



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



facultade de  
informática  
da coruña

# TEMA 1 INTRODUCCIÓN

Desarrollo de Sistemas Inteligentes.



1. Historia de la Ingeniería del Conocimiento (IC).
2. La Ingeniería de Conocimiento y los SBCs
3. Metodologías adaptadas de la IS. Problemas
4. Metodologías de modelado de conocimiento
  1. El cuello de botella de la adquisición de conocimiento y la hipótesis del nivel de conocimiento de Newell.
  2. La adquisición de conocimiento como actividad de modelado.
  3. Los métodos de limitación de roles (McDermott, 1988)
  4. Las tareas genéricas (Chandrasekaran, 1983)
5. La metodología CommonKADS. Generalidades (Wielinga et col., 1992)



Encuadrar la Ingeniería de Conocimiento (IC) dentro de la IA

Definir IC, SBCs y su utilidad

Definir conocimiento y explicar su relación con datos y con información

Entender las limitaciones de las metodologías “clásicas”.

Entender las nociones básicas y las implicaciones prácticas de:

- Nivel de conocimiento de Newell
- Métodos de Limitación de Roles de McDermott
- Tareas genéricas de Chandrasekaran

Entender la repercusión de las ideas anteriores en el cambio de perspectiva Codificación-Modelado.

Entender las nociones anteriores en el seno de la Metodología CommonKADS (siguientes temas)



Alan Turing. Planteamiento filosófico de la Inteligencia Artificial (IA). 1936

Seminario en Darmouth College sobre Informática Teórica, 1956.

McCulloch y Pitts, precursores de la rama conexionista, 1943.

Años 50-70, entusiasmo inicial.

- Desarrollo de técnicas generales para la resolución de problemas
- Aprendizaje
- Planificadores
- LISP, tiempo compartido

Problemas:

- Métodos de carácter muy general. Problemas de escalabilidad.
- Lenguaje natural y traductores automáticos.
- Informe Lighthill.

Se apaga el entusiasmo inicial---> Uso de conocimiento específico: Nacen los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC)



DENDRAL:

- Utiliza conocimiento experto

MYCIN:

- Separa conocimiento específico de conocimiento de resolución del problema, facilitando actualización y extensibilidad.
- Usa esquema razonamiento bajo incertidumbre

PROSPECTOR.

- Razonamiento bajo incertidumbre.
- Validación con enorme éxito comercial.

Demanda de nuevos métodos de representación, procesos de razonamiento, resolución de problemas, aprendizaje, interfaces, etc.



## Éxito comercial de la IA: Década de los 80, período industrial

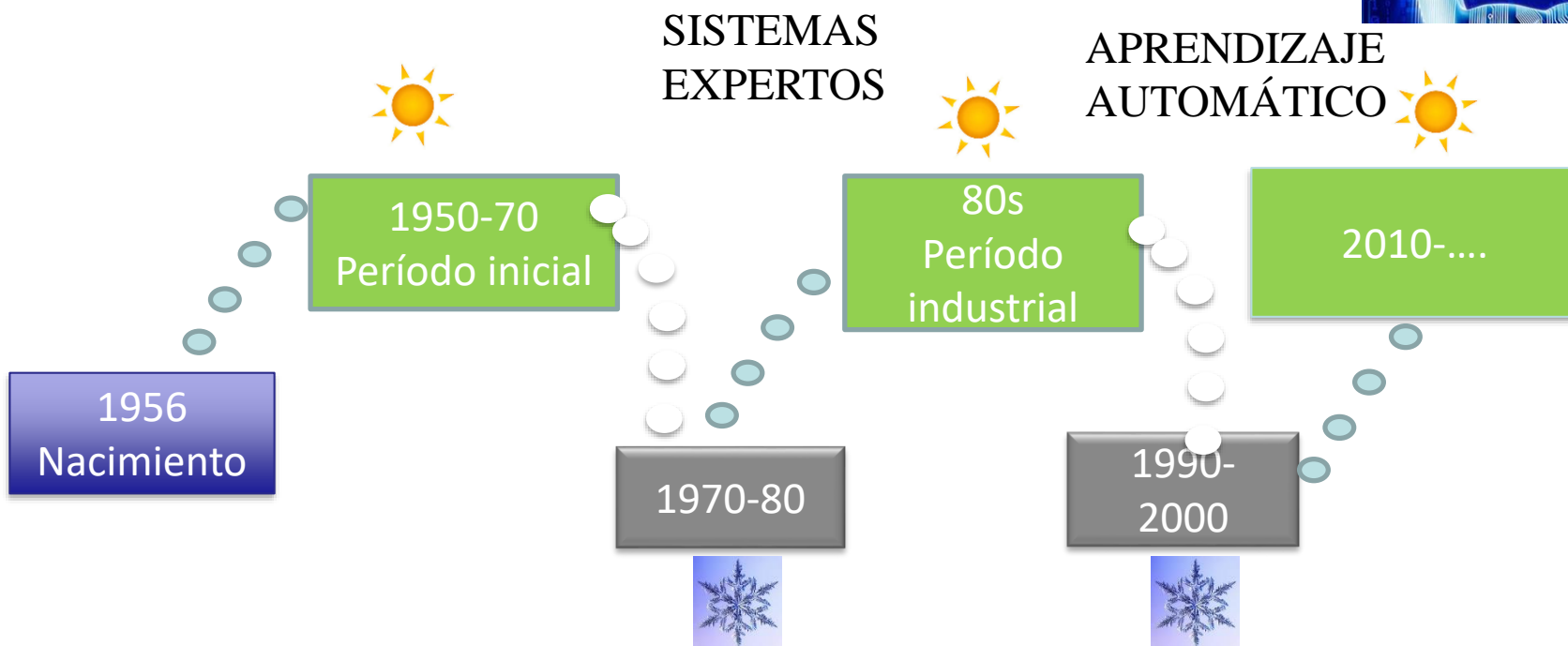
- R1/XCON de DEC ahorra 40 millones de dólares a la compañía en 1986.
- Dupont tenía unos 100 SBC
- Todas las compañías importantes de EEUU tenían departamento de desarrollo en IA.
- Ventas de 20 mil millones de dólares en 1988.
- Éxitos en diferentes ámbitos en los programas del Departamento de Defensa Americano.

