

Sistemas Inteligentes II

Curso 2018-2019

Eva Millán

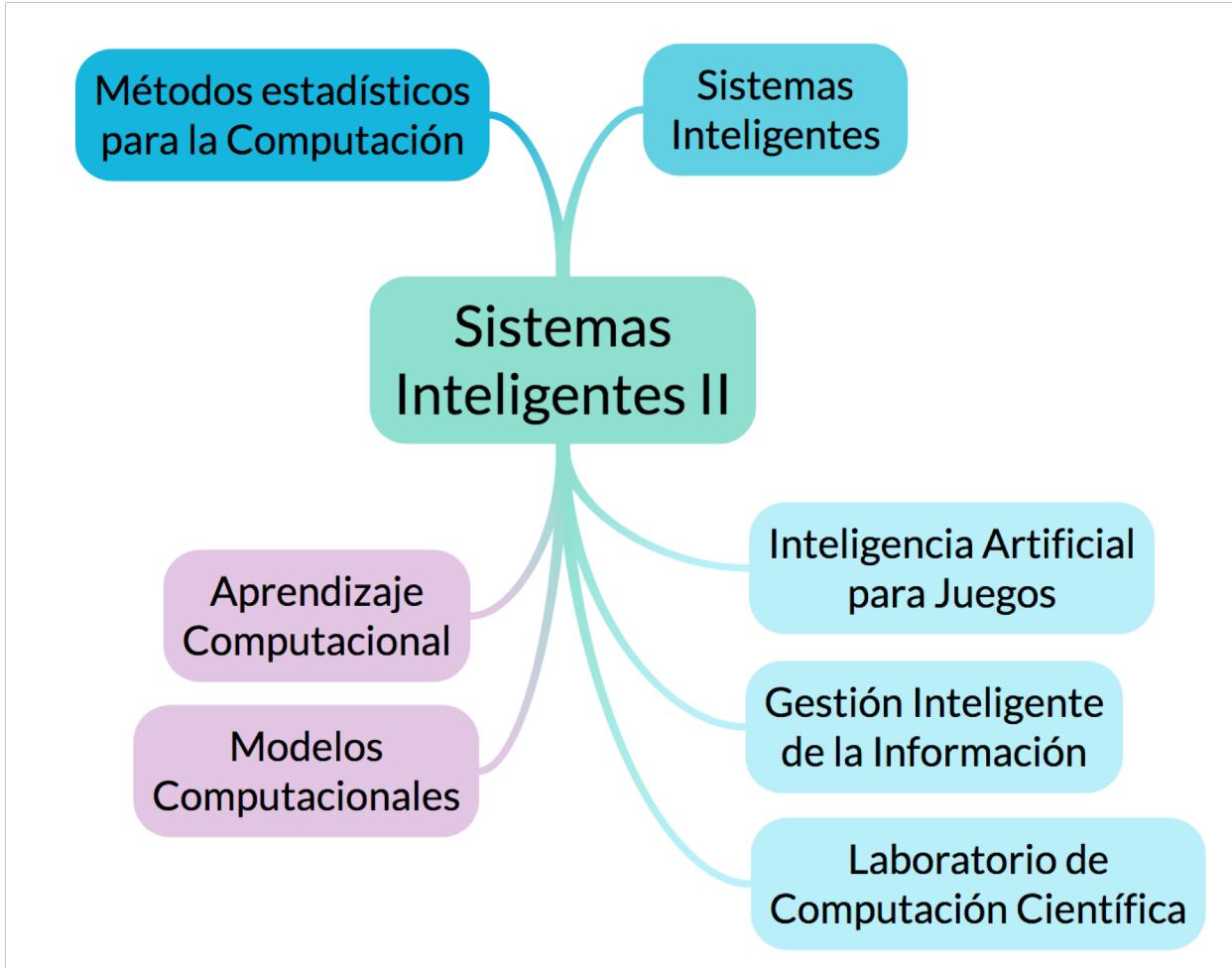
Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación

Profesorado

Eva Millán Valldeperas. Despacho 3.2.35.

- Horario de tutorías **oficial**:
Martes y Jueves: 10:30 a 12:30
Miércoles: 08:30 a 10:30 (Virtual, a través del foro)
- Se atienden tutorías (presenciales/virtuales) fuera del horario oficial
- En todos los casos, es recomendable enviar previamente un correo electrónico a eva@lcc.uma.es

La asignatura



Horario de la asignatura

- Martes, 8.45 a 10.30
- Miércoles, 10.45 a 12.30
- Jueves, 8.45 a 10.30

Hasta que comiencen las clases de laboratorio, daremos clases Martes y Miércoles, en el aula 306

Para las prácticas de laboratorio, habrá dos grupos:

- Grupo A: Miércoles 10.45-12.45
- Grupo B: Jueves 8.45-10.45

Temario

Bloque 1

1 Sistemas basados en el conocimiento

1.1 Introducción

1.2 Arquitectura y motores de inferencia

2 Razonamiento aproximado: incertidumbre

2.1 Fundamentos teóricos de las redes bayesianas

2.2 Modelado e inferencias. Herramientas (GeNle)

Bloque 2

3 Introducción al aprendizaje computacional

4.1 Introducción

4.2 Herramientas (GeNle, WEKA)

4. Razonamiento aproximado: imprecisión

3.1 Conjuntos y reglas difusos

3.2 Herramientas y aplicaciones

Resultados de aprendizaje

Al finalizar la asignatura, los alumnos deberán ser capaces de....

