

# **INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: LOS SISTEMAS EXPERTOS**

## **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

2. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SE.

3. TIPOS Y DESARROLLO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.

4. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.

5. SIMULACIÓN Y SISTEMAS EXPERTOS

## 1.-INTRODUCCIÓN. EVOLUCIÓN HISTÓRICA.

DESDE LOS AÑOS 50: NOTABLE AVANCE DE LA **INTELIGENCIA ARTIFICIAL** (RAMA DE COMPUTACIÓN).

ESTUDIO Y CREACIÓN DE SISTEMAS COMPUTARIZADOS CON **CIERTA FORMA DE INTELIGENCIA**:

- APRENDEN NUEVOS CONCEPTOS Y TAREAS
- PUEDEN RAZONAR Y DERIVAR CONCLUSIONES ÚTILES
- PUEDEN COMPRENDER UN LENGUAJE NATURAL O PERCIBIR Y ENTENDER UNA ESCENA VISUAL
- SISTEMAS QUE REALIZAN OTRO TIPO DE ACTIVIDADES QUE REQUIEREN DE INTELIGENCIA HUMANA.

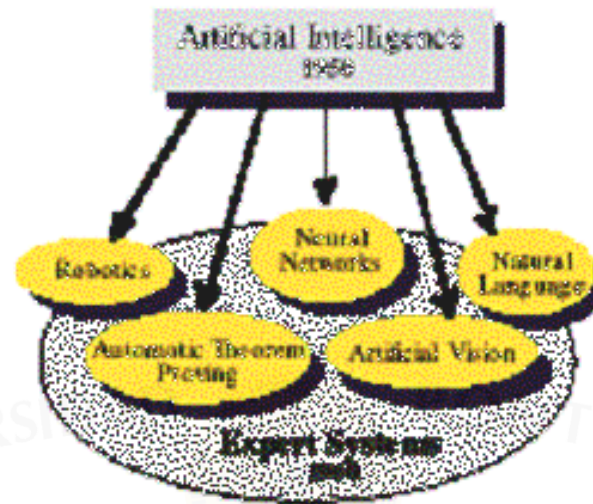
**IA**: COMPRESIÓN DE LA INTELIGENCIA Y DISEÑO DE MÁQUINAS INTELIGENTES: ESTUDIO Y SIMULACIÓN ACTIVIDADES INTELECTUALES HOMBRE (MANIPULACIÓN, RAZONAMIENTO, CREACIÓN,...)

EXPLICAR Y EMULAR COMPORTAMIENTO **INTELIGENTE** EN TÉRMINOS DE PROCESOS COMPUTACIONALES

**IA** INGENIERÍA: OBJETIVO→RESOLVER PROBLEMAS REALES, ACTUANDO COMO CONJUNTO DE IDEAS SOBRE CÓMO REPRESENTAR Y UTILIZAR EL CONOCIMIENTO, Y DESARROLLO SISTEMAS INFORMÁTICOS

**IA** CIENCIA: OBJETIVO → BUSCAR LA EXPLICACIÓN DE DIVERSAS CLASES DE INTELIGENCIA A TRAVÉS DE REPRESENTACIÓN CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN QUE SE DA A ÉSTE EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

**SISTEMAS EXPERTOS**: CAMPO DE INVESTIGACIÓN DENTRO DE LA IA, EL DE MAYOR ÉXITO.



## 1.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA:

**1950:** EN AUTOMÁTICA WIENER: PRINCIPIO DE LA RETROALIMENTACIÓN (BASE SISTEMAS CONTROL)

**1955:** NEWELL Y SIMON TEORÍA DE LÓGICA: PROGRAMA EXPLORA SOLUCIÓN BUSCANDO EN ÁRBOL.

**1956:** CONFERENCIA EN VERMONT (USA): JOHN MCCARTHY TÉRMINO "INTELIGENCIA ARTIFICIAL"

**1957:** "THE GENERAL PROBLEM SOLVER" (GPS), PROGRAMA PARA RESOLVER PROBLEMAS SENTIDO COMÚN.

**1958:** MCCARTHY: LENGUAJE LISP (LIST PROCESSING) PARA DESARROLLADORES INMERSOS EN IA.

**1963:** MIT RECIBE SUBVENCIÓN ALTA PARA INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO DE LA IA.

**1965-75: DENDRAL: PRIMER SE** → ESTUDIA COMPUESTO QUÍM. DESCUBRIR ESTRUCTURA GLOBAL.

**1972: MYCIN:** SISTEMA EXPERTO DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS EN LA SANGRE.  
DESPUÉS MYCIN PRESCRIBÍA UNA MEDICACIÓN ADAPTADA A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PERSONA.

**1972:** LENGUAJE PROLOG BASADO EN LAS TEORÍAS DE MINSKY.

**1973: TIERESIAS:** SISTEMA EXPERTO INTÉRPRETE ENTRE MYCIN Y ESPECIALISTAS (APRENDER).

**1979: XCON:** PRIMER PROGRAMA QUE SALE DEL LABORATORIO. USUARIO: DEC. COMETIDO:  
CONFIGURAR TODOS LOS ORDENADORES QUE SALIESEN DE LA DEC.