## La crisis

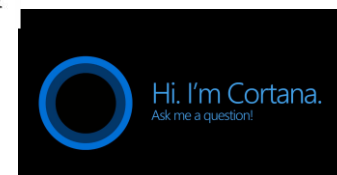
- Hardware/software especial
- Ciclo de codificación-reparación
- Conocimiento representado en un único nivel de abstracción.
- Combinación de qué, cómo y por qué.
- Problemas de estimación del tiempo de desarrollo.
- Falta de cumplimiento de expectativas iniciales.
- Verificación y mantenimiento difíciles y costosos.



# Resumen: éxitos y crisis



# ¿Por qué ahora?







## Ingeniería

- f. Estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología.
- f. Actividad profesional del ingeniero.

## Conocimiento

- m. Acción y efecto de conocer.
- M. Entendimiento, inteligencia, razón natural.

## Ingeniería del Software

- La aplicación de una aproximación sistemática, disciplinada y cuantificable al desarrollo, funcionamiento y mantenimiento del software; en otras palabras, la aplicación de la ingeniería al software [IEEE, 1999].



## MATH & STATISTICS

- ☆ Machine learning
- ☆ Statistical modeling
- ☆ Experiment design
- ☆ Bayesian inference
- ☆ Supervised learning: decision trees, random forests, logistic regression
- ☆ Unsupervised learning: clustering, dimensionality reduction
- ☆ Optimization: gradient descent and variants

## DOMAIN KNOWLEDGE & SOFT SKILLS

- ☆ Passionate about the business
- ☆ Curious about data
- ☆ Influence without authority
- ☆ Hacker mindset
- ☆ Problem solver
- ☆ Strategic, proactive, creative, innovative and collaborative



## PROGRAMMING & DATABASE

- ☆ Computer science fundamentals
- ☆ Scripting language e.g. Python
- ☆ Statistical computing packages, e.g., R
- ☆ Databases: SQL and NoSQL
- ☆ Relational algebra
- ☆ Parallel databases and parallel query processing
- ☆ MapReduce concepts
- ☆ Hadoop and Hive/Pig
- ☆ Custom reducers
- ☆ Experience with xaaS like AWS

## COMMUNICATION & VISUALIZATION

- ☆ Able to engage with senior management
- ☆ Story telling skills
- ☆ Translate data-driven insights into decisions and actions
- ☆ Visual art design
- ☆ R packages like ggplot or lattice
- ☆ Knowledge of any of visualization tools e.g. Flare, D3.js, Tableau



## Sistemas Basados en Conocimiento (SBC):

- Un sistema software capaz de soportar la representación explícita del conocimiento de un dominio específico y de explotarlo a través de los mecanismos apropiados de razonamiento para proporcionar un comportamiento de nivel alto en la resolución de problemas”.

## Ingeniería de Conocimiento (IC):

- Disciplina tecnológica que se centra en la aplicación de una aproximación sistemática, disciplinada y cuantificable al desarrollo, funcionamiento y mantenimiento de Sistemas Basados en Conocimiento.
- En otras palabras, el objetivo último de la IC es el establecimiento de metodologías que permitan abordar el desarrollo de SBC de una forma más sistemática.