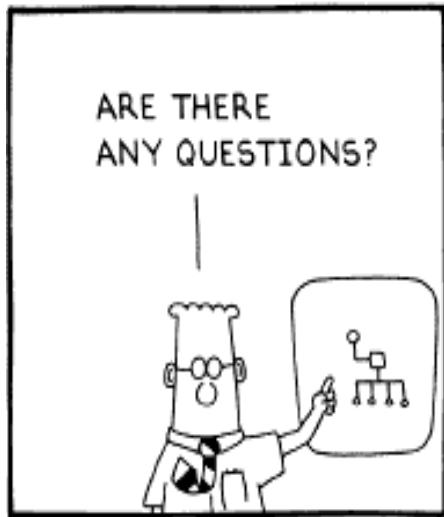
- Definir el concepto de **sistema basado en el conocimiento** y ser capaz de seleccionar el tipo de **arquitectura y motor de inferencia** más adecuado para su desarrollo.
- **Representar el conocimiento de un modo computable**, de forma que pueda ser incluido en un sistema basado en el conocimiento.
- Manejar las técnicas básicas para el **razonamiento bajo incertidumbre, razonamiento bajo imprecisión y aprendizaje automático**
- Utilizar las **herramientas software** disponibles para implementar las técnicas aprendidas.

La asignatura: metodología docente

- Exposiciones de la profesora
- Trabajo en clase de los estudiantes (aprendizaje activo)
- Entrega de tareas y prácticas de laboratorio
- Pruebas de evaluación en las convocatorias oficiales

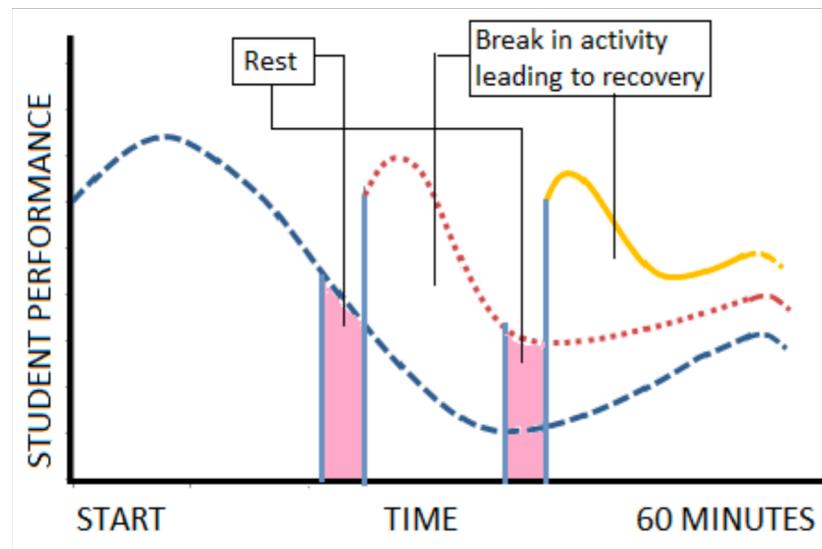
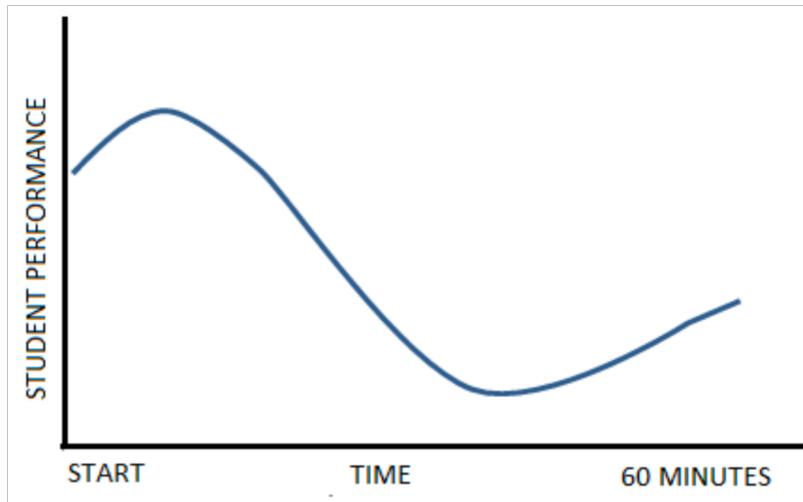
La asignatura: metodología docente

Clases magistrales



La asignatura: metodología docente

Curva del rendimiento del estudiante (Bligh, 1998)

