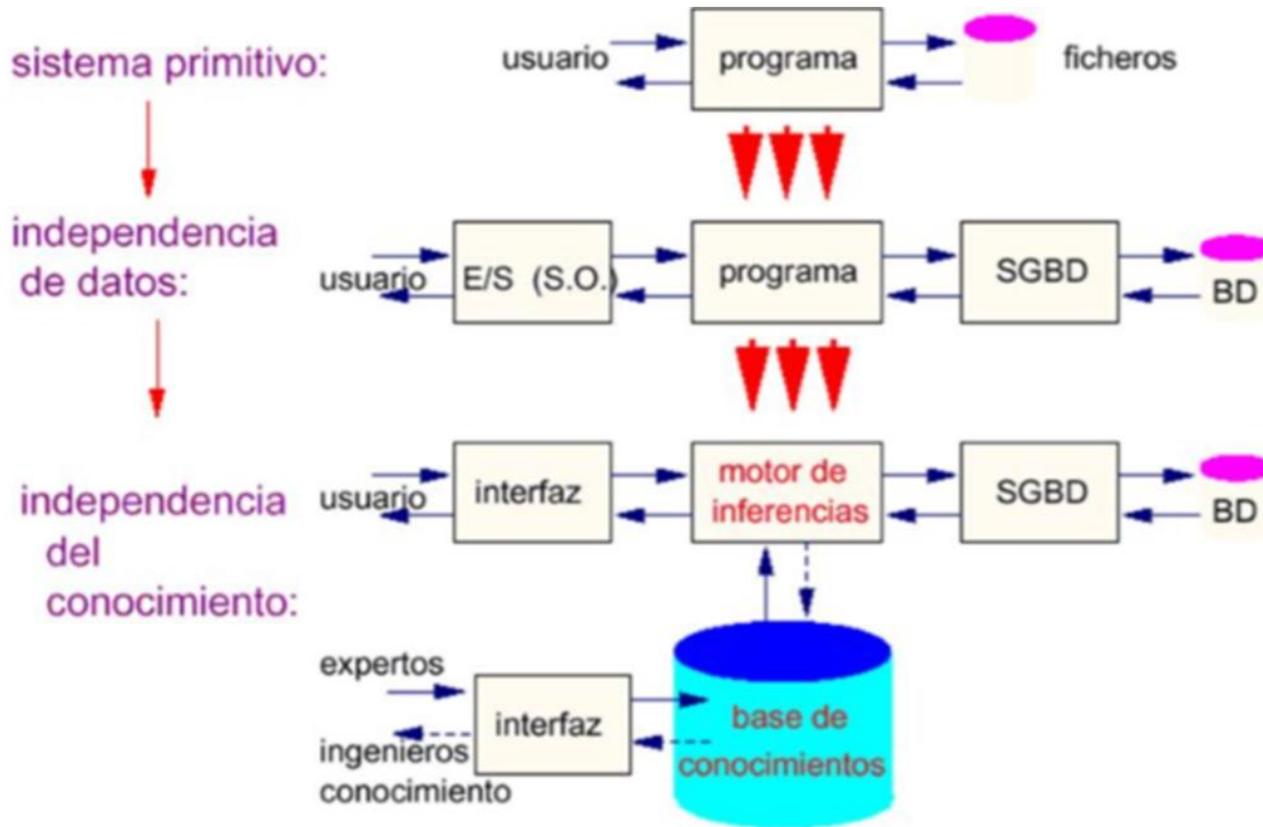
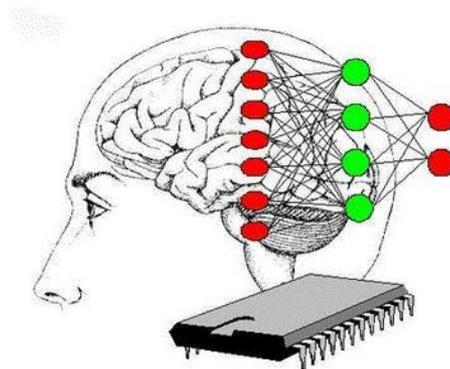


Figura 1. Evolución de los Sistemas

En estos sistemas, los datos, la “base de conocimientos”, se convierten en lo más importante, y el código que los explota, el “motor de inferencias”, se generaliza según diferentes paradigmas.