## Dominios y problemas más complejos que la IS:

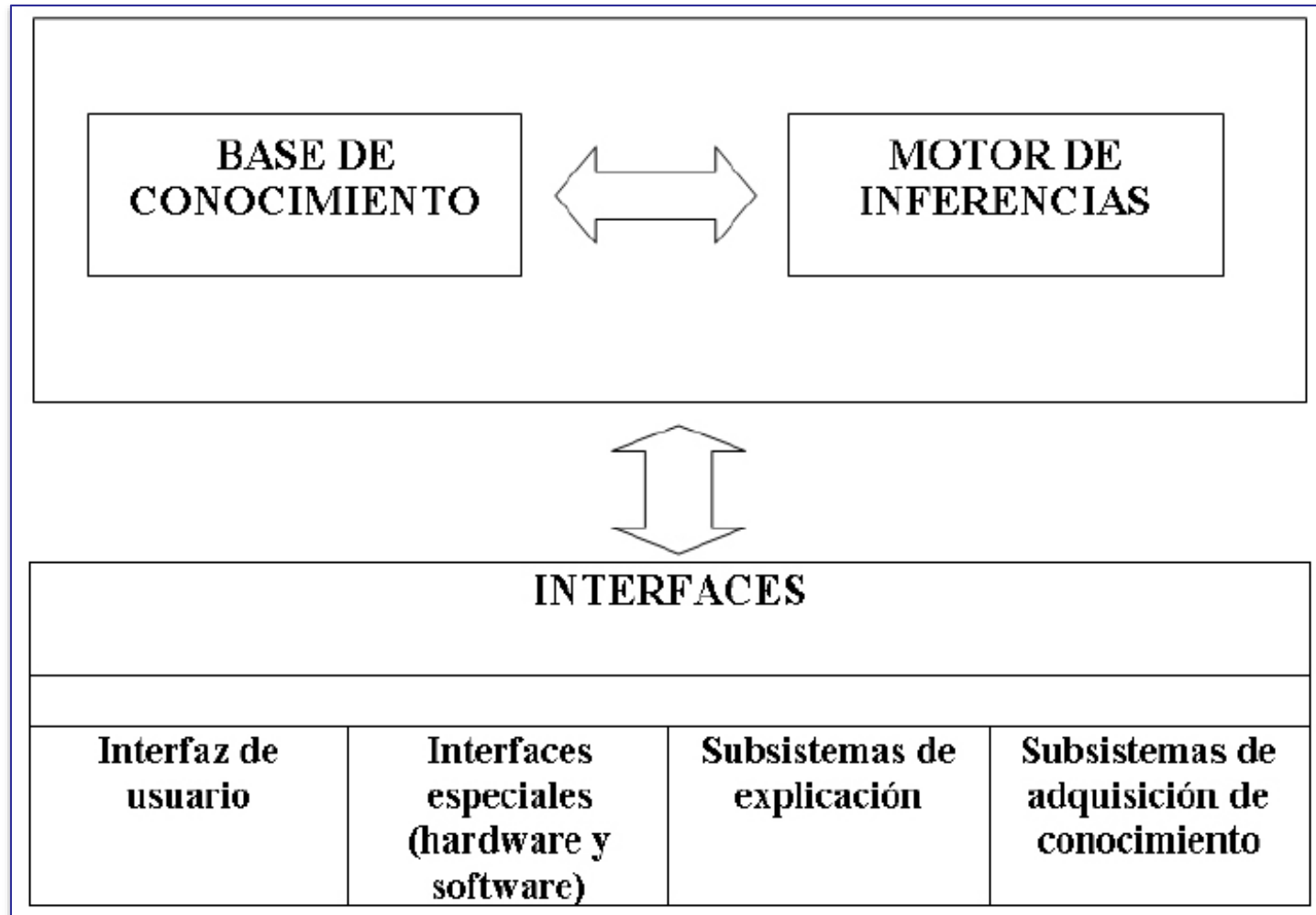
- SI sistemáticos y procedimentales: entrada de datos organizada y salida obtenida por algoritmos deterministas.
- SBC declarativos y heurísticos, adaptación al estado del problema, modificación de objetivos en tiempo de ejecución, optimización del propio programa.

Mantenimiento perfectivo continuo

Separación de conocimiento específico y métodos de resolución. Reutilización de software

Justificación y explicación

Conocimiento explícito

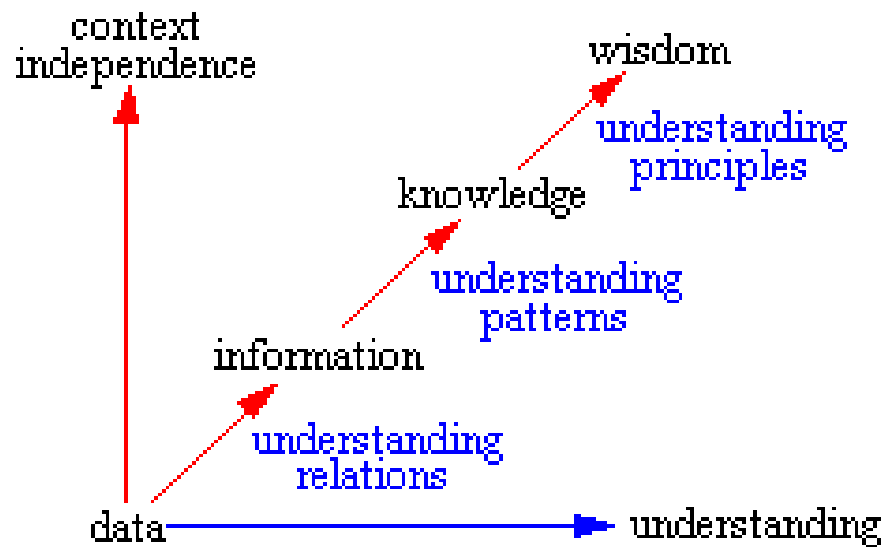


## VENTAJAS

- Mantenimiento del conocimiento
- Resolución de problemas complejos
- Ajuste de objetivos
- Tratamiento de la incertidumbre
- Explicación del razonamiento
- Reducción de costes
- Aumento de la fiabilidad
- Modularidad

## LIMITACIONES

- Dificultad en la adquisición de conocimiento.
- Reutilización del conocimiento
- Falta de creatividad y sentido común
- Obstáculos para el aprendizaje y la adaptación





## Conocimiento:

- Recurso estratégico de empresas y organizaciones

## Actualidad:

- Crecimiento de SBCs Híbridos

## Ingeniería de Conocimiento:

- Disciplina de la IA, que se ocupa del diseño y desarrollo de [Sistemas Basados en el Conocimiento](#), con el apoyo de otras áreas de Ciencias de la Computación.
- Usa metodologías de modelado, intentando representar el conocimiento y razonamiento humanos de un determinado dominio, dentro de un sistema software.

El trabajo de los **ingenieros del conocimiento** consiste en extraer el conocimiento de las fuentes apropiadas y en modelarlo de forma computacionalmente adecuada.





- Dominio de conocimiento y actividades de adquisición del mismo sin definir claramente.
- Dificultad para especificar el conocimiento y los procesos de razonamiento a emplear.
- La captura de conocimiento es difícil, siendo necesarias varias interacciones de recogida-codificación-validación-corrección con el experto humano.
- Dificultad para establecer todos los requisitos en las primeras fases.
- Resultados visibles sólo en etapas finales.
- Problemas con la generación de explicaciones.
- Dificultad para definir coste económico y temporal del proyecto
- Mantenimiento complicado.