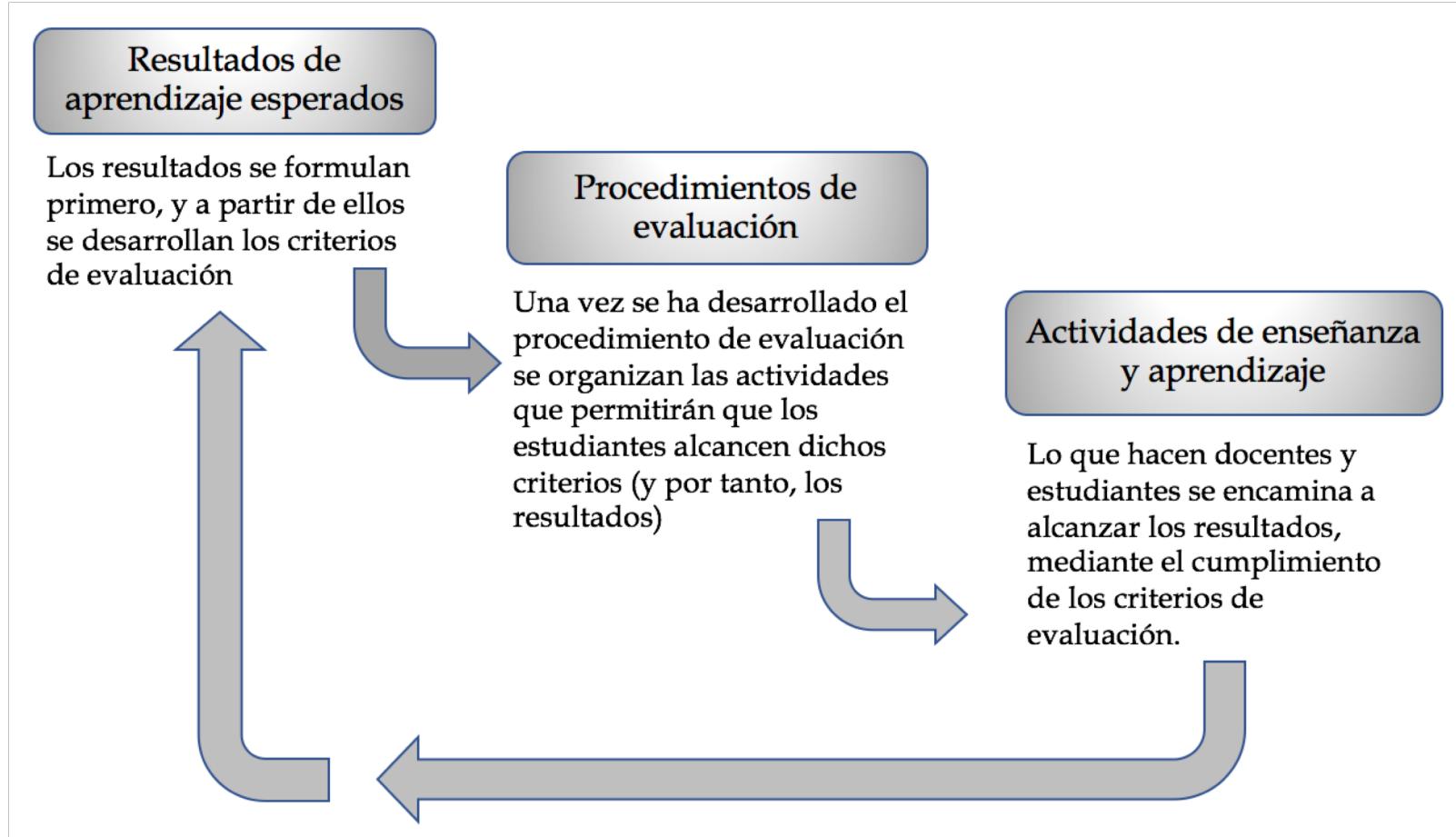


La asignatura: metodología docente

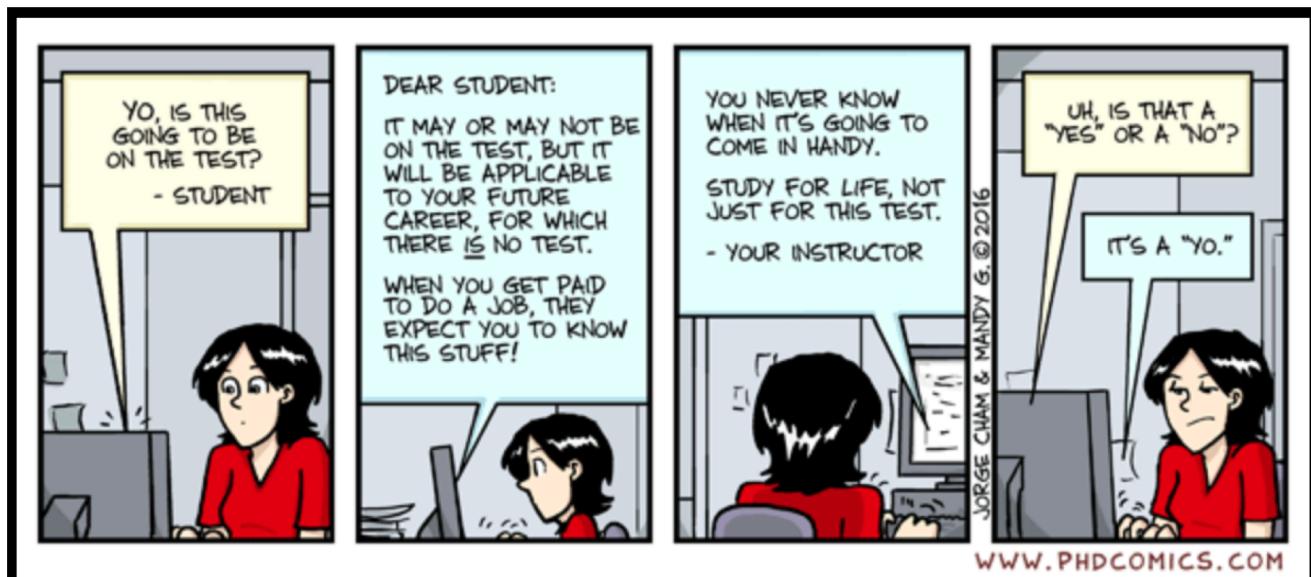
Participación activa del alumno

- Durante las clases magistrales se intercalarán tareas para los estudiantes:
 - Preguntas rápidas (Think-Pair-Share)
 - Resolución de ejercicios
- En algunas clases utilizaremos el aprendizaje autónomo (supervisado)
- Clases de laboratorio: resolución de una práctica que se entrega en la misma sesión.

Evaluación: Constructive Alignment (Biggs y Tang, 2003)



La evaluación en PhD comics



Evaluación

Dos opciones:

Evaluación continua (pensada para estudiantes que asisten a clase)

- **Entrega obligatoria** de tareas y prácticas, en tiempo y forma
- **Dos pruebas escritas** durante el curso.

Si la nota de cada una de ellas es superior al cinco, la calificación del estudiante será la media ponderada de ambas (60% la primera prueba y 40% la segunda). Para presentarse a la segunda prueba **hay que haber superado la primera con un cinco o más**.

Evaluación en las convocatorias oficiales

- **Examen tradicional**, que se supera si la nota es mayor o igual que cinco.

En todos los casos, las pruebas escritas incluirán conceptos teóricos, ejercicios, contenidos de prácticas

¿Qué tengo que hacer para aprobar?

- Venir a clase y participar activamente en ella, prestando atención cuando la profesora resalta aspectos importantes, tomando notas, preguntando dudas y aprovechando bien el tiempo que se asigna a los ejercicios (revisar la teoría, resolverlos, preguntar dudas a los compañeros o a la profesora).
- Dedicar tiempo en casa a estudiar los apuntes completos, hacer esquemas de la teoría, y repasar las ideas principales.
