Opositando

Tema 60: Sistemas basados en el conocimiento. Representación del conocimiento. Componentes y arquitectura

27 de septiembre de 2026

Síguenos en Instagram y entérate de nuestras últimas actualizaciones:

opositando.shop

Índice

1. Introducción 1
2. Conceptualización de los sistemas basados en el conocimiento 1
   - 2.1 Fundamentación teórica 1
   - 2.2 Ámbitos de aplicación 2
3. Representación del conocimiento 3
   - 3.1 Principios de la representación 3
   - 3.2 Métodos y técnicas de representación 3
   - 3.3 Integración de ejemplos para la didáctica 5
4. Componentes fundamentales de los sistemas basados en el conocimiento 5
   - 4.1 Base de conocimientos 5
   - 4.2 Motor de inferencia 6
   - 4.3 Subsistema de adquisición del conocimiento 6
   - 4.4 Subsistema de explicación y comunicación 7
5. Arquitectura de los sistemas basados en el conocimiento 7
   - 5.1 Estructura general y funcionamiento 7
   - 5.2 Modelos arquitectónicos relevantes 8
6. Implicaciones didácticas en el contexto educativo 9
7. Conclusión 11
8. Bibliografía 12

1. Introducción

El desarrollo acelerado de la informática y la inteligencia artificial ha propiciado la aparición de sistemas capaces de simular procesos de razonamiento humano. Entre estos destacan los sistemas basados en el conocimiento, cuya finalidad es proporcionar soluciones, tomar decisiones complejas o resolver problemas emulando el conocimiento humano especializado. La capacidad de representar, estructurar y manipular el conocimiento constituye el núcleo de este tipo de sistemas. La comprensión y dominio de estos conceptos es fundamental en el desarrollo de la disciplina informática, tanto desde la perspectiva teórica como práctica. Además, la generalización de estos sistemas en la vida cotidiana y profesional resalta su importancia en la formación integral del alumnado, haciéndolo relevante en los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en estadios avanzados de la educación secundaria y el bachillerato. Abordar el análisis de los sistemas basados en el conocimiento, su representación, componentes y arquitectura, resulta esencial para comprender la evolución de la inteligencia artificial y su impacto en la sociedad actual.

2. Conceptualización de los sistemas basados en el conocimiento

2.1 Fundamentación teórica

Los **sistemas basados en el conocimiento** son un subcampo de la inteligencia artificial orientado a almacenar, manipular y utilizar el conocimiento experto de un dominio específico para resolver problemas que requieren razonamiento complejo. Estos sistemas son la evolución de los denominados sistemas expertos, ampliándose posteriormente sus capacidades y ámbitos de actuación.

Un aspecto fundamental en el nacimiento de estos sistemas fue el reconocimiento de que el rendimiento de la inteligencia artificial dependía en gran medida de la disponibilidad de conocimiento representado de forma explícita y gestionable. A diferencia de los programas convencionales, que se limitan a seguir instrucciones predefinidas, los sistemas basados en el conocimiento buscan simular procesos de inferencia, actualización y explicación, haciendo uso de bases de conocimiento estructuradas y mecanismos de razonamiento.

Por ejemplo, al enfocar el diseño de un sistema orientado al diagnóstico médico, el desarrollo se centra en cómo representar tanto las enfermedades como los síntomas, las relaciones causales

y las reglas heurísticas que guían la toma de decisiones clínicas. El sistema debe ser capaz de razonar a partir de ese conocimiento explícito, deduciendo posibles diagnósticos en función de los datos introducidos.

La teorización de estos sistemas parte de conceptos provenientes tanto de la informática como de la psicología cognitiva, integrando perspectivas computacionales y consideraciones sobre cómo los humanos procesamos, estructuramos y explicitamos el conocimiento. De ahí surge la disciplina conocida como **ingeniería del conocimiento**.