Cuello de botella: adquisición de conocimiento

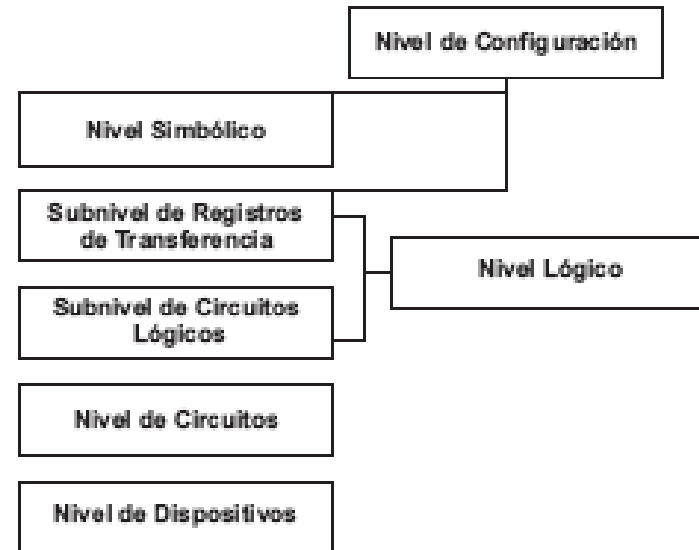


Conocimiento y Representación.



## Niveles de un sistema computacional

- Medio
- Componentes
- Leyes de composición
- Leyes de comportamiento



Newell propone un nivel adicional: el nivel de conocimiento.

**Hipótesis del Nivel de Conocimiento.** Existe un nivel adicional en los sistemas computacionales, situado justo encima de nivel simbólico, que está caracterizado por tener el conocimiento como medio y el principio de racionalidad como ley del comportamiento.

Reutilización



## Perpectiva de Transferencia



EXPERTO



ING. CONOC.



ORDENADOR

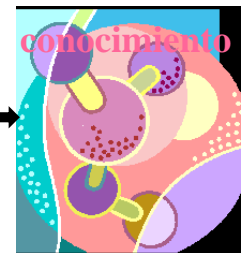
## Perpectiva de Modelado. Newell



EXPERTO



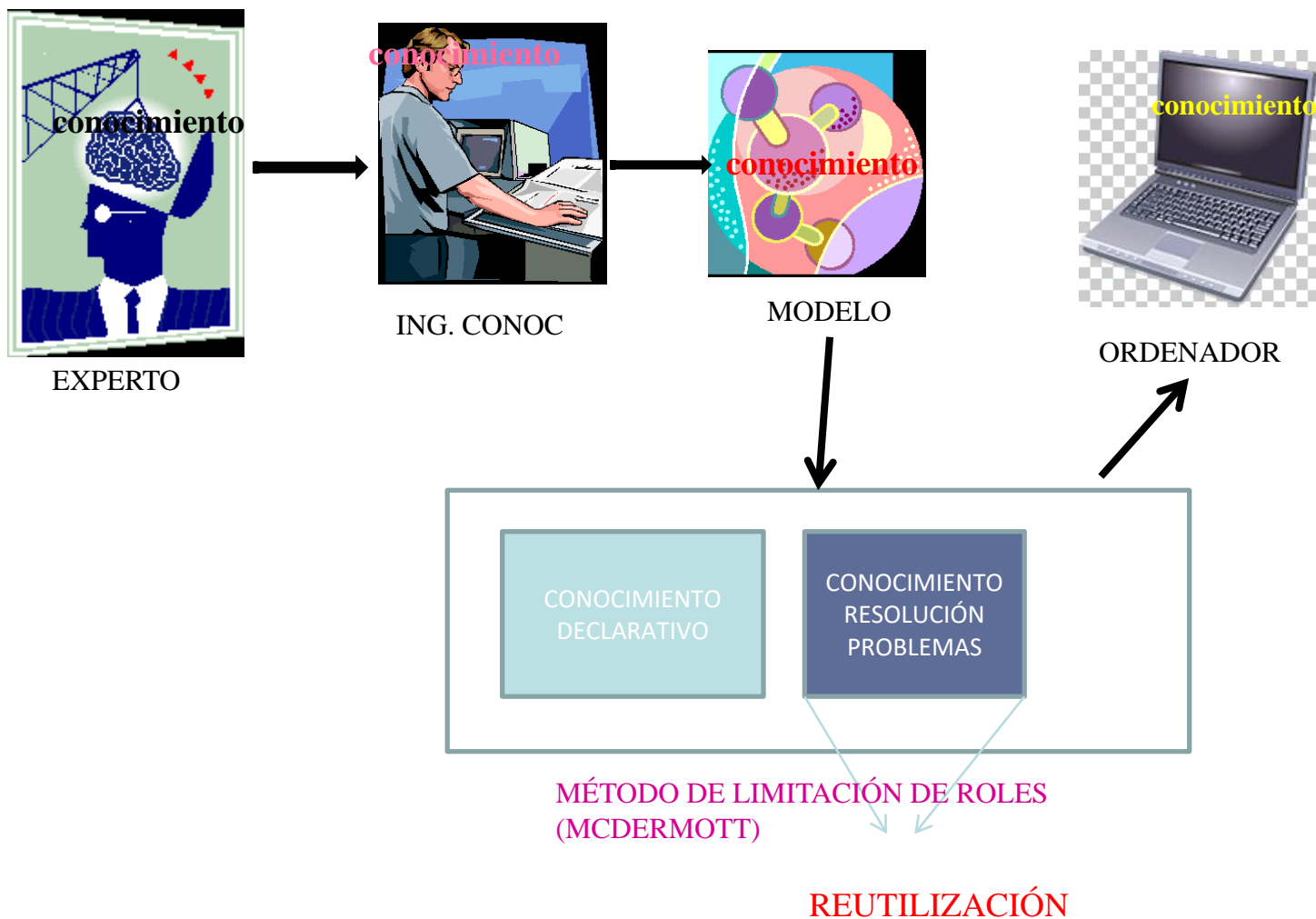
ING. CONOC



NIVEL CONOC.  
(Modelo)



# PERSPECTIVA DE MODELADO. MLR



- Elementos:

- **Tareas.**- Tipo de problema o conjunto de instancias de problemas con algo en común (i.e. Problema a resolver y objetivo a alcanzar).