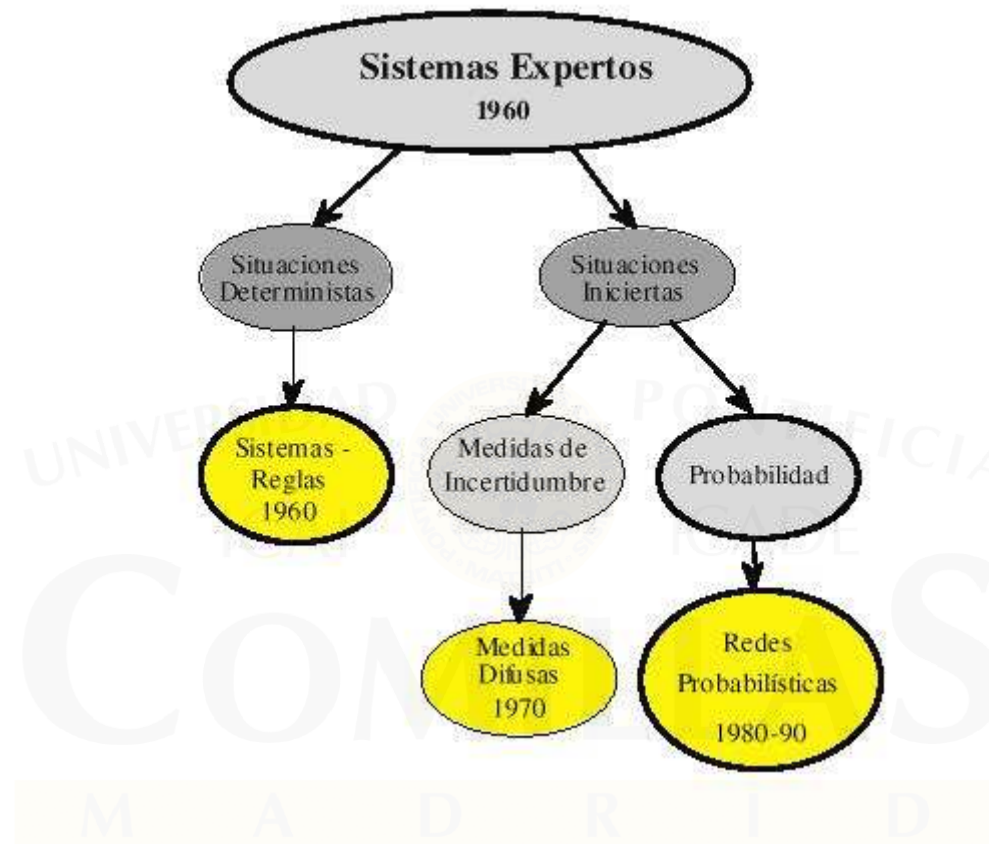
**1980 A 85:** REVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS: DIVERSOS SISTEMAS EXPERTOS Y EMPRESAS DEDICADAS A ELLOS → "HERRAMIENTAS DE DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS".

**1987:** FIN DEL LISP

**A PARTIR DE LOS 90:** AMPLIO DESARROLLO EN EL CAMPO DE LA IA Y LOS SISTEMAS EXPERTOS.

**AÑOS 60:** REGLAS

**A PARTIR DE LOS 70:** INCERTIDUMBRE, DIFUSOS,...



## 2. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SE

### 2.1. DEFINICIÓN DE SISTEMA EXPERTO.

**SISTEMA EXPERTO:** PROGRAMA DE ORDENADOR QUE RESUELVE PROBLEMAS QUE REQUIEREN EXPERIENCIA HUMANA, MEDIANTE EL USO DE REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO Y PROCEDIMIENTOS DE DECISIÓN (KASTNER Y HONG, 1984).

SISTEMA BASADO EN LOS CONOCIMIENTOS QUE IMITA EL PENSAMIENTO DE UN EXPERTO.

BASADOS EN REGLAS: CONTIENEN UNOS CONOCIMIENTOS PREDEFINIDOS PARA TOMAR DECISIONES.

RAZONAR SIGUIENDO LOS PASOS QUE SEGUIRÍA UN ESPECIALISTA → HAY QUE IDENTIFICAR Y RECOGER DEL EXPERTO LOS CONOCIMIENTOS QUE UTILIZA, SOBRE TODO EMPÍRICOS (PRÁCTICA).

FUNDAMENTAL: PROGRAMACIÓN DEL CONOCIMIENTO → USO DE REPRESENTACIÓN EXPLÍCITA DEL CONOCIMIENTO Y SU INTERPRETACIÓN Y MANIPULACIÓN LÓGICA POR **MÉTODOS DE INFERENCIA**.

EJ.: UN SE EN DIAGNÓSTICO MÉDICO REQUIERE COMO DATOS LOS SÍNTOMAS DEL PACIENTE, LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS CLÍNICOS Y OTROS HECHOS RELEVANTES, Y, BUSCA EN BASE DE DATOS.

NO PRETENDE REPRODUCIR EL PENSAMIENTO HUMANO, SINO LA PERICIA DE UN EXPERTO.

SE SEGUNDA GENERACIÓN: EL CONOCIMIENTO SE ESTRUCTURA EN DOS NIVELES.

PRIMER NIVEL: DE CONTROL (META CONOCIMIENTO Y SUS REGLAS METARREGLAS), SIRVE PARA DETERMINAR LA FORMA DE UTILIZAR EL SEGUNDO NIVEL.

SEGUNDO NIVEL: CONTIENE EL CONOCIMIENTO DE LOS EXPERTOS.