Esta base de conocimientos la produce un usuario experto en el dominio, los ingenieros del conocimiento, que son diferentes a los programadores de la interfaz o del propio motor de inferencias.

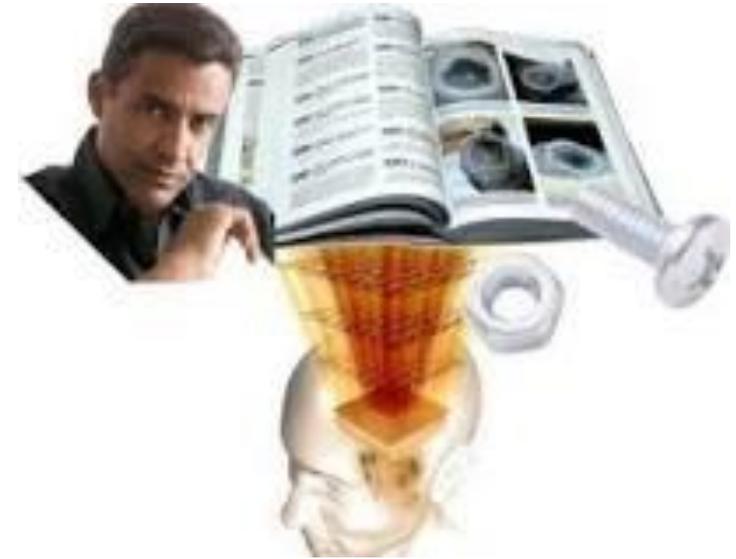
Esta clase de aplicaciones descansan en las contribuciones de la Inteligencia Artificial en lo general y en la Ingeniería del Conocimiento en lo particular. Su orientación es la automatización del análisis de problemas, la búsqueda de soluciones, la toma de decisiones y el empleo de conocimiento especializado en un campo específico de aplicación (<http://disi.unal.edu.co/~lctorress/iartificial/IA00051.pdf>).



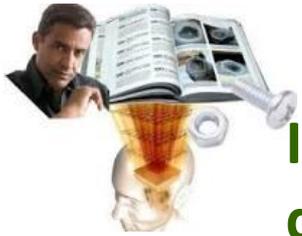
Entre los productos más significativos de los Sistemas basados en Conocimiento se encuentran los **Sistemas Expertos**, los cuales están encargados de representar el conocimiento de los especialistas de una rama en la procura de su aprovechamiento para tareas de diagnóstico, enseñanza y control.

## 1.2. Conceptos básicos del conocimiento.

- **La ingeniería del conocimiento** surge como una variante de la ingeniería del software tradicional en cuanto a que se enfoca al diseño y construcción de sistemas basados en conocimientos.



La **ingeniería del conocimiento** es aquella disciplina moderna que forma parte de la [Inteligencia Artificial](#) y cuyo fin es el diseño y desarrollo de [Sistemas Expertos](#).  
Surge en los años 70.



## Ingeniería del conocimiento se diferencia con la del software en los siguientes puntos:

- Conocimiento humano incompleto, inconsistente, impreciso, incierto, tolerante.
- Razonamiento y respuesta del sistema inseguros.
- Conocimiento evolutivo, posibilidad de aprendizaje.
- No aplicable el ciclo de vida en cascada.
- Figura del “experto” en los proyectos de desarrollo: es aquel que tiene el conocimiento necesario para resolver problemas en un determinado campo o dominio de conocimiento.



Históricamente se ha utilizado también el nombre de “**sistemas expertos**”, con una distinción sutil.

Al hablar de “sistemas basados en conocimiento” en general, simplemente se está haciendo referencia a que lo más importante del sistema **es el conocimiento** que almacena y que gestiona, es decir, una visión estructural.