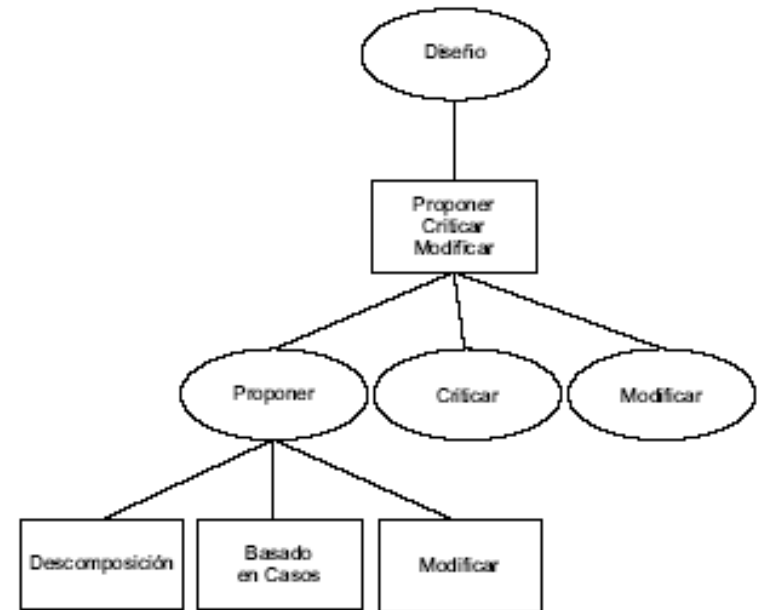
- **Métodos y Subtareas.**- Medios que nos permiten realizar una tarea.

Método: Conjunto de subtareas que permiten transformar el estado inicial en el estado objetivo de una tarea (ordenación temporal de subtareas, anidación, etc.)

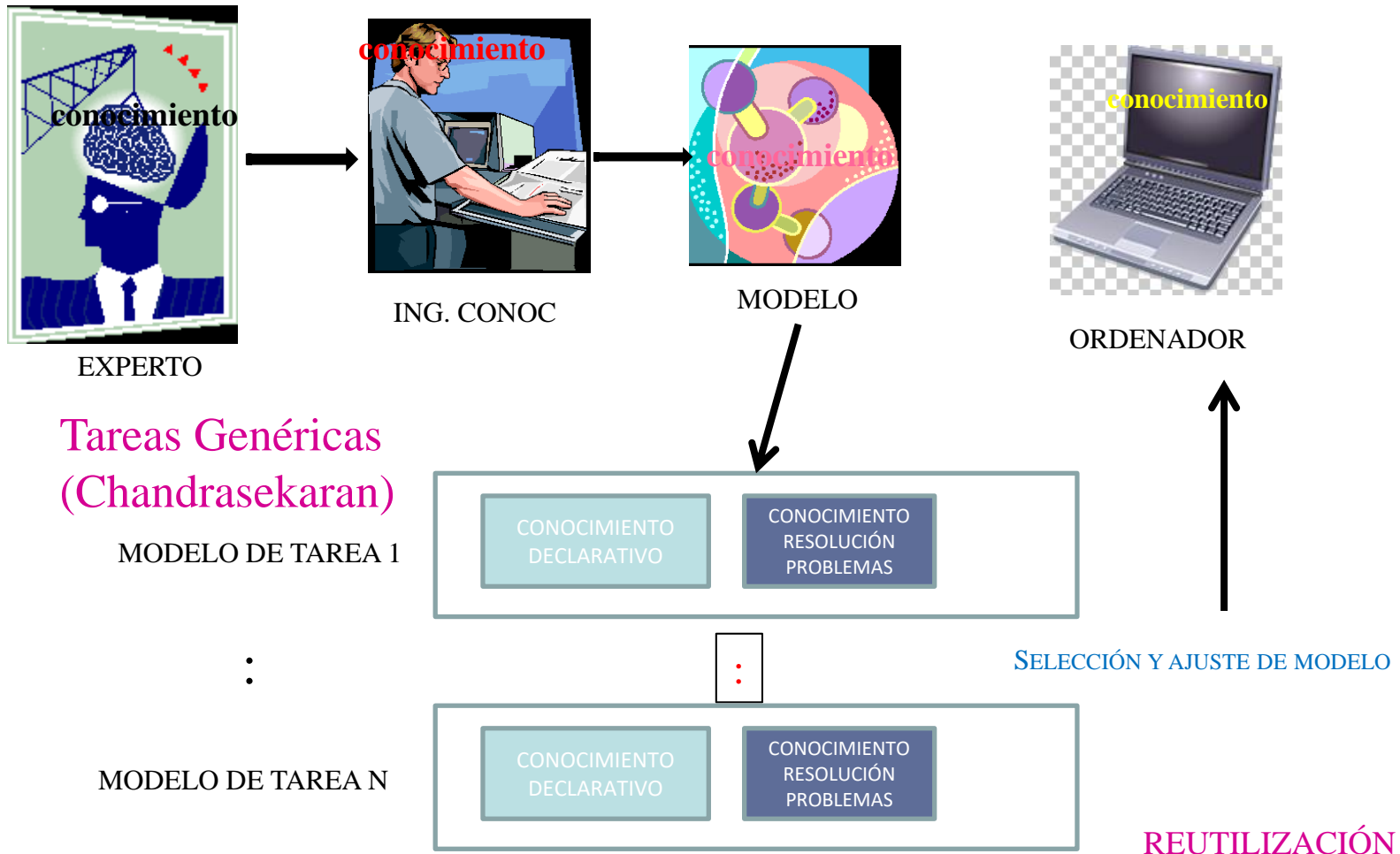
- **Estructuras de tareas.**-

Árbol de tareas, métodos y subtareas aplicadas recursivamente hasta que las tareas que se alcancen puedan llevarse a cabo mediante el conocimiento disponible.

