

INTELIGENCIA ARTIFICIAL, CONOCIMIENTO, RAZONAMIENTO

Sistemas Expertos

Inteligencia Artificial Especializada

Simulando el conocimiento y
razonamiento Humano

Yan Carlos Pinchao
Guerra
Noveno Semestre Ing.
.sistemas



Índice / Agenda





Contenido de la presentación

Introducción a los Sistemas Expertos | 2025

- **Historia y evolución** — Años 60-90
- **Sistemas pioneros** — DENDRAL y MYCIN
- **Arquitectura** — Estructura general
- **Base de conocimiento** — Representación del conocimiento
- **Motor de inferencia** — Razonamiento automático
- **Tipos** — Basados en reglas, casos y redes bayesianas
- **Metodologías** — Desarrollo e ingeniería del

¿Qué es un Sistema Experto?

Emulando el conocimiento experto

-  Un programa informático que emula el proceso de razonamiento y toma de decisiones de un experto humano
-  Opera en dominios específicos de conocimiento para resolver problemas complejos
-  Utiliza conocimiento codificado en forma de reglas, hechos o modelos estructurados
-  Aplica inferencia lógica para llegar a conclusiones y justificar sus resultados

Características principales de los Sistemas Expertos

Características fundamentales

- **Simulación de razonamiento humano** - Capacidad de imitar el proceso de toma de decisiones de un experto humano
- **Conocimiento específico** - Se centran en dominios concretos y bien delimitados de conocimiento
- **Habilidades explicativas** - Pueden explicar el razonamiento que han seguido para alcanzar una conclusión

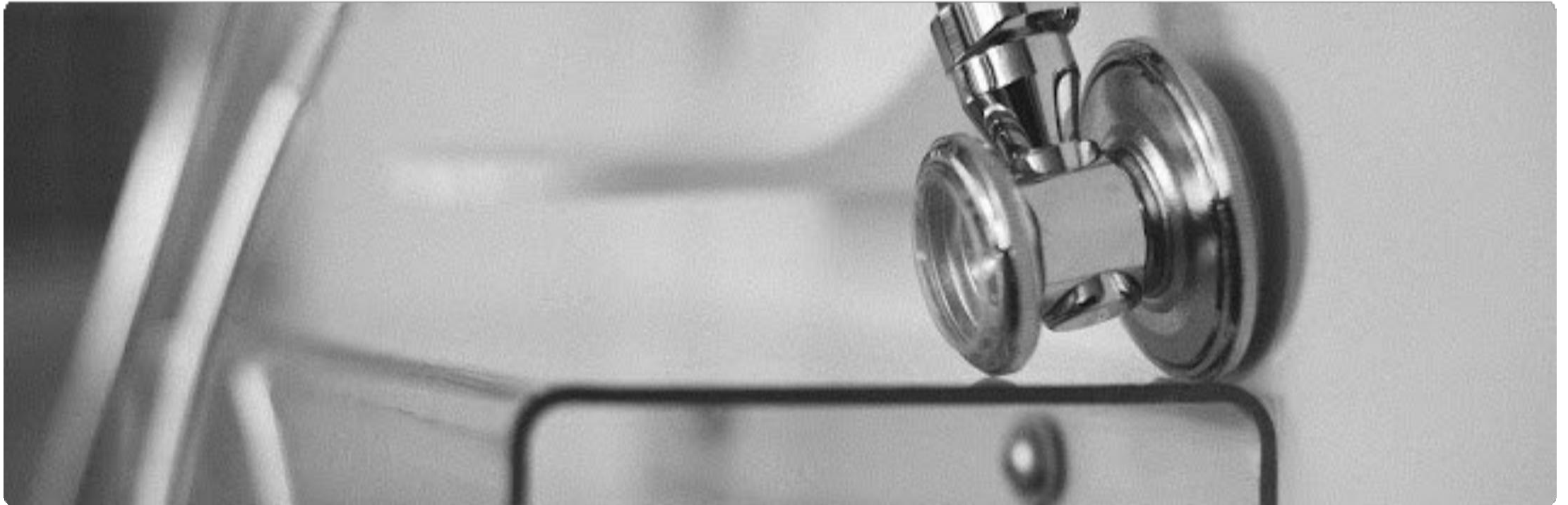
Características técnicas

- **Base de conocimiento** - Almacenan experiencia en forma de reglas, hechos y relaciones
- **Motor de inferencia** - Mecanismo para aplicar reglas lógicas y deducir nuevos conocimientos
- **Separación conocimiento-control** - El conocimiento está separado del mecanismo que lo procesa