2.2 Ámbitos de aplicación

El espectro de aplicación de los sistemas basados en el conocimiento es extraordinariamente amplio. Su desarrollo ha impactado de forma significativa en áreas como:

- **Diagnóstico médico**: Desarrollar sistemas que, a partir de síntomas introducidos, sean capaces de proporcionar orientaciones diagnósticas razonadas. Por ejemplo, el sistema MYCIN, uno de los pioneros, fue diseñado para la recomendación de tratamientos antibióticos en infecciones bacterianas.
- **Evaluación financiera y asesoría jurídica**: Un sistema puede analizar datos económicos actuales y aplicar reglas legales para ofrecer asesoría fiscal personalizada. Esto implica representar normativas y criterios jurisprudenciales junto a los hechos del caso.
- **Gestión industrial y control de procesos**: Mediante el uso de bases de conocimiento acerca de procedimientos, tolerancias y situaciones de riesgo, estos sistemas pueden monitorizar y sugerir instrucciones óptimas en tiempo real.
- **Educación personalizada**: Los sistemas tutoriales inteligentes emplean el conocimiento sobre distintas materias y los perfiles del alumnado para adaptar el ritmo, el contenido y las ayudas ofrecidas en función de los progresos detectados.

Resulta pertinente observar que en todas estas áreas, la clave reside en transformar experiencia humana o documentación experta en representaciones estructuradas y operativas, permitiendo al sistema actuar con autonomía y capacidad explicativa.

3. Representación del conocimiento

3.1 Principios de la representación

La **representación del conocimiento** constituye el proceso mediante el cual la información y las experiencias de un determinado dominio se estructuran de forma formalizada para que puedan ser interpretadas y manipuladas por un sistema automático. La calidad de esta representación es la que determina la eficacia del sistema para razonar, aprender o tomar decisiones.

Entre los principios básicos de la representación del conocimiento destacan:

- **Formalización y expresividad**: El conocimiento debe plasmarse de modo que refleje adecuadamente su complejidad y flexibilidad, permitiendo al sistema reconocer matices, relaciones y excepciones. Por ejemplo, la representación de hechos sencillos (tal como "el agua hierve a 100 ^{o}C") demanda una estructura diferente que la de conocimientos condicionales y contextuales (como "si la altitud es elevada, el punto de ebullición disminuye").
- **Operatividad**: La representación seleccionada debe ser manipulable computacionalmente; esto implica que pueda ser recorrida, modificada o extendida sin ambigüedades. Un sistema orientado a resolver problemas matemáticos, por ejemplo, debe expresar ecuaciones, reglas de simplificación y métodos de resolución de tal modo que el motor pueda aplicarlas de modo efectivo y eficiente.

A lo largo del proceso, la ambigüedad natural del lenguaje humano debe ser superada mediante mecanismos formales, como ocurre al construir árboles sintácticos o módulos semánticos para desambiguar términos en procesamiento de lenguaje natural.

3.2 Métodos y técnicas de representación

La evolución de los sistemas basados en el conocimiento ha consolidado una variedad de métodos y paradigmas de representación, cada uno ajustado a los requerimientos de diferentes tipos de problemas. Entre los métodos más relevantes se encuentran:

- **Representación basada en reglas**: Es uno de los modelos más extendidos, donde el conocimiento se expresa mediante reglas condicionales de la forma "si... entonces...". Este enfoque permite descomponer el razonamiento en pequeños fragmentos lógicos fácilmente modificables, lo que facilita tanto la creación como el mantenimiento del sistema. Por

ejemplo, en un sistema para identificar plantas, una regla podría indicar: "Si la hoja es compuesta y las flores son blancas, entonces la especie probable es X".

- **Frames**: Los **frames** son estructuras que permiten organizar el conocimiento en torno a objetos, atributos y valores. Cada frame representa una entidad y describe sus propiedades por medio de *slots*. Esto resulta útil en sistemas donde la clasificación y la herencia de características son relevantes, como en sistemas de reconocimiento de objetos en imágenes. Por ejemplo, un frame para "vehículo" podría incluir slots como "número de ruedas", "tipo de energía" y "capacidad de pasajeros"; un frame "coche" heredaría estos slots y podría especificar valores concretos.

