

# UD4: Sistemas Expertos

Los **Sistemas Expertos** surgieron en las décadas de los 70 y 80. Se definen como **software capaz de simular el proceso de decisión que tomaría un experto humano en un cierto campo para la solución de un problema**. Su objetivo principal es **ayudar a encontrar la solución óptima a un problema concreto sin tener que recurrir a un experto en la materia**.

Un sistema experto es un **programa informático que, tras haber sido debidamente entrenado, es capaz de deducir información (output) a partir de un conjunto de datos y fuentes de información (input)**. Estos sistemas están diseñados para **tomar decisiones de forma automática como expertos, explicar la decisión que han tomado, y potencialmente aprender cuando se les facilita nueva información**. Para su desarrollo, es **imprescindible disponer del conocimiento de un especialista en el campo de estudio**. Por ello, también se les conoce como **sistemas basados en conocimientos o en reglas**. Son capaces de **aplicar de forma autónoma procedimientos de inferencia**, utilizando procesos **inductivos o deductivos** para llegar a una **conclusión** a partir del **análisis de hechos (inputs)** y generar **outputs**.

Las **características** distintivas de los Sistemas Expertos incluyen:

- **ESPECIALIZACIÓN**: Están diseñados para resolver problemas o consultas en un **área particular**, como medicina, finanzas o ingeniería.
- **EMULACIÓN DEL PENSAMIENTO HUMANO**: Intentan **razonar, inferir y tomar decisiones como lo haría un experto humano**. Una calculadora, por ejemplo, no es un sistema experto a pesar de realizar cálculos complejos.
- **CAPACIDAD DE APRENDIZAJE**: Algunos pueden **aprender de nuevos datos o de la experiencia, ajustando sus bases de conocimientos o sus procesos de inferencia**.
- **INTERACTIVIDAD**: Permiten la **interacción con usuarios**, quienes pueden hacer consultas, proporcionar información y recibir recomendaciones o decisiones.

A diferencia de los sistemas de Deep Learning ("Caja Negra" o **Black Box**), donde es difícil rastrear el proceso que lleva a una salida, un Sistema Experto es capaz de **mostrar los pasos lógicos detrás de sus decisiones**, siendo considerado una "Caja de Cristal" o **Glass Box**.

Existen diferentes **tipos de Sistemas Expertos** basados en su representación del conocimiento:

- **Basados en Reglas**: Emplean expresiones del tipo **IF (condición) y THEN (acción)**. Un ejemplo es el diagnóstico de Gripe basado en síntomas como dolor de cabeza, resfriado y fiebre.
- **Basados en Árboles de Decisión**: Crean un **árbol de posibles alternativas** para clasificar datos, donde el nodo final representa la solución. Un ejemplo es un sistema de apoyo en termografía de glándulas mamarias.
- **Basados en Casos**: Parten de **problemas previamente resueltos** en un dominio y, mediante adaptación, encuentran la solución a un nuevo problema. Es similar al entrenamiento por refuerzo y se usa en abogacía, medicina e ingeniería.
- **Basados en Redes Bayesianas**: Utilizan **gráficos de variables y relaciones de dependencia** para determinar la **probabilidad de variables desconocidas**. Un ejemplo es determinar la probabilidad de hierba húmeda basada en el rociador y la lluvia.

Un ejemplo notable es **DELTA**, desarrollado en 1981 para ayudar a ingenieros de General Electric a diagnosticar y reparar averías en locomotoras diésel-eléctricas. Estaba basado en reglas y desarrollado en LISP.

La principal **estructura elemental** de un sistema experto es la del **sistema basado en reglas: IF... THEN ....** Cada regla es una **porción de conocimiento** que, junto con hechos y datos conocidos, lleva a **conclusiones**.

Los **elementos fundamentales** de un Sistema Experto son:

- **Interfaz de usuario y de comunicación externa:** Permite la **interacción con el usuario** mediante texto, gráficos o una combinación. Facilita preguntas del sistema y respuestas del usuario.
- **Base de datos de conocimiento:** Contiene el **conocimiento experto** codificado, a menudo como reglas **Si ENTONCES**. Puede incluir **conocimiento procedimental** (paso a paso), **factual** (libros/manuales), y **heurístico** (propio del experto).
- **Motor de inferencias:** Es el encargado del **razonamiento**, capaz de **generar nueva información y tomar decisiones**.
- **Sistema para la explicación de las decisiones tomadas:** Explica al usuario el **razonamiento detrás de las conclusiones** de forma entendible.
- **Sistema para la adquisición de nuevo conocimiento:** Permite a un **experto introducir nueva información** en el sistema.

La representación y simulación de comportamientos básicos en sistemas expertos tienen **ventajas** como **implementación rápida y sencilla**, manejo de **grandes cantidades de información**, y toma de decisiones **transparentes**. Sin embargo, presentan **desventajas**: es **difícil cubrir completamente un campo**, **no aportan soluciones imaginativas**, y **no pueden decidir más allá de la información disponible**.

Algunas **tecnologías y frameworks** relevantes para construir sistemas expertos son CLIPS, Drools, Jess, Prolog, Expert System Shells, Pyke y OpenCyc. **Prolog** es un lenguaje de programación lógica de los 70, orientado a que su estructura se parezca al lenguaje natural. Es un lenguaje **declarativo**, donde se describe el resultado deseado. Su estructura "SI... ENTONCES..." se representa con :-.

Los mecanismos de inferencia más usados emplean dos **estrategias de control**:

- **Razonamiento hacia adelante (Forward Chaining):** Parte de una **condición (A)** para **llegar a una consecuencia (B)** aplicando una regla. Ejemplo: Si (fiebre) Y (pérdida de olfato) ENTONCES hacer prueba PCR. Usado en lenguajes como LISP.
- **Razonamiento hacia atrás (Backward Chaining):** Parte de una **hipótesis que se considera cierta si se cumplen ciertas condiciones**. Ejemplo: Si Animal caza ratones y bebe leche ENTONCES Animal es un gato. Usado en lenguajes como PROLOG.

Actualmente, los sistemas expertos se aplican en campos como Recursos Humanos, Medicina, Banca, Mantenimiento, Control de embalses, entre otros. Los **beneficios** incluyen **mayor calidad y rapidez en las decisiones**, **reducción de costes** y **mejora de la consistencia**. Una **tendencia actual** es que los sistemas expertos **combinan la implementación de reglas con metodologías de machine learning**.