de los Sistemas Expertos

- **Década de 1960s: Orígenes**
- **Década de 1970s: Primeros sistemas**
- **Décadas de 1980s y 1990s**
- **Actualidad**

Sistemas Pioneros: DENDRAL y MYCIN



DENDRAL

1965-1975

- **Primer sistema experto** desarrollado en la Universidad de Stanford por Edward Feigenbaum

MYCIN

1972-1976

- Desarrollado en Stanford por **Edward Shortliffe** como parte de su tesis doctoral
- Sistema **diagnóstico** especializado en infecciones de

Arquitectura de los Sistemas Expertos

Estructura fundamental que permite simular el proceso de toma de decisiones de un experto humano

Base de conocimiento

Contiene el conocimiento del dominio específico representado como reglas, hechos y heurísticas

Motor de inferencia

Aplica reglas lógicas para procesar información y generar conclusiones

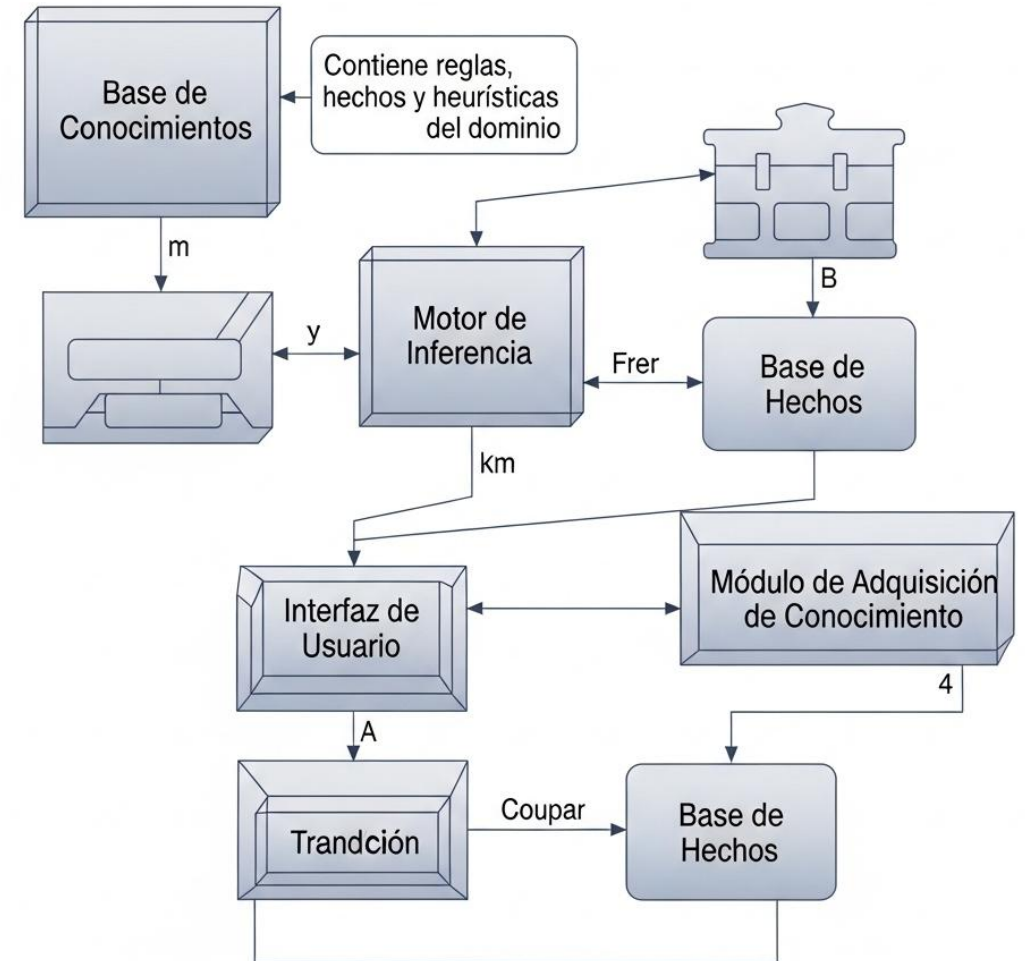
Interfaz de usuario

Permite la comunicación entre el sistema experto y los usuarios finales

Esta arquitectura modular separa claramente el conocimiento (base de conocimiento) de los mecanismos de razonamiento (motor de inferencia), lo que permite actualizaciones independientes y facilita el mantenimiento del sistema.




La arquitectura de los sistemas expertos revolucionó el desarrollo de la IA al permitir la representación explícita del conocimiento especializado.