- **Redes semánticas**: Este paradigma representa el conocimiento mediante grafos, en los que los nodos corresponden a conceptos y los enlaces a relaciones entre ellos. Las redes semánticas son especialmente útiles para visualizar y razonar sobre relaciones complejas entre entidades; en una red semántica sobre organismos vivos, un nodo "mamífero" se conectaría mediante enlaces a "tiene pelo" o "amamanta".

- **Ontologías**: De creciente relevancia, las ontologías constituyen representaciones formalizadas, ricas y jerárquicas de los conceptos y relaciones de un dominio concreto. Facilitan la interoperabilidad entre sistemas y la integración de fuentes de conocimiento heterogéneas. Un ejemplo de lenguaje para la definición de ontologías es OWL (Web Ontology Language), adoptado para la web semántica, permitiendo describir complejas jerarquías y restricciones en dominios tan variados como la medicina, la biología o la administración.

- **Lógicas formales**: Algunos sistemas avanzados utilizan la lógica proposicional o de predicados como lenguaje de representación. Esto permite realizar inferencias más complejas, pero puede incrementar la dificultad de implantación y las necesidades computacionales. Por ejemplo, un sistema de verificación de teoremas matemáticos necesita expresar reglas en términos lógicos, como la conjetura de Goldbach: "Para todo número par mayor que dos, existe al menos una pareja de números primos cuya suma es igual a ese número".

- **Representación basada en casos**: Se fundamenta en la idea de almacenar experiencias o situaciones pasadas, casos, para buscar similitudes y proponer soluciones frente a nuevos problemas. Esta técnica resulta altamente efectiva en ámbitos donde la casuística y la analogía juegan un papel central, como la jurisprudencia o la medicina clínica.

3.3 Integración de ejemplos para la didáctica

En el contexto didáctico, la correcta selección de la técnica de representación del conocimiento debe responder tanto a las características del dominio como a los objetivos de aprendizaje y los recursos tecnológicos disponibles. A modo de integración ejemplificada:

- Para desarrollar habilidades de razonamiento lógico, es útil que los estudiantes trabajen con sistemas basados en reglas, creando sus propias normas para deducir conclusiones. Por ejemplo, pueden aplicar reglas sobre clasificación de triángulos y comprobar su funcionamiento con distintos datos.
- Para promover la comprensión de estructuras jerárquicas y relaciones de herencia, es idóneo trabajar con frames y redes semánticas. Un ejercicio práctico podría consistir en modelar una red semántica que relacione distintos seres vivos, donde clasifican especies en función de sus atributos heredados y particulares.
- En la resolución de problemas complejos, como la identificación de enfermedades a partir de síntomas, es pertinente demostrar la utilidad de las ontologías, permitiendo que los estudiantes exploren la organización de conceptos, restricción de relaciones y mecanismos de inferencia apoyados en el marco ontológico.

Del mismo modo, la integración de técnicas mixtas permite que distintos métodos colaboren en sistemas complejos, como un sistema de recomendación educativa que combina reglas, redes semánticas y bases de casos para mejorar las recomendaciones.

4. Componentes fundamentales de los sistemas basados en el conocimiento

4.1 Base de conocimientos

La **base de conocimientos** es el componente encargado de almacenar toda la información relevante acerca del dominio de aplicación del sistema. Puede organizarse en forma de hechos, reglas, frames, casos, axiomas u ontologías, según el modelo de representación seleccionado.

El diseño y mantenimiento de la base de conocimientos son tareas cruciales, pues de su calidad depende la capacidad del sistema para alcanzar soluciones correctas y adaptarse a la evolución del dominio. Por ejemplo, en un sistema experto para el asesoramiento tributario, la base de

conocimientos incluirá hechos sobre normativas fiscales, reglas para la aplicación de deducciones y ejemplos de situaciones fiscales especiales.