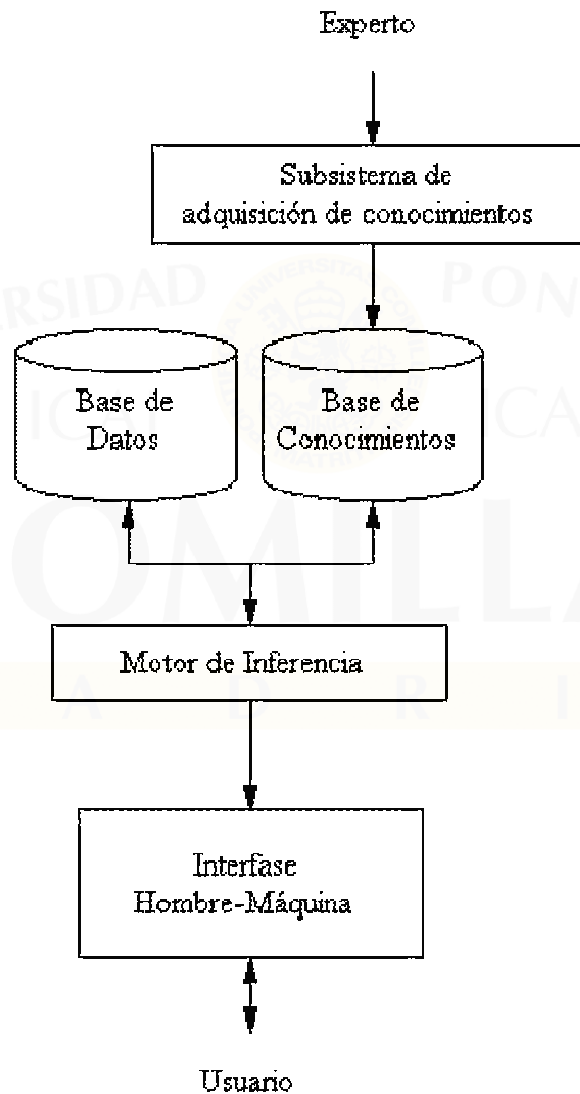
## 2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.

DEBE TENER EN LO POSIBLE, LO MÁS IMPORTANTE DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN EXPERTO:

- **HABILIDAD** PARA ADQUIRIR CONOCIMIENTO.
- **FIABILIDAD**, PARA PODER CONFIAR EN SUS RESULTADOS O APRECIACIONES.
- **SOLIDEZ** EN EL DOMINIO DE SU CONOCIMIENTO.
- **CAPACIDAD PARA RESOLVER** PROBLEMAS.

DADA LA COMPLEJIDAD DE LOS PROBLEMAS PUEDE EXISTIR CIERTA DUDA SOBRE LA VALIDEZ DE RESPUESTA OBTENIDA: INDISPENSABLE QUE SEA CAPAZ DE **EXPLICAR SU PROCESO DE RAZONAMIENTO** O DAR RAZÓN DEL POR QUÉ SOLICITA TAL O CUAL INFORMACIÓN O DATO.

### 2.3. COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO.





- **BASE DE CONOCIMIENTO:**

POSEE EL CONOCIMIENTO DEL EXPERTO HUMANO FORMALIZADO Y ESTRUCTURADO

FORMADO POR LA DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETOS Y SUS RELACIONES, Y CASOS PARTICULARES,...

ALGUNOS INCLUYEN METACONOCIMIENTO: CRITERIOS CON LOS QUE EL SISTEMA DECIDE LA ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA A UTILIZAR.

EL CONOCIMIENTO SE PUEDE REPRESENTAR MEDIANTE CÁLCULO DE PREDICADOS, LISTAS, OBJETOS, REDES SEMÁNTICAS Y/O REGLAS DE PRODUCCIÓN.

LA ELECCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN DEPENDERÁ DEL TIPO DE PROBLEMA.

- **MOTOR DE INFERENCIA**

TAMBIÉN *INTÉRPRETE DE REGLAS*, SE ENCARGA DE LAS OPERACIONES DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE LAS REGLAS A UTILIZAR EN EL PROCESO DE RAZONAMIENTO.

POR EJEMPLO, AL TRATAR DE PROBAR UNA HIPÓTESIS DADA, EL MOTOR DE INFERENCIA IRÁ DISPARANDO REGLAS QUE IRÁN DEDUCIENDO NUEVOS HECHOS HASTA LA APROBACIÓN O RECHAZO DE LA HIPÓTESIS OBJETIVO.

- **BASE DE HECHOS O DE DATOS**

TAMBIÉN *MEMORIA DE TRABAJO*, MEMORIA TEMPORAL QUE ALMACENA LOS DATOS DEL USUARIO, DATOS INICIALES DEL PROBLEMA, Y LOS RESULTADOS INTERMEDIOS OBTENIDOS A LO LARGO DEL PROCESO DE RESOLUCIÓN.

A TRAVÉS DE ELLA SE PUEDE SABER NO SÓLO EL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA SINO TAMBIÉN CÓMO SE LLEGÓ A ÉL.

- **INTERFAZ DE USUARIO**

GOBIERNA EL DIÁLOGO ENTRE EL SISTEMA Y EL USUARIO.

PARA EL DESARROLLO DE ESTAS INTERFACES ALGUNAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO INCORPORAN GENERADORES DE INTERFAZ DE USUARIO O BIEN SE UTILIZAN HERRAMIENTAS DE DESARROLLO DE INTERFACES GRÁFICAS EXISTENTES EN EL MERCADO.

- **MÓDULO DE COMUNICACIONES**

PARA INTERACTUAR CON OTROS SISTEMAS NO SOLAMENTE CON EL EXPERTO (PARA RECOGER INFORMACIÓN O CONSULTAR BASES DE DATOS)

- **MÓDULO DE EXPLICACIONES**

IMPORTANTE EN LA ETAPA DE DESARROLLO YA QUE APORTA UNA AYUDA CONSIDERABLE AL INGENIERO DEL CONOCIMIENTO PARA **REFINAR EL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE INFERENCIA**, Y AL EXPERTO A LA HORA DE CONSTRUIR Y VERIFICAR LA COHERENCIA DE LA BASE DE CONOCIMIENTO. PARA **EXPLICAR AL USUARIO** LAS REGLAS USADAS Y EL CONOCIMIENTO APLICADO EN LA RESOLUCIÓN.