Sin embargo, el término “**sistema experto**” se refiere a un sistema que imita la actividad de un experto humano para resolver una determinada tarea en un dominio específico, es decir, una visión funcional del sistema (Jackson, 1986).

## Tienen una separación entre:

1. Conocimiento específico del problema
  - Base de Conocimiento
2. Metodología para solucionar el problema
  - Máquina de Inferencia

## Sistemas Basados en Conocimientos:

Orientación estructural (cognoscitiva).

- poder resolver determinados problemas radica en un “saber”, o conocimiento específico, sobre el tipo de problemas, más que en capacidades intelectivas generales.
- separación entre el conocimiento codificado en la máquina (base de conocimientos) y los mecanismos deductivos (motor de inferencia)

Así, un sistema experto es un tipo particular de sistema basado en conocimiento, el que imita al experto humano.

Hay sistemas basados en conocimiento que no son sistemas expertos, por ejemplo, una enciclopedia electrónica.

Un sistema basado en conocimiento es un tipo de sistema inteligente, en el sentido de almacenar/gestionar/estar relacionado con el saber o capacidades humanas.

## Sistema tradicional

El usuario representa el conocimiento y además debe definir cómo interacciona con el conocimiento previo y debe restablecer la secuencia de instrucciones de procesamiento.

## Sistema basado en conocimientos

El usuario (experto) define el conocimiento y el sistema lo integra directamente en la aplicación existente.

**Figura 2.0 Diferencia fundamental entre sistema tradicional y sistema basado en conocimiento**



**Figura 3.0 Intercesión de los sistemas**

## El conocimiento:

Disciplina filosófica que investiga la descripción, posibilidad, fundamento y límites del conocimiento.

Esta teoría señala en primer término la distinta manera en que puede entenderse el status de cada uno de los dos elementos constitutivos del conocimiento; **sujeto/cognoscente** y **objeto/cognoscible**, según que se dé preeminencia a uno u otro.

Según la sociología el conocimiento se define como:

- Entendimiento, razón natural, facultad de saber lo que es bueno o no y de obrar de acuerdo con ella.
- Aprehensión intelectual de un objeto.
- Facultad del hombre de relacionarse con el mundo exterior.
- Conocimiento de causa Sabiendo los motivos o razones que justifican una acción.

# Las corrientes que ha tenido a lo largo de la historia:

## Empirismo:

- El empirismo afirma que el origen y fundamento del conocimiento radica en la experiencia, y en particular en la experiencia sensible.

## Racionalismo:

- Por su parte, el racionalismo afirma que el fundamento del conocimiento es la razón, y en este sentido es común a Descartes y sus continuadores, como Malenbranche, a Spinoza, hasta a Leibniz, aunque haya importantes diferencias entre sus respectivas teorías del conocimiento.

## Idealismo:

- En cuanto al idealismo, encabezado por Kant, se caracteriza por la afirmación de que el sujeto impone a la realidad -y por lo tanto al objeto- ciertos conceptos o categorías a priori y tiene en común con el racionalismo el conceder la primacía al sujeto.

## Otras corrientes

- Estas corrientes no se excluyen mutuamente, sino que sus respectivos campos semánticos grandes corrientes el concebir el conocimiento como una actividad intelectual, aislable, por lo demás, de otras esferas, como la emotiva, y el dar por supuesto el conocimiento.