ARCHITECTURA INA EXPERTO



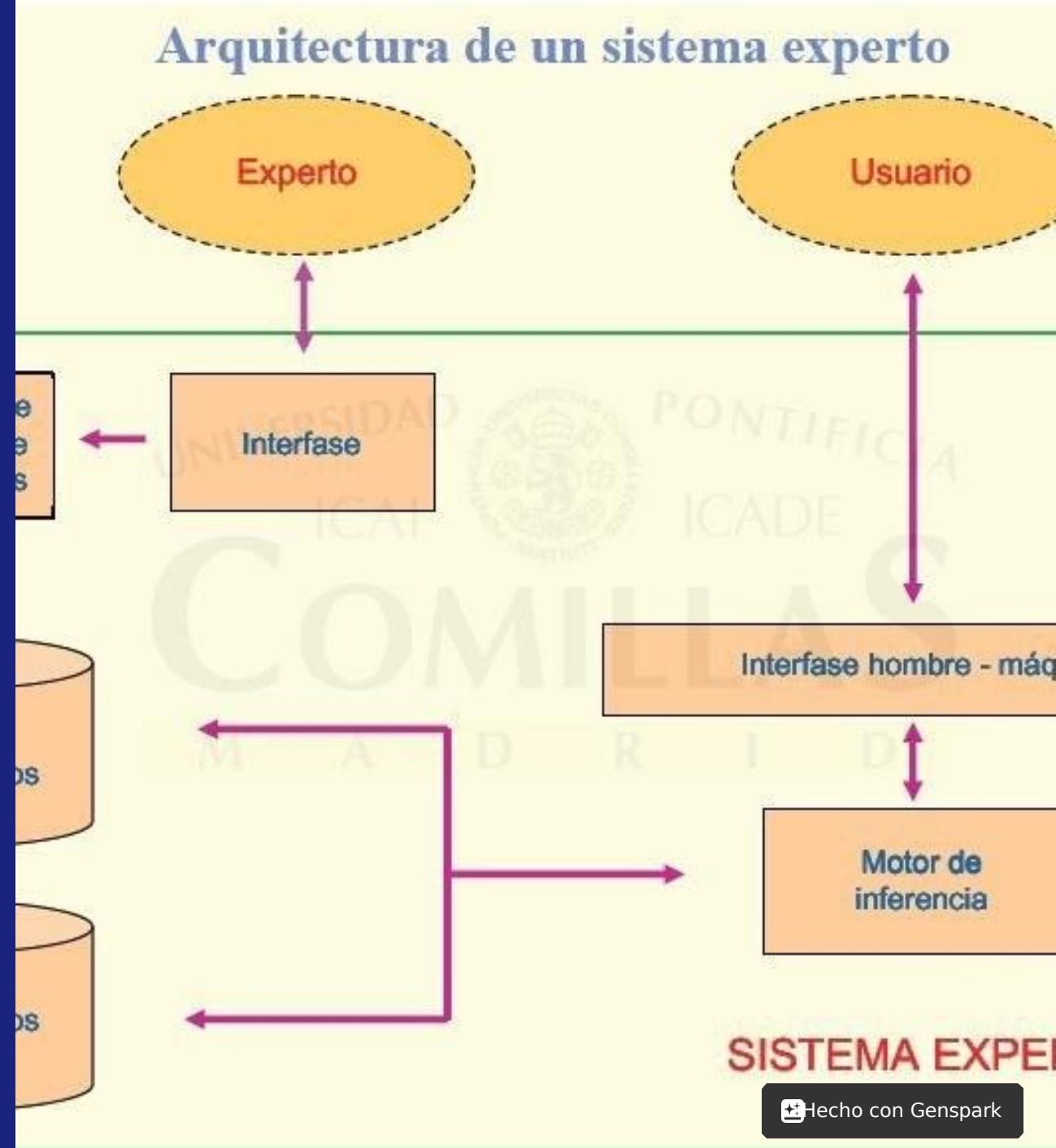
La Base de Conocimiento

El núcleo del sistema experto que almacena el conocimiento especializado

-  **Hechos y datos** - Información específica del dominio representada como afirmaciones concretas
-  **Reglas** - Expresadas en formato "si-entonces" que modelan relaciones causales y lógicas
-  **Heurísticas** - Conocimiento empírico y atajos mentales utilizados por expertos humanos

La base de conocimiento contiene la experiencia humana formalizada y codificada para su procesamiento por el sistema experto. Representa el conocimiento tanto declarativo (hechos) como procedimental (reglas) del dominio específico, permitiendo así la simulación del razonamiento experto.

La calidad y amplitud de la base de conocimiento determina directamente la efectividad del sistema experto.



Motor de Inferencia

El cerebro del sistema experto que aplica reglas para generar conclusiones

Razonamiento

Aplica algoritmos para deducir nuevos conocimientos a partir de la base de conocimiento

Tipos

Encadenamiento hacia adelante (forward chaining) o hacia atrás (backward chaining)

Funciones

Selección, resolución de conflictos, ejecución y actualización de reglas

El motor de inferencia es el componente que determina qué información es relevante, aplica reglas apropiadas y genera conclusiones. A diferencia del conocimiento, que puede cambiar, el mecanismo de razonamiento permanece constante.

* En sistemas modernos, pueden incorporar técnicas de aprendizaje automático para mejorar sus capacidades



Tipos de Sistemas Expertos

Los sistemas expertos se clasifican principalmente en tres categorías, cada una con enfoques distintos para la representación y el procesamiento del conocimiento.



Basados en Reglas (RBR)

Utilizan reglas predeterminadas en formato "Si-Entonces" para representar el conocimiento y tomar decisiones.

- ✓ Lógica determinista y predecible
- ✓ Alta precisión en dominios bien definidos
- ✓ Fácil interpretación y explicación



Basados en Casos (CBR)

Resuelven problemas comparándolos con casos similares previos, adaptando soluciones anteriores a nuevas situaciones.

- ✓ Aprendizaje continuo con nuevos casos
- ✓ Efectivo cuando las reglas son difíciles de definir
- ✓ Mayor flexibilidad ante problemas nuevos