La actualización continua de la base es esencial, ya que en muchos dominios la información cambia o se amplía con regularidad. En el entorno médico, por ejemplo, la base debe incorporar nuevos protocolos y hallazgos científicos, requiriendo procedimientos eficaces para la revisión y validación del conocimiento.

4.2 Motor de inferencia

El **motor de inferencia** es el mecanismo responsable de aplicar procesos lógicos sobre la base de conocimientos, extrayendo conclusiones a partir de los hechos existentes y las reglas definidas. Su funcionamiento puede asemejarse al de un razonador lógico computacional, determinando qué información es relevante en cada momento y cuál es la mejor secuencia de pasos para alcanzar una deducción confiable.

Existen diversos métodos de inferencia, entre los que destacan el **encadenamiento hacia adelante** (forward chaining), en el que el sistema parte de los datos iniciales para crear nuevas conclusiones, y el **encadenamiento hacia atrás** (backward chaining), donde el sistema parte de un objetivo o hipótesis y busca los datos o reglas que lo justifiquen.

Por ejemplo, en un sistema de diagnóstico automotriz, el motor de inferencia puede, a partir de la información de sensores (como la temperatura del motor y la presión del aceite), aplicar una secuencia de reglas para determinar la causa probable de una avería y sugerir acciones correctivas.

El rendimiento y la eficiencia del motor de inferencia constituyen factores determinantes para el uso práctico del sistema, sobre todo cuando el volumen de conocimiento es elevado o existen restricciones temporales.

4.3 Subsistema de adquisición del conocimiento

El **subsistema de adquisición del conocimiento** permite incorporar nueva información al sistema, ya sea mediante la intervención de expertos humanos, el procesamiento de documentación existente o la integración automática de fuentes externas.

La complejidad inherente a este proceso ha dado lugar a una disciplina específica, la ingeniería del conocimiento, enfocada en el diseño de metodologías y herramientas para facilitar la captura,

validación y sistematización del saber experto. Los sistemas avanzados integran técnicas de aprendizaje automático para enriquecer la base de conocimientos de modo semiautomatizado, aprovechando la experiencia acumulada en la resolución de casos previos.

Por ejemplo, en el ámbito educativo, se puede diseñar un subsistema que registre las respuestas de los estudiantes a una batería de ejercicios y, a través del análisis de patrones recurrentes de error, proponga al profesorado la creación de nuevas reglas de orientación o actividades específicas para reforzar los conceptos menos consolidados.

4.4 Subsistema de explicación y comunicación

Un atributo fundamental de los sistemas basados en el conocimiento es su capacidad para **explicar** de manera comprensible las respuestas o acciones propuestas. El **subsistema de explicación y comunicación** se encarga de traducir los razonamientos internos en mensajes claros y justificativos, adaptados al destinatario final, facilitando la transparencia y la confianza en el sistema.

Este componente resulta decisivo en aplicaciones donde el usuario necesita conocer no sólo la respuesta final, sino el proceso lógico seguido por el sistema. Por ejemplo, en un asistente legal, el usuario puede solicitar conocer por qué una determinada deducción fiscal ha sido rechazada, recibiendo una explicación basada en las reglas aplicadas y los hechos considerados relevantes.

El desarrollo de interfaces claras, la generación automática de resúmenes de razonamiento y la adaptación del lenguaje explicativo a distintos niveles de experiencia del usuario son retos de primera magnitud, especialmente en ámbitos educativos y sanitarios.

5. Arquitectura de los sistemas basados en el conocimiento

5.1 Estructura general y funcionamiento

La **arquitectura** de los sistemas basados en el conocimiento detalla la interrelación entre los distintos componentes, definiendo el flujo de información y el funcionamiento interno del sistema. Aunque las implementaciones pueden variar en función del dominio y la complejidad requerida, suele distinguirse una estructura básica compuesta, al menos, por los elementos analizados previamente: base de conocimientos, motor de inferencia, subsistema de adquisición y subsistema de explicación.