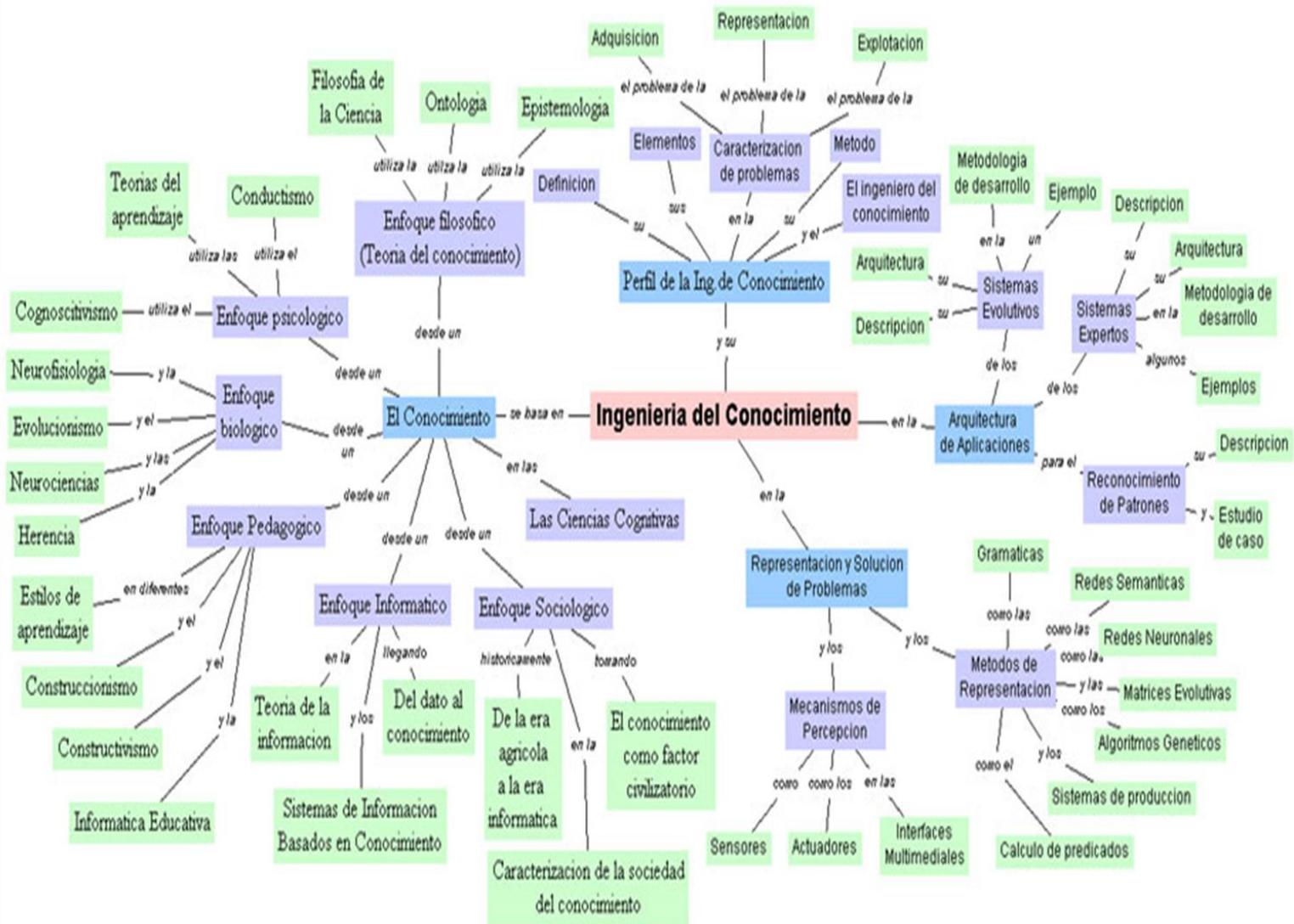


Figura 4. Mapa mental de los conceptos básicos en SBC

## Representación del conocimiento

- Cómo se puede representar explícitamente el “conocimiento” que un experto utiliza para resolver problemas, para su almacenamiento y empleo en un sistema de software de forma versátil y eficiente.
- En este punto se va a estudiar diferentes formas de representar conocimiento en la memoria de un ordenador para optimizar su utilización de forma versátil y rápida.