Con esta estructura, una misma tarea puede utilizar más de un método.



# Perspectiva de modelado. Tareas genéricas



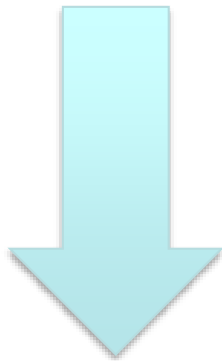


- Análisis del sistema en el nivel de conocimiento
- Estructuras de control genéricas, abstractas y reutilizables
- Análisis y estructuración de tareas generales

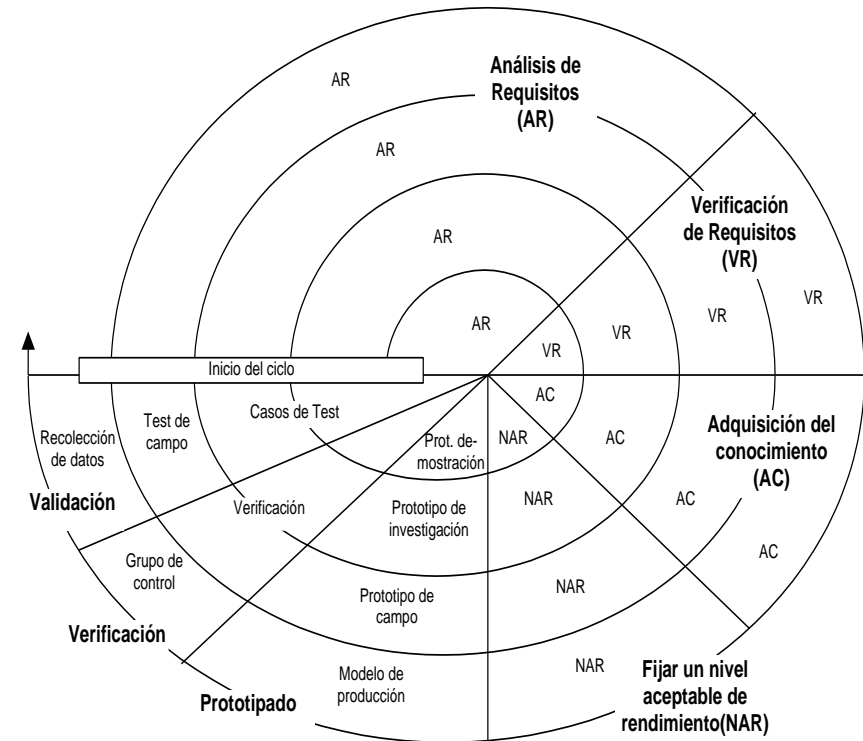
AUSENCIA de metodología que dirija el proceso de modelado



- Paradigma de construcción de prototipos
- Modelos de desarrollo en espiral
- Reutilización: Modelado basado en componentes



KBS Life Cycle (1994) KLIC





- Desarrollar un SBC es una actividad de modelado.
- La **adquisición de conocimiento** es un proceso de **construcción de modelos**.
- La experiencia humana puede ser analizada en términos de categorías, patrones y estructuras de conocimiento estables y genéricas.
- El **conocimiento** tiene una **estructura interna analizable** mediante distintos roles y categorías de conocimiento.



**Construcción de un modelo computacional.**

- El proceso de modelado depende, en parte, de la visión subjetiva del ingeniero de conocimiento
  - Es necesaria una fase de **evaluación** del sistema con respecto a la realidad.