El ciclo típico de operación comienza con la entrada de datos o hechos desde el entorno o el usuario. El motor de inferencia consulta la base de conocimientos, aplica reglas, frames u ontologías para deducir nuevas conclusiones, y transmite su razonamiento al subsistema de explicación, que finalmente comunica tanto respuestas como razonamientos al usuario. Simultáneamente, el subsistema de adquisición puede estar actualizando la base de conocimientos en función de nueva información o de la interacción con expertos.

Como ejemplo integrado, en un sistema de asistencia médica telemática, el paciente introduce sus síntomas mediante una interfaz web. El motor de inferencia utiliza la base de conocimientos para comparar los síntomas con posibles patologías, aplicando reglas específicas sobre la base de la información más reciente. El sistema ofrece un diagnóstico preliminar junto con una explicación detallada del razonamiento seguido. Además, el historial de interacciones puede alimentar nuevas reglas o casos en la base de conocimientos a través del subsistema de adquisición, cerrando así el ciclo arquitectónico.

5.2 Modelos arquitectónicos relevantes

Durante la evolución de los sistemas basados en el conocimiento, se han propuesto diferentes modelos arquitectónicos adaptados a los avances tecnológicos y a las demandas específicas de los dominios de aplicación. Entre los modelos más representativos, cabe destacar:

- **Arquitecturas monolíticas**: Predominantes en los primeros sistemas expertos, consisten en implementar todos los componentes en un único entorno integrado. Este modelo simplifica la comunicación interna, pero dificulta la escalabilidad y la integración con otras aplicaciones.
- **Arquitecturas modulares**: Separan los distintos componentes en módulos diferenciados que se comunican mediante interfaces bien definidas. Esto permite la actualización independiente de la base de conocimientos, la sustitución del motor de inferencia o la conexión con diversos subsistemas de adquisición y explicación según evolucionen las necesidades. Por ejemplo, en un entorno industrial automatizado, distintos sensores y actuadores pueden integrarse fácilmente mediante módulos estándar de comunicación.
- **Modelo cliente-servidor**: En este enfoque, la base de conocimientos y el motor de inferencia residen habitualmente en un servidor central, mientras que los usuarios interactúan a través de clientes ligeros, ya sean aplicaciones de escritorio o portales web. Esto facilita

la administración de actualizaciones y el acceso remoto a servicios expertos, como ocurre en plataformas de asesoría fiscal en línea.

- **Arquitecturas distribuidas y basadas en agentes**: Impulsadas por la necesidad de solucionar problemas complejos y multidominio, se emplean redes de agentes capaces de gestionar fragmentos específicos del conocimiento y colaborar de manera coordinada. Cada agente puede especializarse, por ejemplo, en un área concreta de una empresa (legal, técnica, administrativa), permitiendo resolver cuestiones transversales mediante interacción y compartición dinámica de la información.
- **Integración con la web semántica y sistemas híbridos**: Los desarrollos recientes apuestan por arquitecturas orientadas a la interoperabilidad, la integración de datos procedentes de diversas fuentes y la utilización de estándares abiertos. Sistemas capaces de consumir ontologías publicadas en la web, o de combinar el razonamiento basado en reglas con aprendizaje automático y procesamiento de lenguaje natural, ilustran la transición hacia soluciones más flexibles y escalables.

La selección de la arquitectura óptima depende de factores como la criticidad del dominio, el volumen y la dinámica del conocimiento, los requerimientos de explicación, el tipo de usuarios y las restricciones tecnológicas.

6. Implicaciones didácticas en el contexto educativo

La integración conceptual y práctica de los sistemas basados en el conocimiento en la educación secundaria y el bachillerato se justifica tanto desde el punto de vista del desarrollo del pensamiento computacional como desde el fomento de habilidades de resolución de problemas complejos y el fortalecimiento del razonamiento lógico y crítico.

La Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) enfatiza la necesidad de una educación fundamentada en la competencia digital y en la comprensión activa de los procesos tecnológicos que influyen en la sociedad actual. Incorporar los sistemas basados en el conocimiento en el currículo de materias como tecnología, informática o matemáticas permite al alumnado enfrentarse a desafíos interdisciplinares, comprender el ciclo de desarrollo de los sistemas inteligentes y reflexionar sobre el impacto ético, social y profesional de las soluciones automatizadas.

El Real Decreto 217/2022 de Educación Secundaria Obligatoria destaca la importancia de generar oportunidades para el aprendizaje activo, el trabajo por proyectos y la integración efectiva

de las tecnologías digitales en contextos significativos. En ese sentido, el diseño de actividades colaborativas que impliquen la creación de sistemas sencillos basados en reglas, la representación de conocimientos adquiridos a lo largo de distintas asignaturas, o la simulación de motores de inferencia, propicia el desarrollo de competencias transversales y específicas del área informática.

De igual modo, el Real Decreto 243/2022 de Bachillerato subraya la orientación hacia la profundización en el pensamiento crítico, la investigación y el dominio de metodologías innovadoras. En este nivel, la elaboración y análisis de arquitecturas de sistemas expertos, la modelización de problemas reales mediante ontologías y la evaluación de distintos métodos de representación del conocimiento permiten al alumnado adquirir una visión avanzada y aplicada de la informática moderna.

Por otra parte, el despliegue de estos contenidos en el contexto educativo debe ir acompañado de una reflexión crítica sobre las limitaciones y riesgos asociados al conocimiento automatizado, la dependencia tecnológica, la protección de los derechos fundamentales y la responsabilidad ética en el diseño y uso de dichos sistemas.

La didáctica de los sistemas basados en el conocimiento fomenta:

- El desarrollo de la capacidad de abstracción mediante la modelización de situaciones complejas y la estructuración lógica de la información.
- La adquisición de competencias técnicas orientadas a la ingeniería del conocimiento, la programación y la gestión de información digital.
- El trabajo cooperativo para la construcción colectiva de bases de conocimiento, el intercambio de ideas y la validación consensuada de reglas y conclusiones.
- La motivación para la indagación autónoma, facilitando el aprendizaje significativo y conectando los contenidos con problemas reales del entorno social y profesional.

Por tanto, el abordaje didáctico de este tema es esencial para formar ciudadanos críticos, creativos y capaces de desenvolverse de manera activa y responsable en la sociedad digital.

7. Conclusión

El aprendizaje sobre sistemas basados en el conocimiento, la representación del conocimiento y los componentes y arquitecturas que los conforman es un pilar fundamental en la formación de los estudiantes de informática. Este tema abarca tanto la fundamentación teórica como la aplicación práctica en una variedad de dominios, evidenciando la necesidad de formalizar y gestionar el conocimiento de manera estructurada para abordar problemas complejos. La diversidad de métodos de representación, la articulación eficaz de componentes como la base de conocimientos y el motor de inferencia, y el diseño arquitectónico constituyen elementos clave para garantizar sistemas eficientes, robustos y comprensibles. En el ámbito educativo, el desarrollo de competencias en torno a estos conceptos fortalece el pensamiento computacional, la capacidad de abstracción y la integración interdisciplinar, preparando al alumnado para afrontar los retos de una sociedad basada en la gestión y automatización del conocimiento.

8. Bibliografía

- Brachman, R. J., & Levesque, H. J. (2004). *Knowledge representation and reasoning*. Morgan Kaufmann.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (2020). *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868–122953.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. (2022). *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 30 de marzo de 2022, 41571–41789.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. (2022). *Boletín Oficial del Estado*, 82, de 6 de abril de 2022, 46047–46408.
- Studer, R., Benjamins, V. R., & Fensel, D. (1998). Knowledge engineering: Principles and methods. *Data & Knowledge Engineering, 25*(1-2), 161-197.