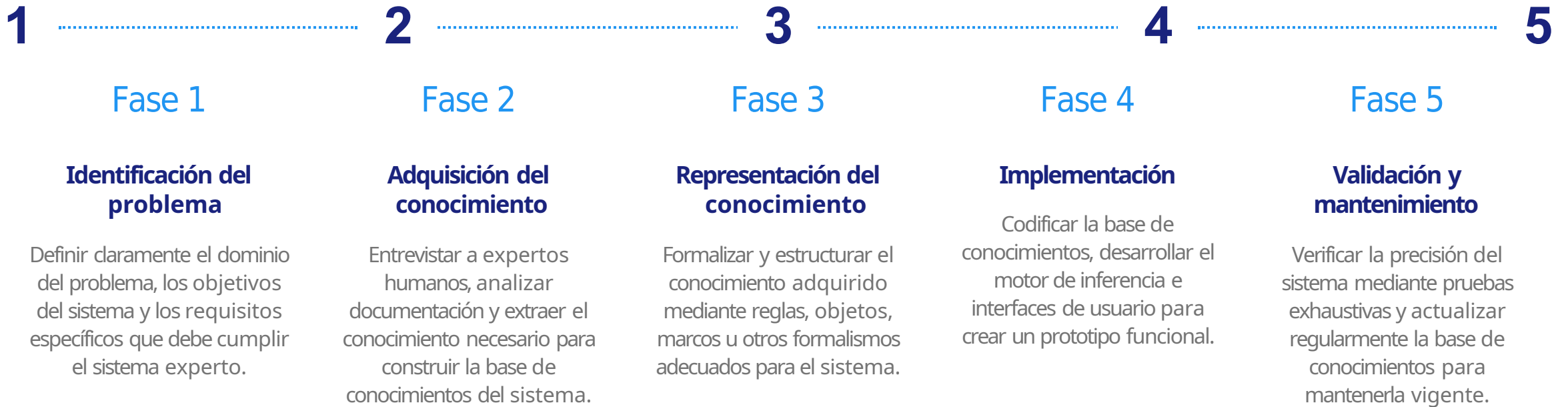


Basados en Redes Bayesianas

Emplean probabilidades y teorema de Bayes para modelar incertidumbre y relaciones entre variables.

- ✓ Manejo de incertidumbre y probabilidades
- ✓ Adaptación a información incompleta
- ✓ Idóneos para diagnóstico y predicción

Metodologías de Desarrollo de Sistemas Expertos



Aplicaciones en Medicina

Sistemas expertos en diagnóstico y toma de decisiones clínicas

70%

Precisión de MYCIN en diagnóstico de infecciones

+40%

Reducción de errores diagnósticos

24/7

Disponibilidad en entornos clínicos

- ♥ MYCIN: Pionero en diagnóstico de enfermedades infecciosas de la sangre
- 🏥 DXplain y CaDet: Identificación de cáncer en etapas tempranas
- 🏥 Sistemas de recomendación de tratamientos personalizados

Los sistemas expertos médicos son pioneros en la aplicación práctica de IA en entornos clínicos



Aplicaciones en Diferentes Sectores

Los sistemas expertos han sido implementados en una amplia gama de industrias, aportando eficiencia y precisión a procesos complejos.

Industria y Manufactura

Los sistemas expertos supervisan procesos de producción, predicen fallos en equipos y optimizan el mantenimiento predictivo. La implementación de estos sistemas ha reducido los tiempos de inactividad en **hasta un 35%** y aumentado la productividad en fábricas inteligentes.

› *XCON: Configuración de equipos informáticos*

› *FALCON: Detección de fallos en maquinaria industrial*

Finanzas y Banca

En el sector financiero, estos sistemas evalúan riesgos crediticios, detectan operaciones fraudulentas y optimizan carteras de inversión. Los bancos que implementan sistemas expertos han reportado una **reducción del 28%** en fraudes y mayor precisión en decisiones de préstamo.

› *FIDEX: Análisis de inversiones y detección de patrones*

› *RESRA: Evaluación de riesgo en préstamos hipotecarios*

Logística y Transporte

Los sistemas expertos optimizan rutas de distribución, gestionan inventarios y predicen demandas de manera eficiente. Las empresas logísticas han reportado **ahorros de hasta 22%** en costos de transporte mediante el uso de estos sistemas para planificación y gestión de la cadena de suministro.

› *LESCIS: Programación de envíos y logística intermodal*

› *DISPATCHER: Gestión de flotas y optimización de rutas*

Ventajas y Limitaciones de los Sistemas Expertos

Ventajas

- **Permanencia**- A diferencia de un experto humano, no envejece ni pierde facultades con el tiempo
- **Replicación**- Una vez programado puede duplicarse infinitamente
- **Rapidez**- Procesa grandes volúmenes de información y realiza cálculos más rápido que los humanos
- **Entornos peligrosos** - Puede trabajar en condiciones donde sería arriesgado para un humano
- **Fiabilidad**- No se ve afectado por factores externos como cansancio o estrés