- Resolver los ejercicios propuestos (son problemas de pruebas escritas y exámenes de otros cursos). Preguntar a la profesora los que no puedas solucionar solo.
- Hacer las prácticas y sobre todo, utilizarlas para entender y afianzar los conceptos teóricos.
- Utilizar las tutorías a lo largo de todo el curso y no sólo previamente a los exámenes o en períodos de revisión.
- Estudiar para las pruebas escritas.

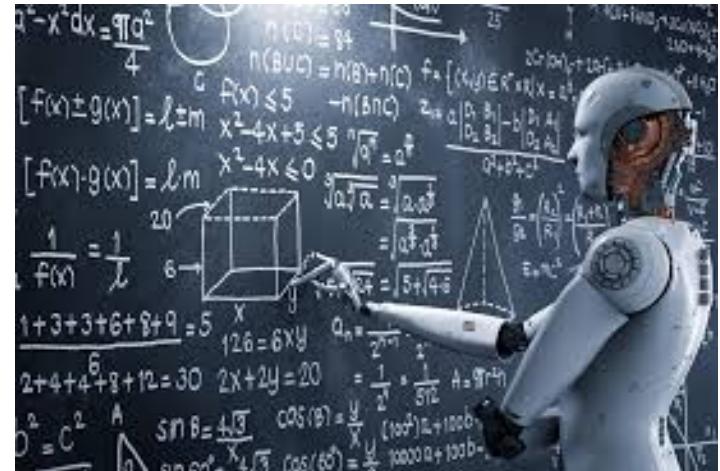
¿Qué tengo que hacer para aprobar?

- Venir a clase y participar activamente en ella, prestando atención cuando la profesora resalta aspectos importantes, tomando notas, preguntando dudas y aprovechando bien el tiempo que se asigna a los ejercicios (revisar la teoría, resolverlos, preguntar dudas a los compañeros o a la profesora)  
- Dedicar tiempo en casa a estudiar los apuntes completos (no las transparencias), hacer esquemas de la teoría, y repasar las ideas principales.
- Resolver los ejercicios propuestos en los apuntes (son problemas de pruebas escritas y exámenes de otros cursos). Preguntar a la profesora los que no sepas resolver (en clase, en tutorías).
- Hacer las prácticas y sobre todo, utilizarlas para entender y afianzar los conceptos teóricos.
- Utilizar las tutorías a lo largo de todo el curso y no sólo previamente a los exámenes o en periodos de revisión.
- Estudiar para las pruebas escritas.

Contexto: la inteligencia artificial y los sistemas basados en el conocimiento

Sistemas Inteligentes II: Introducción

Inteligencia Artificial



Sistemas basados en el conocimiento



Sistemas basados en el conocimiento

Es una aplicación informática capaz de solucionar un conjunto de problemas que exigen un gran **conocimiento** sobre un determinado tema.