- **MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTO**

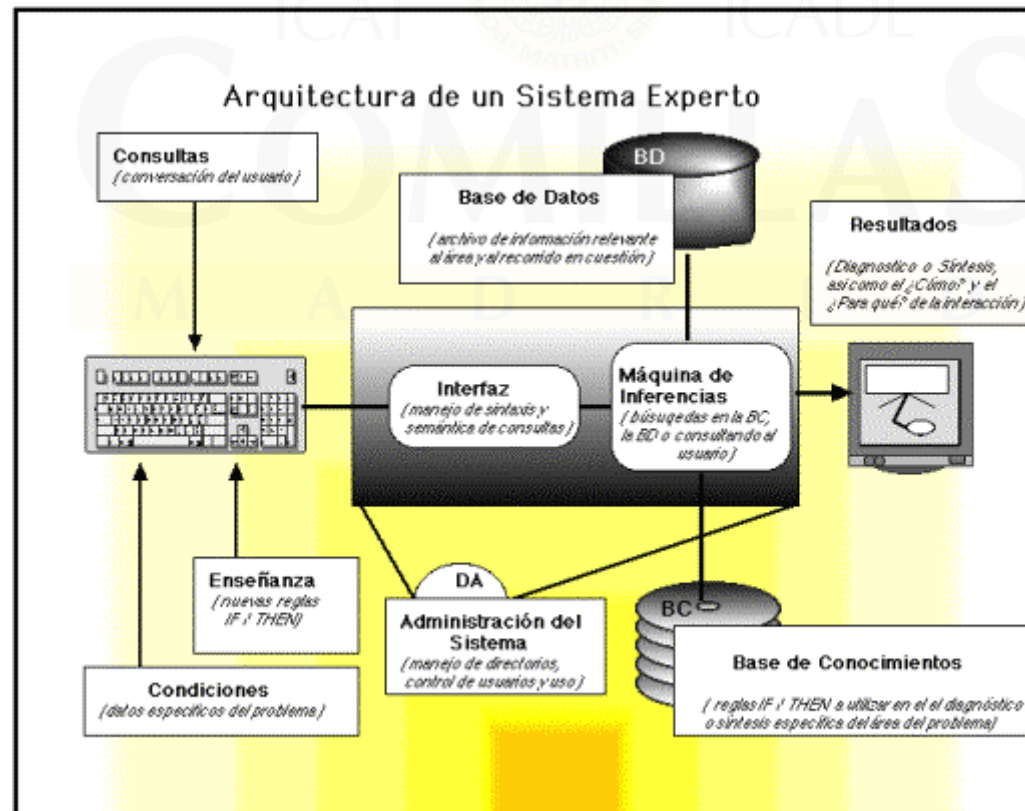
PERMITE LA CONSTRUCCIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS FORMA SENCILLA.

**SHELLS**: HERRAMIENTA SOFTWARE PARA EL DESARROLLO DE SE, VIENE IMPLEMENTADO EL MOTOR DE INFERENCIA Y LAS INTERFACES (INTERFAZ DE USUARIO, MÓDULO DE EXPLICACIONES Y MÓDULO DE ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO) QUE FORMAN EL ESQUELETO.

## 2.4. ARQUITECTURA DE UN SISTEMA EXPERTO.

ENTRADA: UNA ENTRADA DE DATOS REALIZADA POR USUARIO PARA EFECTUAR LA CONSULTA; EL APRENDIZAJE DEL SISTEMA Y LAS CONDICIONES ESPECIFICAS DEL PROBLEMA.

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA: INTERFAZ DEL MANEJO DE LA SINTAXIS DEL LENGUAJE Y DE LA MÁQUINA DE INFERENCIAS, HACE LA BÚSQUDA EN BASE DE CONOCIMIENTOS Y EN BASE DE DATOS RESULTADOS.



### 3. TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS.

#### 3.1. TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS

PROBLEMAS CON LOS QUE PUEDEN TRATAR LOS SISTEMAS EXPERTOS:

**DETERMINISTAS Y ESTOCÁSTICOS** (EN LAS REGLAS).

EJEMPLO ESTOCÁSTICOS: MEDICINA, RELACIONES ENTRE SÍNTOMAS Y ENFERMEDADES SÓLO CON UN GRADO DE CERTEZA (UN CONJUNTO DE SÍNTOMAS NO SIEMPRE IMPLICA CIERTA ENFERMEDAD).

- LOS PROBLEMAS DE TIPO **DETERMINISTA** PUEDEN SER FORMULADOS USANDO UN CONJUNTO DE REGLAS QUE RELACIONEN VARIOS OBJETOS BIEN DEFINIDOS: **SISTEMAS BASADOS EN REGLAS**.
- EN **SITUACIONES INCIERTAS**, ES NECESARIO INTRODUCIR ALGUNOS MEDIOS PARA TRATAR LA INCERTIDUMBRE (REGLAS CON UNA MEDIDA ASOCIADA A LA INCERTIDUMBRE DE LAS REGLAS Y A LA DE SUS PREMISAS; LA LÓGICA DIFUSA; LA TEORÍA DE LA PROBABILIDAD → **SISTEMAS EXPERTOS PROBABILÍSTICOS**;...)

### 3.3. DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO.

#### FASES DESARROLLO SISTEMA EXPERTO:

- 1) **IDENTIFICACIÓN** DE LA APLICACIÓN Y CONCEPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.
- 2) DESARROLLO DEL (DE LOS) **PROTOTIPO(S)**.
- 3) EJECUCIÓN Y **CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA** COMPLETO.
- 4) **INTEGRACIÓN** DEL NUEVO SISTEMA CON OTROS Y ASIMILACIÓN DEL USO DE NUEVA TECNOLOGÍA.

#### CLASIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE DESARROLLO SEGÚN ETAPA DE PROYECTO EN QUE SE USAN:

- **ESTUDIO DE VIABILIDAD:**  
¿PROBLEMA APROPIADO PARA SE? → HERRAMIENTAS FLEXIBLES Y USO SENCILLO, NO ESPECÍFICAS
- **DESARROLLO DEL PROTOTIPO:** HERRAMIENTAS CON UNA SERIE DE CARACTERÍSTICAS A NIVEL DE ESTRUCTURAS DE CONTROL → PROBAR Y COMPARAR LOS DIFERENTES ENFOQUES DE LA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA Y FACILIDADES A LOS INGENIEROS DEL CONOCIMIENTO.
- **DESARROLLO DEL SISTEMA:** ¡EFICIENCIA! ADEMÁS, MÓDULOS EXPLICATIVOS EVOLUCIONADOS.

## TIPOS DE REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO (ELEGIR SEGÚN PROBLEMA):

- **LA REPRESENTACIÓN PROCEDURAL:** EXPRESA EXPLÍCITAMENTE LAS RELACIONES ENTRE LOS FRAGMENTOS DE CONOCIMIENTO, SON COMPLEJAS DE MODIFICAR.
- **LA REPRESENTACIÓN DECLARATIVA:** CÁLCULO DE PREDICADOS, REGLAS DE PRODUCCIÓN Y REDES SEMÁNTICAS. EL CONOCIMIENTO QUEDA ESTRUCTURADO EN FRAGMENTOS INDEPENDIENTES UNOS DE OTROS, ASÍ SON FÁCILMENTE MODIFICABLES. SE COMBINAN CON UN MECANISMO GENERAL.
- **LA REPRESENTACIÓN MIXTA:** OBJETOS Y MARCOS. EMPLEA LOS DOS MÉTODOS ANTERIORES.

### ALGUNOS EJEMPLOS DE REPRESENTACIÓN:

- **REGLAS DE PRODUCCIÓN:** REPRESENTACIÓN DE UNA RELACIÓN, UNA INFORMACIÓN SEMÁNTICA O UNA ACCIÓN CONDICIONAL. ES LO MÁS HABITUAL (INTUITIVO, RÁPIDO Y FLEXIBLE).

SI PREMISA ENTONCES CONSECUENCIA

CUANTAS MÁS REGLAS MÁS POTENTE ES (¡OJO!: MUCHAS REGLAS RIESGO DE PERDER COHERENCIA)

TRATAMIENTO INCERTIDUMBRE EN REGLAS: FACTORES DE CERTEZA, LÓGICA DE DEMPSTER SHAFER, LÓGICA DIFUSA, REDES BAYESIANAS (MÁS MODERNO).

- **LÓGICA PROPOSICIONAL:** SIMILAR A REGLAS DE PRODUCCIÓN, PERO SEPARA LOS ELEMENTOS QUE COMPONENTEN LA BASE DE CONOCIMIENTO DE LOS QUE CONTROLAN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA.
- **REDES SEMÁNTICAS:** REPRESENTAR EL CONOCIMIENTO EN FORMA DE REDES O GRAFOS; LOS NODOS REPRESENTAN CONCEPTOS U OBJETOS, Y LOS ARCOS DESCRIBEN RELACIONES ENTRE ELLOS.
- **MARCOS:** ASOCIAR PROPIEDADES A LOS NODOS QUE REPRESENTAN LOS CONCEPTOS U OBJETOS. LAS PROPIEDADES SON DESCRITAS EN TÉRMINOS DE ATRIBUTOS Y LOS VALORES ASOCIADOS.
- **OBJETOS:** A DIFERENCIA DE LOS MARCOS, EN UN ENTORNO DE PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS, PUEDEN ACTUAR COMO ENTIDADES INDEPENDIENTES. ASÍ, EL CONTROL DEL SISTEMA SE CONSIGUE ENVIANDO MENSAJES DEL SISTEMA A LOS OBJETOS Y ENTRE ELLOS MISMOS.
- **REPRESENTACIONES MÚLTIPLES:** COMBINAR DOS O MÁS FORMAS DE REPRESENTAR EL CONOCIMIENTO EN EL MISMO SISTEMA.

UNA HERRAMIENTA DE DESARROLLO DE SE DEBE ADMITIR MÁS DE UNA FORMA DE REPRESENTACIÓN.



## MOTOR INFERENCIA: MECANISMO DE INFERENCIA O RAZONAMIENTO (REGLAS, LÓGICA FORMAL)

### MODOS DE RAZONAMIENTO DE LÓGICA FORMAL:

- **ENCADENAMIENTO HACIA ADELANTE:** PARTE DE LOS HECHOS PARA LLEGAR A LOS RESULTADOS → SELECCIONA LAS REGLAS QUE VERIFIQUEN LAS CONDICIONES DE LA IZQUIERDA (PREMISAS).
- **ENCADENAMIENTO HACIA ATRÁS:** PARTE DE LOS RESULTADOS Y TRATA DE VOLVER A LOS HECHOS PARA COMPROBAR SI ENCAJAN CON EL PROBLEMA PLANTEADO.
- **ENCADENAMIENTO MIXTO:** COMBINA ENCADENAMIENTO HACIA ADELANTE Y HACIA ATRÁS.
- **ALGORITMOS DE BÚSQUEDA HEURÍSTICA:** BASE DE CONOCIMIENTO ESTRUCTURA DE ÁRBOL → PROBLEMA DE BÚSQUEDA EN UN ÁRBOL (DIVERSOS MÉTODOS).
- **HERENCIA:** ES EL MÉTODO UTILIZADO EN ENTORNOS ORIENTADOS A OBJETOS (UN OBJETO HIJO HEREDA PROPIEDADES Y HECHOS DE SUS PADRES)

### 3.4. LENGUAJES Y GENERADORES DE SISTEMAS EXPERTOS.

LENGUAJES DE PROPÓSITO GENERAL (C, PASCAL, ETC.).