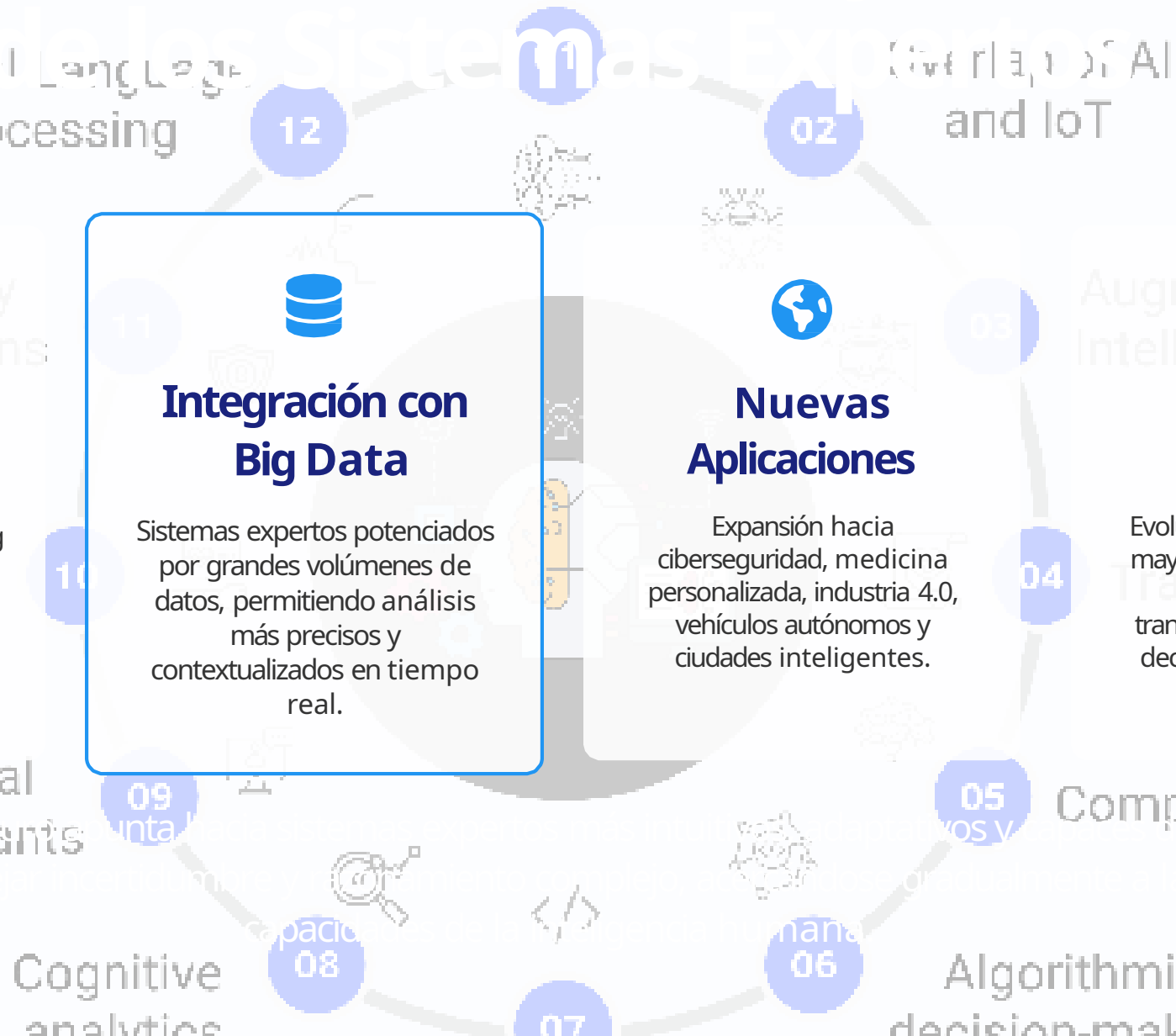
Limitaciones

- **Falta de sentido común** - No distingue lo obvio ni tiene intuición como los humanos
- **Lenguaje natural** - Dificultad para mantener conversaciones informales y naturales
- **Aprendizaje limitado** - Menor capacidad de adaptación y aprendizaje autónomo
- **Conocimiento no estructurado** - No maneja bien información ambigua o poco definida
- **Dominio restringido** - Eficaz solo en áreas específicas para las que fue diseñado