- Datos del paciente
- Resultados de tests
- Síntomas



- Emitir un diagnóstico
- Solicitar nueva información
- Justificar las respuestas
- Aprender de los nuevos casos

SBC: Tareas

- **Aceptar las consultas** que el usuario realice acerca de una situación dada del mundo real.
- **Aceptar los datos** proporcionados por el usuario acerca de esta situación, y solicitar otros datos que el sistema estime relevantes.
- **Procesar esta información**, en busca de una respuesta a la consulta planteada.
- **Emitir la respuesta** hallada, que debe ser análoga en la mayor parte de los casos a la respuesta que daría un experto humano.
- **Justificar la respuesta** finalmente emitida, siempre que el usuario así lo solicite.

NECESIDAD DE MECANISMOS DE RAZONAMIENTO

Técnicas de Razonamiento

- Lógica (A.C. - actualidad)
 - Proposicional
 - De predicados
 - Descriptivas (Ontologías)
- Lógica difusa (1965-actualidad)
- Modelo probabilístico clásico (años 70-80)
- Factores de certeza (1975-años 80)
- Redes bayesianas (1988-actualidad)

Primeros SBC (Sistemas expertos): MYCIN

- MYCIN es un sistema para diagnosticar enfermedades infecciosas en sangre (Stanford, años 70)
- Trabaja con hechos y reglas:
 - SI
 - el organismo es gram-negativo y
 - el organismo tiene forma de bastón, y
 - el organismo es anaerobio,
 - ENTONCES
 - el organismo es bacteroide
- Cada hecho y cada regla tiene asociado un factor de certeza
- La base de conocimientos de MYCIN tenía unas 600 reglas
- Se definieron fórmulas específicas para el cálculo de los factores de certeza

Cálculo CFs, ejemplo 1

Regla:

R1. Si el organismo tiene forma de bastón,
entonces es anaerobio (CF=0.8)

Hecho:

h1. el organismo tiene forma de bastón (CF=0.9)

Conclusión:

c1. el organismo es anaerobio

Con $CF = 0.8 * 0.9 = 0.72$

Cálculo de CFs, ejemplo 2

Regla:

- R1. Si el organismo tiene forma de bastón
Y es gram_negativo, entonces es anaerobio
(CF=0.9)

Hechos:

- h1. el organismo tiene forma de bastón (CF=0.6)
- h2. el organismo es gram_negativo (CF=0.7)

Conclusión:

- c1. el organismo es anaerobio

$$\text{con } CF = \min(0.6, 0.7) * 0.9 = 0.63$$

Funcionamiento de MYCIN

- 1) Patient's name: (first-last)
** FRED BRAUN
 - 2) Sex
** M
 - 3) Age
** 55
 - 4) Are there any illnesses for Fred Braun
which may be related to the present illness,
and from which organisms have been grown
in the microbiology laboratory?
** Y
- CULTURE-1 -----
- 5) From what site was the specimen for
CULTURE-1 taken?
** BLOD
= BLOOD
 - 6) Please give the date and time
when CULTURE-1 was obtained.
** JUN 20 1977

Funcionamiento de MYCIN

The first organism isolated from the blood culture of 20-JUN-77 (CULTURE-1) will be referred to as:

----- ORGANISM-1 -----

- 7) Enter the laboratory-reported identity of
ORGANISM-1
** UNKNOWN
 - 8) The stain (gram or Ziehl-Neelsen acid-fast) of
ORGANISM-1
** NEG
 - 9) Is ORGANISM-1 rod or coccus
** ROD
 - 10) What is the form of the individual organisms?
** FUSIFORM
- ...
...

Funcionamiento de MYCIN

34) Was penicillinase added to CULTURE-1?
** Why?

[3.0] This will aid in determining whether ORGANISM-1 is a contaminant.

It has already been established that:

[3.1] the site of CULTURE-1 is blood, and

[3.2] the gram stain of ORGANISM-1 is gramos

Therefore if

[3.3] penicillinase was added to this
blood culture

then

there is weakly suggestive evidence
that ORGANISM-1 is a contaminant [RULE 39]

Evaluación MYCIN

En dos evaluaciones iniciales → tasa de aceptación del 75%

Tercera evaluación:

| | |
|-----------------------|----|
| MYCIN | 52 |
| Médico universidad 1 | 50 |
| Médico universidad 2 | 48 |
| Especialista hospital | 46 |
| Médico universidad 3 | 46 |
| Terapia actual | 46 |
| Médico universidad 4 | 44 |
| Residente | 36 |
| Médico universidad 5 | 34 |
| Estudiante | 24 |