# 1.3. Extensión a los sistemas basados en conocimientos.



Figura 5. Visión rica de los SBC

## 1.4. Propiedades de los sistemas basados en conocimientos.

- Procedimiento no algorítmico
- Manejo de incertidumbre
- 0, 1 o múltiples soluciones
- Conocimiento técnico y científico
- Busca general la solución óptima
- Manipulación de conocimiento no monotónico
- Procesos interactivos
- Aprendizaje de los fracasos
- Empleo de métodos para la representación del conocimiento
- Capacidad para explicar su propio razonamiento, cuestiones y emisión de conclusiones
- Uso de búsquedas heurísticas
- Representación de conocimiento especializado del campo de aplicación.
- Procesamiento simbólico

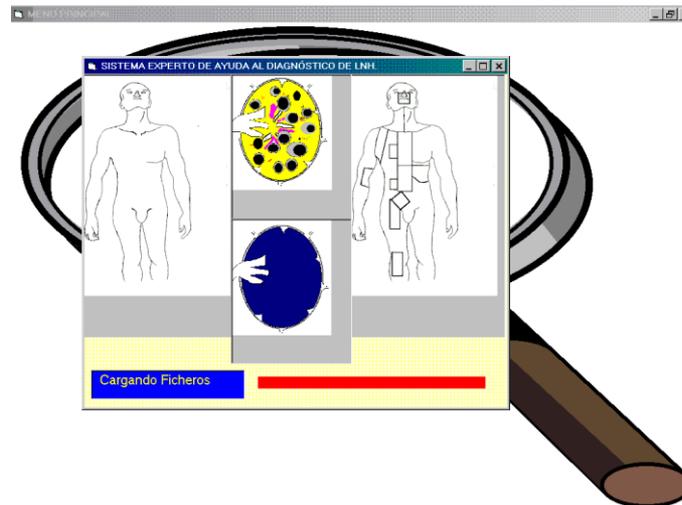


## Los sistemas de interpretación.

- Realizan el análisis de datos observables para determinar su significado e inferir descripciones de situaciones del sistema medido por los datos. Un ejemplo de este tipo de sistemas es la interpretación de los datos obtenidos por un espectrómetro de masas de los fragmentos moleculares. La interpretación revela la determinación de una o más estructuras químicas.
- Esta categoría incluye los sistemas de vigilancia, entendimiento de voces, análisis de la imagen e interpretación de señales (Escobar et al., 2016).

## Los sistemas de predicción.

- Prevén el curso futuro a partir de un modelo del pasado y presente. Por ejemplo la predicción del clima con base al estado actual del tiempo. Los sistemas de diagnóstico. Se orientan a la identificación de estados o fallas en un sistema basado en datos observables, por ejemplo, el diagnóstico de enfermedades infecciosas.



## Los sistemas de diseño



- Desarrollan configuraciones de objetos que satisfacen requerimientos o descripciones particulares, intentan minimizar una función objetivo que mide cortes y otras propiedades indeseables de diseños potenciales.
- Esta categoría incluye el diseño de circuitos, edificios, presupuestos, etc.

## Los sistemas de planificación.

- Se especializan en la creación de planes, concebidos como un programa de acciones que pueden ejecutarse para alcanzar metas. Un planificador debe construir un plan que alcance metas sin consumir excesivos recursos o violar restricciones. Si existen conflictos entre metas, el planificador establecerá prioridades y si los requerimientos de la planificación o los datos para la decisión no son completamente conocidos o cambian con el tiempo, entonces el planificador actuará tentativamente.

## Los sistemas de monitorización.

- Interpretan señales continuamente y ponen en funcionamiento medidas de respuesta, como por ejemplo alarmas cuando se necesita una intervención. En un sistema de este tipo el reconocimiento de las señales de alarma se debe llevar a cabo en tiempo real y evitar falsas alarmas a efectos de credibilidad. Existen sistemas de monitorización para plantas nucleares, tráfico aéreo y enfermedades.

## Los sistemas de depuración.

- Prescriben remedios para mal funcionamiento de un sistema. Estas aplicaciones confían en las capacidades de planificación, diseño y predicción para crear especificaciones o recomendaciones para corregir un problema de diagnosticado. Entre sus aplicaciones destacan, la robótica, el mantenimiento industrial y el de plantas nucleares (Akdeniz & Bagriyanik, 2016).

## Los sistemas de reparación.

- Desarrollan y ejecutan planes para administrar un remedio a algunos problemas diagnosticados. Tales sistemas incorporan capacidades de depuración, planificación y ejecución. Se aplican en dominios como redes, aeronáutica, mantenimiento de la computadora, etc.