Sistemas Expertos Modernos e IA Híbrida

- **Evolución de sistemas tradicionales**
Los sistemas expertos clásicos basados únicamente en reglas han evolucionado hacia arquitecturas más flexibles y adaptativas que incorporan capacidades de aprendizaje
- **Integración con Machine Learning**
Sistemas híbridos que combinan el razonamiento basado en reglas con capacidades de aprendizaje automático, permitiendo la actualización dinámica de la base de conocimiento
- **Big Data y procesamiento en tiempo real**
Incorporación de grandes volúmenes de datos y análisis en tiempo real para mejorar la precisión y relevancia de las respuestas del sistema
- **Neuro-simbólica: lo mejor de ambos mundos**
Fusión del enfoque simbólico (reglas explícitas) con redes neuronales profundas, combinando la interpretabilidad de los sistemas expertos con la potencia predictiva del deep learning

Tendencias Actuales y Futuro



Sistemas Híbridos

Integración de sistemas expertos tradicionales con algoritmos de machine learning y deep learning, combinando reglas explícitas con aprendizaje automático.

Integración con Big Data

Sistemas expertos potenciados por grandes volúmenes de datos, permitiendo análisis más precisos y contextualizados en tiempo real.

Nuevas Aplicaciones

Expansión hacia ciberseguridad, medicina personalizada, industria 4.0, vehículos autónomos y ciudades inteligentes.

Sistemas Autónomos

Evolución hacia sistemas con mayor autonomía, capacidad de autoexplicación y transparencia en la toma de decisiones (Explainable AI).

Casos de Estudio Destacados

Estos sistemas expertos pioneros demostraron la capacidad de la inteligencia artificial para resolver problemas complejos en diversos dominios y sentaron las bases para los desarrollos actuales.



DENDRAL

1965-1975

Primer sistema experto exitoso, desarrollado en Stanford para identificar estructuras moleculares químicas a partir de análisis espectrográfico.

- ✓ Utilizado durante más de 10 años en química orgánica
- ✓ Liderado por Edward Feigenbaum
- ✓ Contribuyó al desarrollo de la ingeniería del conocimiento



MYCIN

1970s

Desarrollado para diagnóstico y tratamiento de enfermedades infecciosas de la sangre, con un 70% de precisión en diagnósticos médicos.

- ✓ Superaba a médicos en diagnósticos específicos
- ✓ Base de datos con aproximadamente 500 reglas
- ✓ Capacidad para explicar su razonamiento al usuario



R1/XCON

1980s

Desarrollado por Digital Equipment Corporation para configurar sistemas de computadoras VAX, ahorrando millones en costos operativos.

- ✓ Contaba con más de 10,000 reglas de producción
- ✓ Redujo drásticamente errores de configuración
- ✓ Primer sistema experto con éxito comercial probado

Conclusiones y Referencias

Generative AI

Natural Language Processing

Los sistemas expertos han sido fundamentales en el desarrollo de la inteligencia artificial desde los años 60

Siguen siendo relevantes en la era del aprendizaje automático, evolucionando hacia sistemas híbridos

Overlap of AI and IoT

Su capacidad para explicar decisiones y resolver problemas específicos los hace indispensables en múltiples sectores

Data Security and Regulations

Wearable devices

"Los sistemas expertos representan el primer intento exitoso de trasladar el conocimiento humano especializado a sistemas computacionales funcionales."

Referencias Bibliográficas

Feigenbaum, E. (1992). "Expert Systems: Principles and Practice." Knowledge Systems Laboratory, Stanford University.

Liao, S.H. (2005). "Expert System Methodologies and Applications." Expert Systems with Applications, 28(1).

Jackson, P. (1998). "Introduction to Expert Systems." Addison Wesley, 3ª edición.

Russell, S., & Norvig, P. (2021). "Artificial Intelligence: A Modern Approach." Pearson, 4ª edición.