LISP (EL MÁS ANTIGUO): ESTRUCTURAS DE DATOS: LISTAS

IMPLANTACIÓN RÁPIDA DE MODELOS Y FÁCIL MODIFICACIÓN.

DESVENTAJA: LENTITUD.

PROLOG: LENGUAJE DECLARATIVO (NO DESCRIBE SECUENCIALMENTE EL ALGORITMO).

A PARTIR DE DATOS DEDUCE NUEVOS HECHOS Y RESUELVE PROBLEMA (INCLUYE MOTOR INFERENCIA)

PRINCIPAL APLICACIÓN: MANEJO DE BASES DE DATOS RELACIONALES.

LENGUAJES ORIENTADOS A OBJETOS (C++): AHORA MUY HABITUALES POR SU BUEN RENDIMIENTO.

CARACTERÍSTICAS O UTILIDADES DE UNA HERRAMIENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SE:

- POSIBILIDADES PARA EL DESARROLLO DE PROTOTIPOS.
- UN MOTOR DE INFERENCIA.
- UN MÉTODO O VARIOS PARA LA REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO.
- UNA O VARIAS TÉCNICAS PARA EL MANEJO DE LA INCERTIDUMBRE.
- UN GENERADOR DE INTERFACES GRÁFICOS (NO SIEMPRE).

### 3.5. INTEGRACIÓN Y MIGRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.

DOS TIPOS BÁSICOS DE **ARQUITECTURA DE INTEGRACIÓN**:

- 1) EL SE FORMA PARTE DE OTRO SISTEMA PRINCIPAL (COMUNICACIÓN CON EL SE DIRECTA O RED).
- 2) EL SE ES EL SISTEMA PRINCIPAL Y ESTÁ CONECTADO A OTROS SISTEMAS QUE LE AYUDAN (EJEMPLO: SUBSISTEMAS DE COMPLEJOS CÁLCULOS MATEMÁTICOS NECESARIOS EN RAZONAMIENTO)  
COMUNICACIÓN FLUIDA (CRÍTICO EN SE EN TIEMPO REAL).

ESPECIAL RELEVANCIA CONEXIÓN CON BASES DE DATOS

PORTABILIDAD DE LA HERRAMIENTA (HERRAMIENTAS MULTIPLATAFORMA).

### 3.6. TENDENCIAS FUTURAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.

#### CLASIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO DE SE:

- SEGÚN EL ALCANCE DE LA HERRAMIENTA:

- **HERRAMIENTAS PROPÓSITO GENERAL.** NO ESPECIALMENTE PARA PROBLEMAS ESPECÍFICOS.
- **ORIENTADAS A DOMINIOS Y PROBLEMAS ESPECÍFICOS:** ABORDAN PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

- SEGÚN LENGUAJE O TÉCNICA PARA EL QUE SIRVE LA HERRAMIENTA:

- **HERRAMIENTAS CBR (CASE-BASED REASONING):** BASADAS EN CASOS, PARA A PARTIR DE ELLOS INDUCIR LAS REGLAS Y CRITERIOS POR SIMILITUD.
- **HERRAMIENTAS PARA LISP, PROLOG, C++:** SON ENTORNOS DE DESARROLLO; PROPORCIONAN LAS UTILIDADES NECESARIAS PARA PROGRAMAR CÓMODAMENTE EN ESTOS LENGUAJES.
- **SHELLS:** ENTORNOS DE DESARROLLO COMPLETOS Y PARTICULARES. CLIPS, ART, G2.

INCLUYEN MOTOR DE INFERENCIA Y USAN MÉTODOS PROPIOS DE REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO CERCANOS A LISP O PROLOG. ESPECIALMENTE PARA PROTOTIPOS.

## **CAMPOS ACTUALES DE INVESTIGACIÓN Y DE APLICACIÓN:**

- **APRENDIZAJE:** QUE EL PROPIO ORDENADOR ADQUIERA EL CONOCIMIENTO.
- **REDES NEURONALES:** NODOS CONECTADOS CON OTROS MEDIANTE ENLACES SIMULANDO CONEXIONES NEURONAS (VISIÓN ARTIFICIAL, RAZONAMIENTO, APRENDIZAJE, LENGUAJE)
- **REDES BAYESIANAS:** TÉCNICA PARA TRATAR EL RAZONAMIENTO CON INCERTIDUMBRE. UNA RED DONDE LOS NODOS SON HECHOS CIERTOS O NO Y LOS ENLACES ENTRE LOS NODOS SON LAS PROBABILIDADES CONDICIONADAS DE UNOS HECHOS CON OTROS. PROPAGANDO LAS PROBABILIDADES, SE PUEDEN OBTENER LOS RESULTADOS MÁS PROBABLES A PARTIR DE LOS HECHOS
- **ALGORITMOS GENÉTICOS:** MÉTODOS DE APRENDIZAJE INSPIRADOS EN LA EVOLUCIÓN NATURAL. USAN NOCIONES DE INDIVIDUOS, APAREAMIENTO, RECOMBINACIÓN DE CROMOSOMAS, MUTACIÓN GENÉTICA, ADAPTACIÓN Y SELECCIÓN NATURAL. BASE DE INVESTIGACIONES EN VIDA ARTIFICIAL.