## Los sistemas de control.

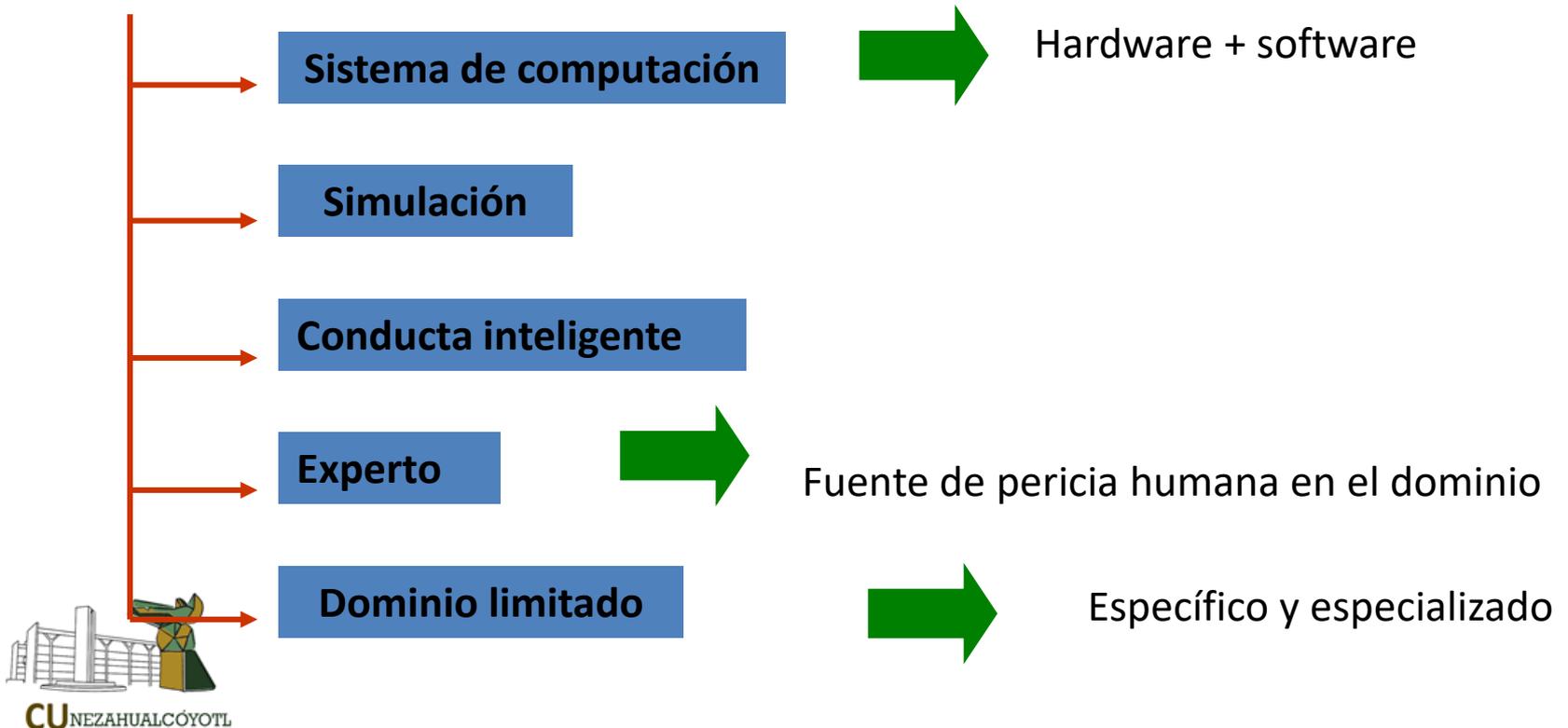
- Gobierna adaptativamente el comportamiento global de un sistema, para lo cual debe interpretar repetidamente la situación actual, predecir el futuro, diagnosticar causas de problemas, formular un plan para remediarlos y monitorear su ejecución para asegurar el éxito. En este tipo de sistemas se incluye el control del tráfico aéreo, el manejo de negocios y el manejo de dirección virtual de una batalla.