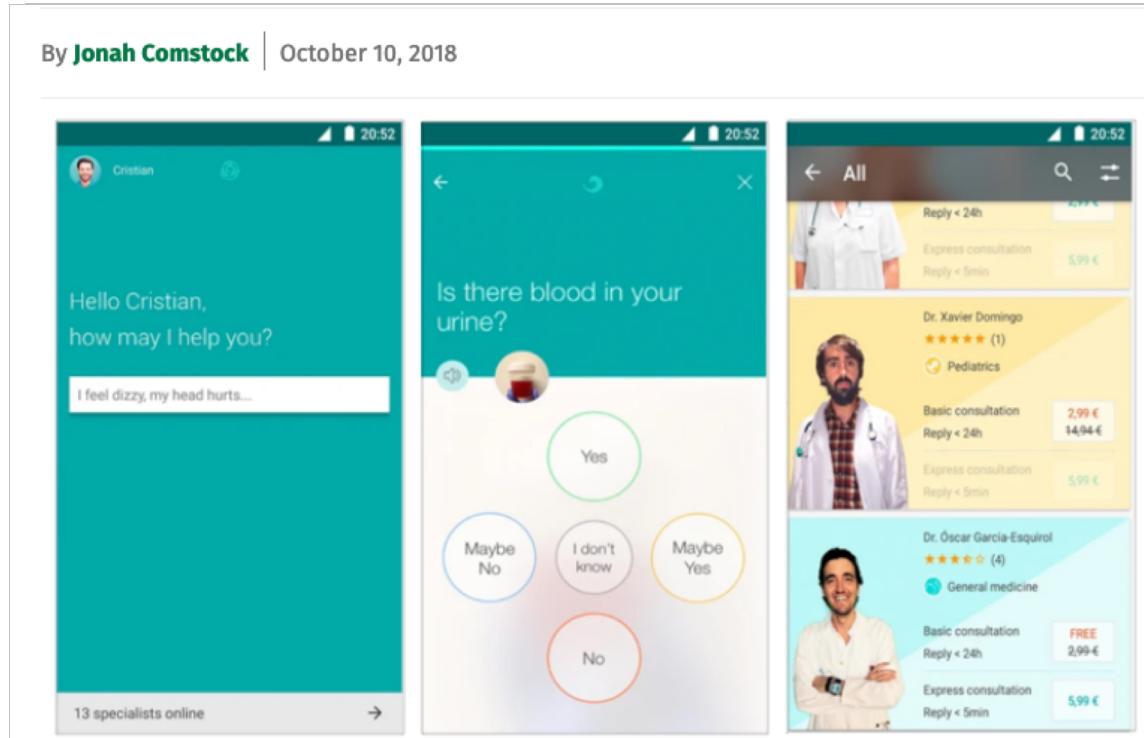
(*Sobre puntuación máxima de 80)

Un sistema experto más reciente: Mediktor

Mediktor gets \$3.5M to bring clinically-vetted symptom checker to US

The Barcelona-based company recently posted 91.3 percent accuracy in a 1,000-patient study.

By **Jonah Comstock** | October 10, 2018



<https://www.mediktor.com>



Discover all our functions and enjoy a better user experience with our app.



Razonamiento aproximado

El modelo ideal del razonamiento (humano o mecánico) es el razonamiento exacto.

En mundo real se suele razonar con información que es:

- incierta (redes bayesianas)
- imprecisa (lógica difusa)

Fuentes de incertidumbre/imprecisión:

- Deficiencias de la información,
- Características del mundo real,
- Deficiencias del modelo.

Las redes bayesianas: origen

Judea Pearl

Judea Pearl es un [cómputologo](#) y [filósofo](#), más conocido por desarrollar la aproximación [probabilística](#) a la [inteligencia artificial](#), en particular utilizando las [Redes Bayesianas](#), y la formalización del razonamiento causal (véase [Causalidad](#)).

Índice [ocultar]

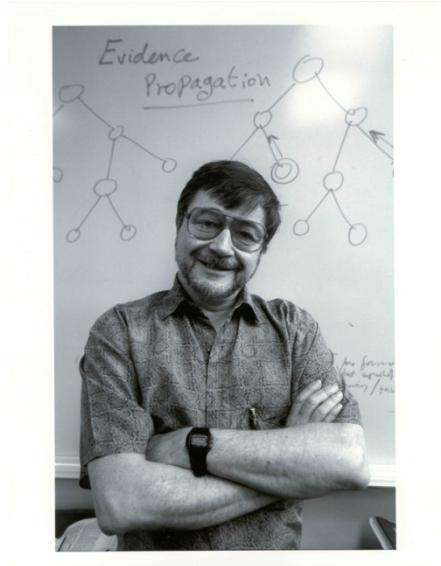
- 1 [Biografía](#)
- 2 [Investigación](#)
 - 2.1 [Libros](#)
 - 2.2 [Publicaciones científicas](#)
 - 2.3 [Conferencias](#)
 - 2.4 [Premios](#)
- 3 [Enlaces externos](#)

Biografía [editar]

Pearl recibió un Grado Ingeniería Eléctrica del [Technion, Israel](#), en 1960, un Máster en Físicas de la [Universidad Rutgers, EE.UU.](#), en 1965, y un Doctorado en Ingeniería Eléctrica del [Instituto Politécnico de Brooklyn](#), EE.UU. en 1965. Trabajó en los Laboratorios de Investigación RCA y posteriormente se unió a la [UCLA](#) en 1970, donde actualmente es profesor en [Ciencias de la Computación y Estadística](#) y director del Laboratorio de Sistemas Cognitivos. En 2002, su hijo, [Daniel Pearl](#) fue secuestrado y asesinado en [Pakistán](#), por lo que él y su familia crearon la Daniel Pearl Foundation [\[1\]](#). Recibió en [Premio Turing](#) 2011 por sus contribuciones fundamentales a la inteligencia artificial a través del desarrollo de un cálculo de probabilidades y de razonamiento causal.