OTROS: **DATA MINING** PARA OBTENER CONOCIMIENTO EN BASES DE DATOS

**AGENTES INTELIGENTES** PARA RECUPERAR INFORMACIÓN EN INTERNET.

## 4. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.

### 4.1. FACTORES QUE JUSTIFICAN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO:

- **COSTE PARA FORMAR NUEVOS EXPERTOS MUY ALTO.**
- **RIESGO DE PERDER LOS CONOCIMIENTOS** Y LA EXPERIENCIA EN POSESIÓN DE LOS EXPERTOS.
- **LOS EXPERTOS SON ESCASOS.**
- **DISPONER DE EXPERTOS SIN RESTRICCIONES DE TIEMPO Y LUGAR.**
- **LOS EXPERTOS TIENEN QUE TRABAJAR EN AMBIENTES HOSTILES.**

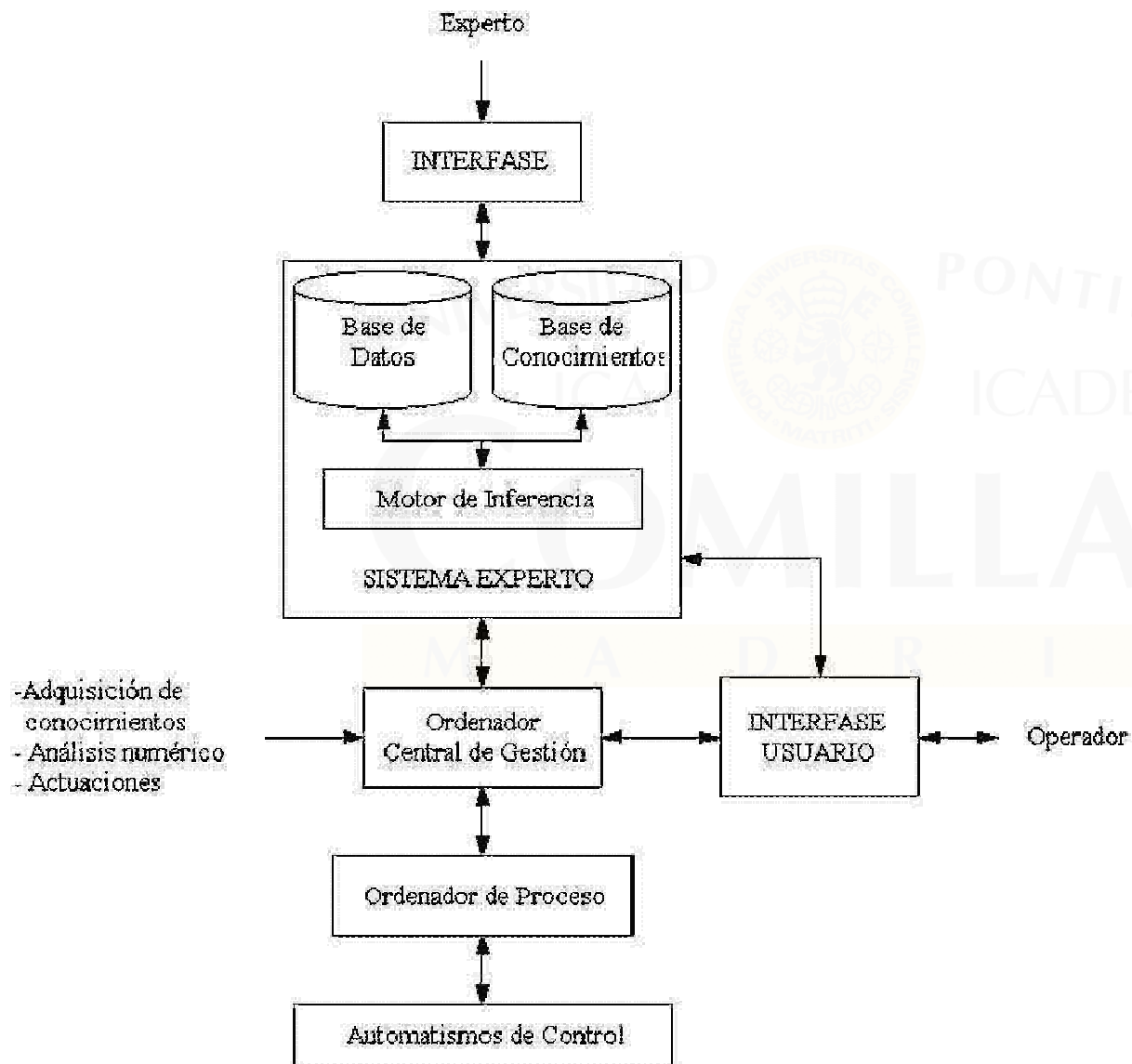
### 4.2. TIPO DE PROBLEMAS QUE HACEN APROPIADO EL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO.

- SE REQUIERE PRINCIPALMENTE TRATAMIENTO Y **RAZONAMIENTO SIMBÓLICO.**
- LAS TAREAS ADMITEN EL USO DE MÉTODOS **HEURÍSTICOS.**
- LAS TAREAS **NO SON DEMASIADO FÁCILES.**
- LAS TAREAS TIENEN UN **VALOR EMINENTEMENTE PRÁCTICO.**
- EL NÚMERO DE CONCEPTOS A SER MANEJADOS ES LIMITADO Y NO REQUIERE SABER DE MUCHAS ÁREAS DIFERENTES.

### 4.3. CAMPO DE APLICACIONES DE LOS SE.

SEGÚN EL TIPO DE PROBLEMA A RESOLVER:

- **SISTEMAS DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES:** PARA CIERTA PROBLEMÁTICA SUGIEREN LA SOLUCIÓN QUE CONSIDERAN MÁS IDÓNEA A PARTIR DEL CONOCIMIENTO INCLUIDO EN EL SISTEMA
- **CONFIGURACIÓN:** SELECCIONAR Y PLANIFICAR LOS COMPONENTES NECESARIOS EN UN PROCESO.
- **DIAGNÓSTICO:** A PARTIR DE UNOS "SÍNTOMAS" DETERMINAN LAS CAUSAS QUE LO PRODUCEN.
- **PLANIFICACIÓN:** ESTABLECEN ETAPAS Y RECURSOS NECESARIOS PARA ALCANZAR UN OBJETIVO.
- **INTERFACES INTELIGENTES:** HACEN DE PUENTE ENTRE LAS PERSONAS Y EQUIPOS COMPLEJOS Y DE DIFÍCIL UTILIZACIÓN (INTERFACES INTELIGENTES DE ACCESO A BASE DE DATOS)
- **DISEÑO:** EFECTÚAN PLANIFICACIÓN O TRAZADO DE UN OBJETO O SISTEMA SEGÚN REQUISITOS. SUELEN DAR DIFERENTES SOLUCIONES DE FORMA QUE EL USUARIO PUEDA ELEGIR.
- **INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:** PARA TRATAR GRANDES VOLÚMENES DE INFORMACIÓN.
- **MONITORIZACIÓN:** MONITORIZAR PROCESOS DANDO UNA SALIDA DE CONTROL (TIEMPO REAL).