- Modelado
- Reutilización
- Gestión del riesgo



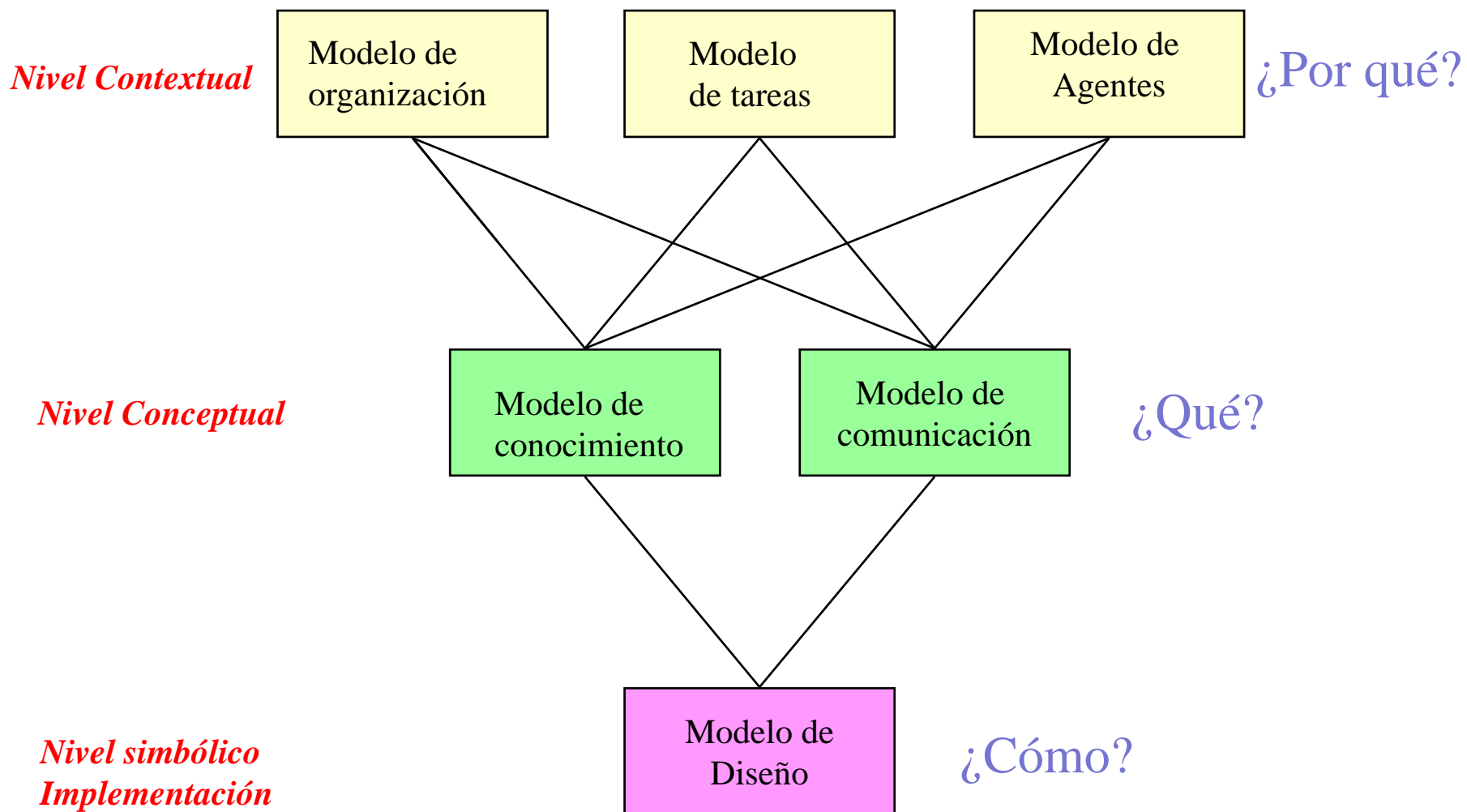
Conjunto de modelos:  
organización, tareas,  
agentes  
conocimiento,  
comunicación  
diseño.



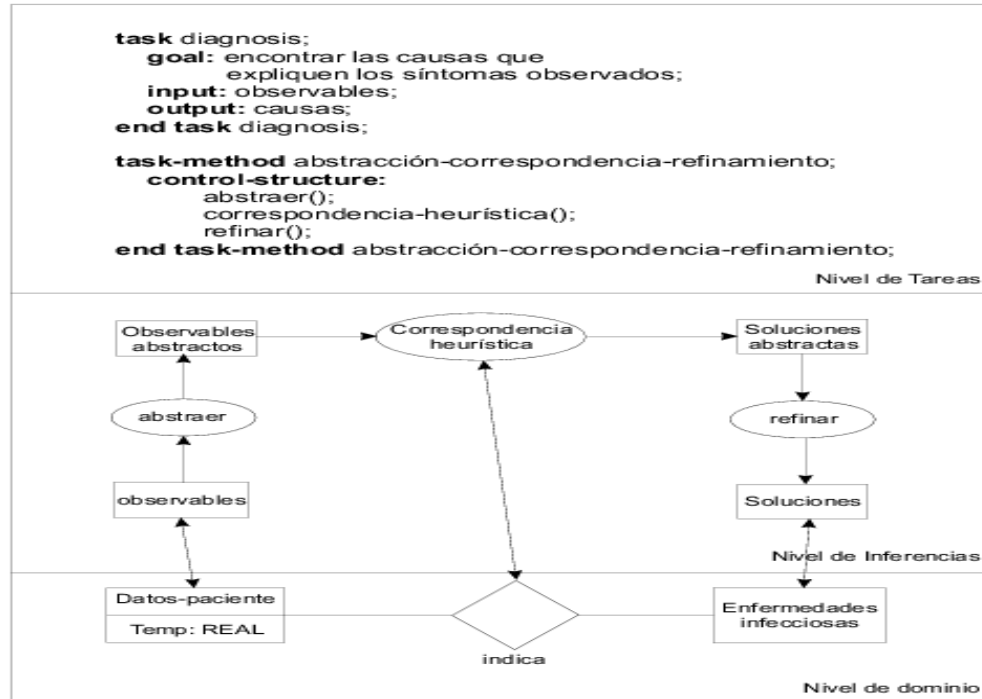
Pueden configurarse  
gracias a unas  
plantillas que ofrece  
la propia  
metodología.