Investigación [editar]

Judea Pearl fue uno de los pioneros de las [Redes bayesianas](#) y la aproximación [probabilística](#) a la [inteligencia artificial](#) y uno de los primeros en dar un formalismo matemático al fenómeno de la causalidad en las ciencias empíricas.



Awards [edit]

- 2015—Named Fellow of [ACM](#) "For contributions to artificial intelligence through the development of a calculus for probabilistic and causal reasoning".[\[23\]](#)
- 2014—Elected to the [National Academy of Sciences](#).[\[24\]](#)
- 2011—[ACM Turing Award](#)[\[1\]](#)[\[2\]](#)
- 2011—[IEEE Intelligent Systems' AI's Hall of Fame](#)[\[25\]](#)[\[26\]](#)
- 1990—Fellow, American Association for Artificial Intelligence ([AAAI](#))
- 1988—Fellow, Institute of Electrical and Electronic Engineers ([IEEE](#))
- 1975—[NATO Senior Fellowship in Science](#)
- 1965—[RCA Laboratories Achievement Award](#)

Premio Turing 2012

A Turing Award for Helping Make Computers Smarter

By  STEVE LOHR

 FACEBOOK

 TWITTER

 GOOGLE+

 EMAIL

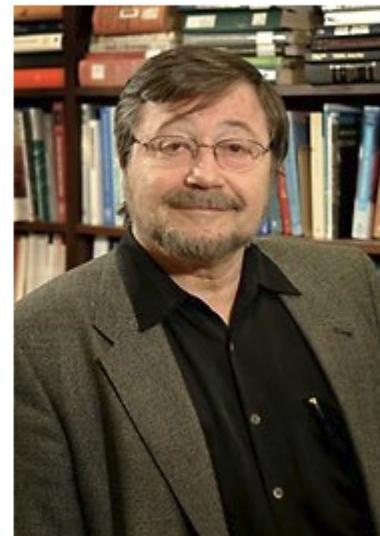
 SHARE

 PRINT

Google search, I.B.M.'s Watson Jeopardy-winning computer, credit-card fraud detection and automated speech recognition.

There seems not much in common on that list. But it is a representative sampling of the kinds of modern computing chores that use the ideas and technology developed by Judea Pearl, the winner of this year's Turing Award.

The award, often considered the computer science equivalent of a Nobel prize, was announced on Wednesday by the [Association for Computing Machinery](#).



Judea Pearl, winner of the Turing Prize.

Judea Pearl



ACM Fellows

USA - 2015

CITATION

For contributions to artificial intelligence through the development of a calculus for probabilistic and causal reasoning.

[Press Release](#)

ACM A. M. Turing Award

USA - 2011

[READ FULL CITATION AND ESSAY](#)

CITATION

For fundamental contributions to artificial intelligence through the development of a calculus for probabilistic and causal reasoning.

Judea Pearl's work has transformed artificial intelligence (AI) by creating a representational and computational foundation for the processing of information under uncertainty. Pearl's work went beyond both the logic-based theoretical orientation of AI and its rule-based technology for expert systems. He identified uncertainty as a core problem faced by intelligent systems and developed an algorithmic interpretation of probability theory as an effective foundation for the representation and acquisition of knowledge. Focusing on conditional independence as an organizing principle for capturing structural aspects of probability distributions, Pearl showed how graph theory can be used to characterize conditional independence, and invented message-passing algorithms that exploit graphical structure to perform probabilistic reasoning effectively. This breakthrough has had major impact on a wide variety of fields where the restriction to simplified models had severely limited the scope of probabilistic methods; examples include natural language processing, speech processing, computer vision, robotics, computational biology, and error-control coding. Equally significant is Pearl's work on causal reasoning, where he developed a graph-based calculus of interventions that makes it possible to derive causal knowledge from the combined effects of actions and observations. This work has been transformative within AI and computer science, and has had major impact on allied disciplines of economics, philosophy, psychology, sociology, and statistics.



AWARD WINNER

Judea Pearl

[ACM Fellows \(2015\)](#)

[ACM A. M. Turing Award \(2011\)](#)

[ACM AAAI Allen Newell Award \(2003\)](#)