## 5. SIMULACIÓN Y SISTEMAS EXPERTOS

**MÉTODO DE LAS TRES FASES:** EN UN SISTEMA SE LLEVAN A CABO ACTIVIDADES DE DOS TIPOS:

- **ACTIVIDADES B (INCONDICIONALES):** SE PUEDE DECIR EN QUÉ INSTANTE HAN DE COMENZAR (PUEDEN PROGRAMARSE). PUEDEN SER TRATADAS POR EL EJECUTIVO CADA VEZ QUE LLEGA SU INSTANTE.
- **ACTIVIDADES C (CONDICIONADAS):** SU REALIZACIÓN DEPENDE DE CONDICIONES EN CADA INSTANTE (COOPERATIVAS) SU EJECUCIÓN PUEDE DEPENDER DE LA COOPERACIÓN DE DIFERENTES ENTIDADES O DE LA SATISFACCIÓN DE CONDICIONES ESPECÍFICAS.

COLA SIMPLE:

- *LLEGADA DE UN CLIENTE* → **ACTIVIDAD B** (ENCADENANDO LLEGADAS PUEDE HACERSE QUE LA LLEGADA N-ÉSIMA SE PRODUZCA AL FINAL DEL INTERVALO ENTRE EL CLIENTE N-1 Y EL N)
- *FINAL DE SERVICIO* → **ACTIVIDAD B** (CUANDO SE INICIA UN SERVICIO PUEDE DETERMINARSE A PARTIR DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD SU FINALIZACIÓN Y LAS ACTIVIDADES CONSECUENTES (ABANDONO SISTEMA Y LIBERACIÓN DE SERVIDOR) OCURRIRÁN ENTONCES.

- *INICIO DEL SERVICIO* → **ACTIVIDAD C** (SÓLO SI SE SATISFACEN DOS CONDICIONES O REGLAS: DEBE HABER AL MENOS UN CLIENTE ESPERANDO Y EL SERVIDOR DEBE ESTAR LIBRE).

### EJECUTIVO DEL PLANTEAMIENTO DE LAS TRES FASES:

#### **FASE A:** EXPLORACIÓN DEL TIEMPO

DETERMINA CUÁNDO DEBE OCURRIR EL SIGUIENTE SUCESO B, CUÁL DEBE EJECUTARSE, AVANZA EL RELOJ A ESE INSTANTE, SE MANTIENE ALLÍ HASTA COMPLETAR B Y C.

#### **FASE B:** LLAMADA A LAS ACTIVIDADES B.

VERIFICA QUÉ ACTIVIDAD B DEBE EJECUTARSE Y LA REALIZA (VARIAS: TODAS Y PRIORIDADES).

#### **FASE C:** EXPLORACIÓN DE LAS ACTIVIDADES C.

INTENTA ACTIVAR CADA ACTIVIDAD C Y REALIZA LAS QUE SE SATISFACEN CONDICIONES.

## COMO SISTEMA EXPERTO:

- **LA BASE DE CONOCIMIENTOS:** **ACTIVIDADES C (REGLAS)** Y **ACTIVIDADES B ("DEMONS")**
- **LA BASE DE DATOS O BASE DE HECHOS:** INFORMACIÓN SOBRE EL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA.  
**HECHOS:** ESTADOS DE LAS ENTIDADES (USADOS POR LAS REGLAS PARA EXTRAER INFERENCIAS).  
**METAS:** ELEMENTOS DE MECANISMO TEMPORAL Y REPRESENTAN PROGRAMACIÓN ACTIVIDADES B.  
**SE:** METAS DIRECCIÓN PARA PROCESAR EL SISTEMA DANDO EL ESTADO QUE DEBE SER ALCANZADO.  
**PROPIEDADES METAS:** TIEMPO (INSTANTE ACTIVIDAD B) Y PRIORIDADES.
- **EL MOTOR DE INFERENCIA:** **EJECUTIVO** → CONTROLA TIEMPO, LAS CONDICIONES DE INTERRUPTIÓN PROCESO, LLAMADAS A LOS "DEMONS" B Y VERIFICACIÓN DE LAS REGLAS C.  
ENCONTRAR REGLAS SATISFECHAS POR LOS DATOS DE LA BASE DE HECHOS EN ESE MOMENTO Y APLICAR UNA ESTRATEGIA DE SELECCIÓN → APLICACIÓN SECUENCIAL DE METARREGLAS:
  1. **METARREGLA FASE A:** AVANZA EL TIEMPO HASTA EL INSTANTE EN QUE ALGO DEBE OCURRIR.
  2. **METARREGLA DE INTERRUPTIÓN** (COMÚN A TODOS LOS SE): VERIFICA CONDICIONES DE PARADA.
  3. **METARREGLA FASE B:** EJECUTA TODOS LOS SUCESOS B IDENTIFICADOS POR METARREGLA FASE A
  4. **METARREGLA FASE C:** VERIFICA TODAS LAS REGLAS C Y EJECUTA LAS QUE SATISFACEN LOS DATOS