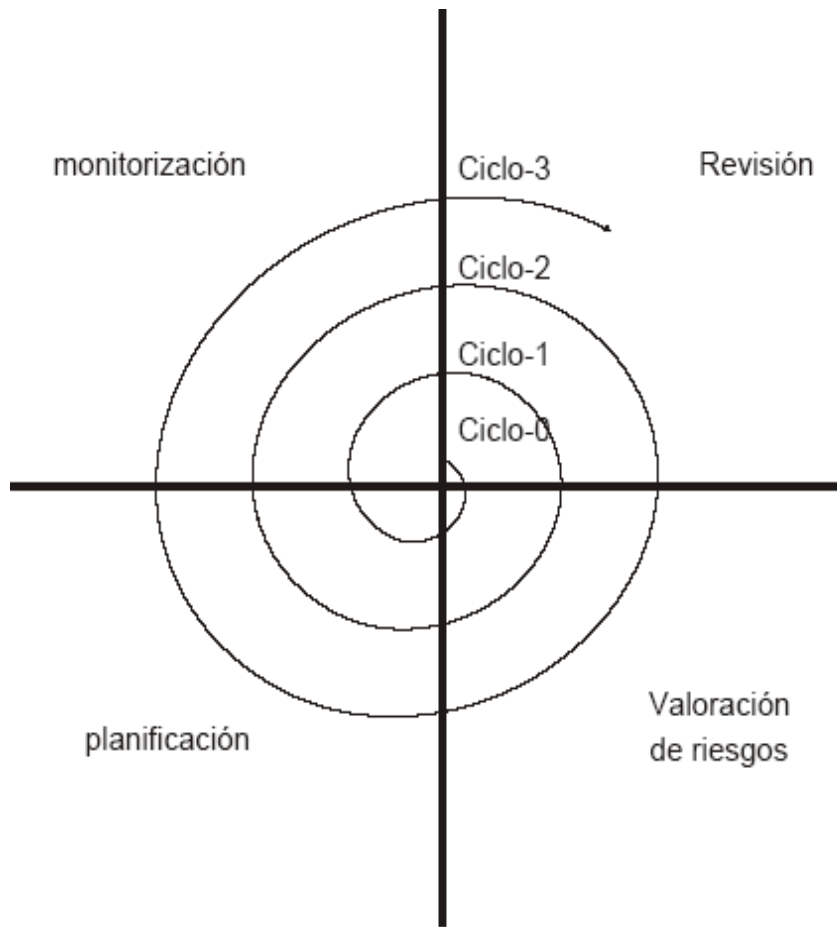
CommonKADS



# Punto central: El modelo de conocimiento



# Ciclo de vida CommonKads. Principios básicos



- La planificación del proyecto se centra en productos y salidas que se producen como resultado.
- La planificación es adaptativa a lo largo de una serie de ciclos en espiral, dirigidos por una valoración sistemática de riesgos.
- El control de calidad es una parte importante del proyecto.



- A. Alonso Betanzos, B. Guijarro Berdiñas, A. Lozano Tello, J. T. Palma Méndez, M. J. Taboada. "Ingeniería del conocimiento. Aspectos metodológicos". Pearson Educación, 2004.
- Chandrasekaran B. "Generic tasks in knowledge-based reasoning: High-level building blocks for system design". En: Buchanan B.G. y Wilkins D., editores, "Readings in acquisition and learning", páginas 170-177. Morgan Kaufman 1992.
- Chandrasekaran B. y Johnson T.R. "Generic tasks and task structures: History, critique and new directions". En: David J.M., Krivine J.P. y Simmons R., editores, "Second generation of expert systems", páginas 222-272. Springer-Verlag 1993.
- S. Kendal and M. Creen. "An Introduction to knowledge engineering". Springer, 2007.
- N.J. Nilsson. The Quest for Artificial Intelligence. A History of ideas and achievements. Cambridge University Press, 2010.
- Guida G. y Tasso C. "Design and development of knowledge-based systems". John Wiley & Sons (1994).
- McDermott J. "Preliminary steps towards a taxonomy of problem solving methods". En: Buchanan B.G. y Wilkins D., editores, "Readings in acquisition and learning", páginas 149-169. Morgan Kaufman (1992).
- Newell A. "The knowledge level". Artificial Intelligence, nº18, pp 87-127, 1982.
- Newell A. "Reflections on the knowledge level." Artificial Intelligence, Nº59, pp 31-38, 1993.
- Schreiber G., Akkermans H., Anjewierden A., de Hoog R., Shadbolt N., Van de Velde W. y Wielinga B. "Knowledge engineering and management. The CommonKADS methodology". MIT Press 2000.
- Palma A.T., Paniagua E., Martín F. y Marín R. "Ingeniería del Conocimiento. De la extracción al Modelado de Conocimiento". Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, Nº11, pp 46-72, 2000.



- Mira Mira J. y Delgado García A.E. "Sistemas basados en conocimiento". Novatica/Upgrade, Nº 159, 31-37 (2002).
- Schreiber G., Wielinga B. y Breuker J. "KADS: A principled approach to knowledge-based system development". Academic Press, 1993.
- J.C. Giarratano. Sistemas expertos: principios y programación México International Thomson, 2001.
- F. Hayes-Roth, N. Jacobstein. The state of knowledge-based systems. Communications of the ACM, Vol. 37, No. 3, pp 27-39, 1994.
- A.A. Hopgood. Knowledge-based systems for engineers and scientists. CRC Press, 1993.
- P. Jackson. Introduction to expert systems. Addison-Wesley, 1999.
- M. Negnevitsky. Artificial Intelligence: a guide to intelligent systems. Addison-Wesley, 2002.
- J. Durkin. Expert Systems: Design and development. Prentice-Hall, 1994.
- [http://www.automates-anciens.com/pages\\_de\\_cadre/ensemble\\_cadres.htm](http://www.automates-anciens.com/pages_de_cadre/ensemble_cadres.htm)
- Gómez A., Juristo N., Montes C. y Pazos J. "Ingeniería del conocimiento". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces 1997.
- González A.J. y Dankel D. "The engineering of knowledge-based systems". Prentice-Hall 1993.
- Wielinga B.J., Schreiber A.Th. y Breuker J.A. "KADS: a modeling approach to knowledge engineering". En: Buchanan B.G. y Wilkins D., editores, "Readings in acquisition and learning", pp 92-116. Morgan Kaufman 1992.





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



facultade de  
informática  
da coruña

# TEMA 1 INTRODUCCIÓN