**CU NEZAHUALCÓYOTL** **Figura 6. Visión horítica de las área de desarrollo de los SBC**

# 1.6. Sistemas expertos

Es un sistema de cómputo capaz de simular la conducta inteligente de un experto humano en un dominio específico y especializado, con el objeto de resolver problemas (Jame P. Ignizio).



## Características de los Sistemas Expertos (SE)

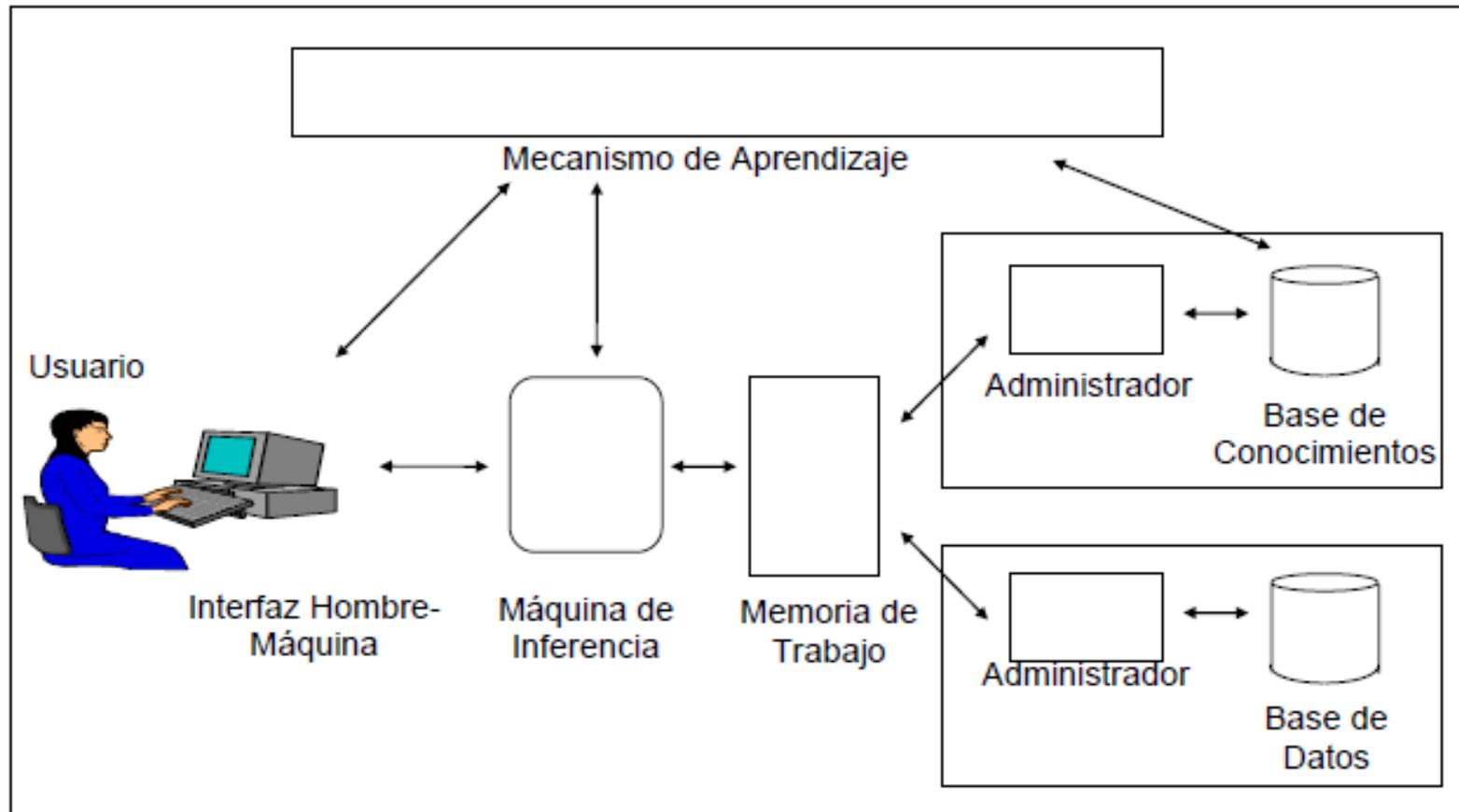
- Pueden explicar su razonamiento o decisiones sugeridas.
- Puede mostrar un comportamiento "inteligente".
- Puede obtener conclusiones de relaciones complejas.
- Puede proporcionar conocimientos acumulados.
- Puede hacer frente a la incertidumbre.

## Usos de los SE

El desarrollo de un SE complejo puede ser difícil, costoso y requerir de tiempo, por lo tanto, es importante asegurarse de que los posibles beneficios valen el esfuerzo y que las diversas características del S.E. se equilibran, en términos de costo, control y complejidad.

# 1.7 Arquitectura de los sistemas expertos

## ARQUITECTURA



**Figura 7. Arquitectura de los Sistemas Expertos (Riley, 2001)**

El usuario interactúa con el SE a través de una interfaz, la cual puede contener menús, procesamiento del lenguaje natural u otro tipo de interacción. Debe ser amigable en la entrada y salida de información.

## El usuario

El usuario de un Sistema Experto puede operar la aplicación en cualquiera de las siguientes modalidades:

- El Verificador: Intenta comprobar la validez del desempeño del sistema.
- Tutor: Brinda información adicional al sistema o modifica el conocimiento que y a está presente en el sistema. Usuario Mecanismo de Aprendizaje Base de Conocimientos Memoria de Máquina de Inferencia Interfaz Hombre- Máquina
- Alumno: Busca rápidamente desarrollar pericia personal relacionada con el área específica mediante la recuperación de conocimientos organizados y condensados del sistema.
- Cliente: Aprovecha la pericia del sistema en el desempeño de tareas específicas.



## Interfaz Hombre-Máquina:

- Es el subsistema responsable de:
- Interactuar con el usuario: Inicia, desarrolla, suspende, reanuda y concluye la sesión.
- Establecer el protocolo de diálogo: Mediante parámetros, menues, íconos, lenguaje natural o cualquier otro medio de expansión, como el reconocimiento de voz y sensores y servomecanismos que opera en tiempo real.
- Explicar el comportamiento del sistema: debe ser capaz de argumentar las razones por las que formula cierta pregunta, hace un razonamiento y llega a una conclusión específica.



## Maquina de inferencia

Representar los mecanismos de solución: Son los procedimientos que identifican y resuelven el problema, además de evaluar las alternativas de solución.

Implementar los criterios de búsqueda: Conforme a la naturaleza del problema

Fundamentar la inferencia: Congruente al tipo de conocimiento representado en la “bas



Base de  
Conocimientos



Su estructura de datos queda definida en términos del esquema de representación elegido para incorporar el conocimiento del dominio de trabajo.



Separados entre sí

Motor de  
Inferencias



Es la estructura de control de un SE, contiene el programa que gestiona la BC y otros mecanismos necesarios para administrar un sistema de naturaleza interactiva.

Giarratano riley (2001), Sistemas Expertos: Principios y Programación 3ra Ed, México, Thomson Learning, capítulo 2: La representación del conocimiento páginas 60-66

[http://kali.azc.uam.mx/clc/03\\_docencia/posgrado/i\\_artificial/RedesSemanticas.pdf](http://kali.azc.uam.mx/clc/03_docencia/posgrado/i_artificial/RedesSemanticas.pdf)

Akdeniz, E., & Bagriyanik, M. (2016). A knowledge based decision support algorithm for power transmission system vulnerability impact reduction. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 78, pp. 436-444. doi: 10.1016/j.ijepes.2015.11.041

<http://disi.unal.edu.co/~lctorress/iartificial/IA0005l.pdf>

Escobar, María Camila, Tovar, Luis Felipe, Romero Cuéllar, Jonathan, DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea] 2016, 26 (Julio-Diciembre) : [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91146925002>> ISSN 0124-8170



***GRACIAS POR SU ATENCIÓN***