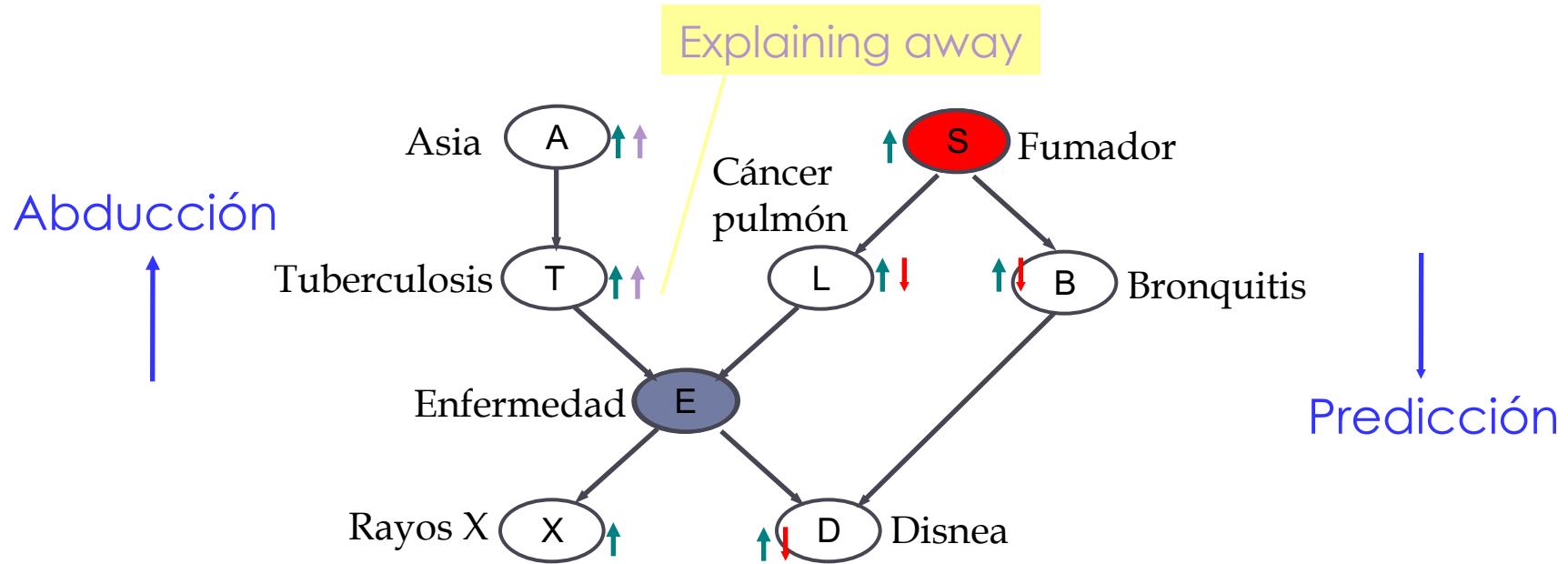
[ACM Fellows Named For Computing Innovations That Are Advancing Technology In The Digital Age](#)

Redes bayesianas: características principales

La incertidumbre se representa basándose en ***teoría de la probabilidad***

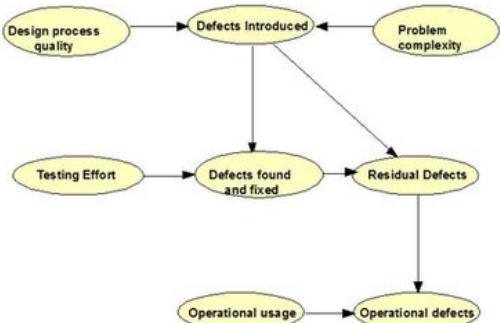
- La información se estructura en ***variables*** y relaciones de ***influencia causal*** entre ellas
- Relaciones de ***independencia condicional***
- **Parámetros:** **probabilidades condicionadas** de cada variable dados sus padres
- Inferencias de tipo ***abductivo y predictivo***

Razonamiento redes bayesianas: el ejemplo de la red Asia

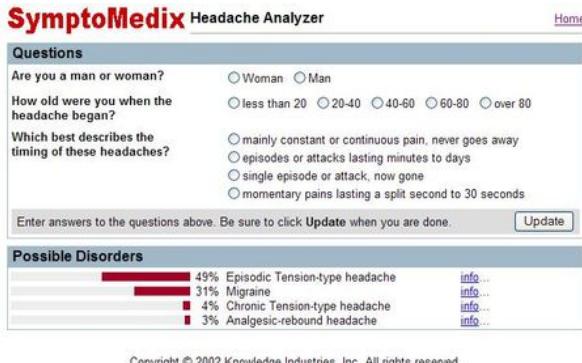


Aplicaciones de las redes bayesianas

Detección errores software



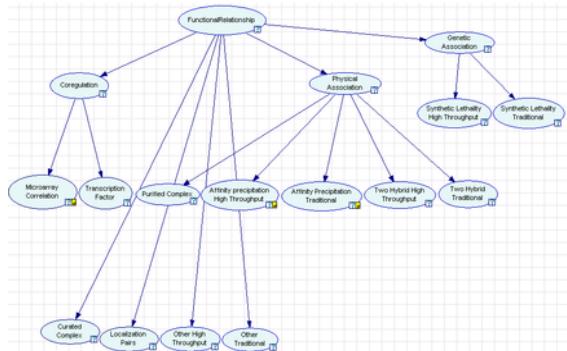
Detección demencia



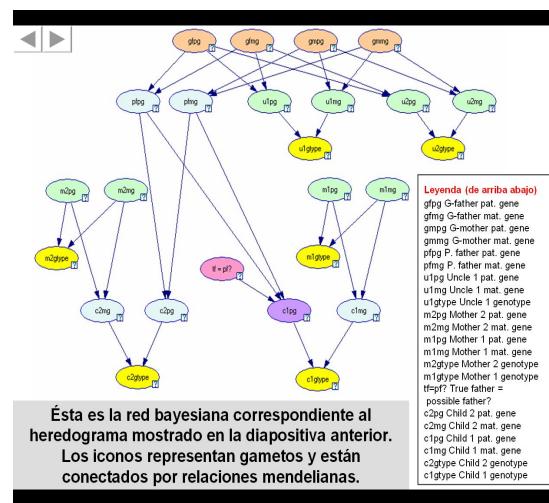
Prevención e impacto de incendios forestales



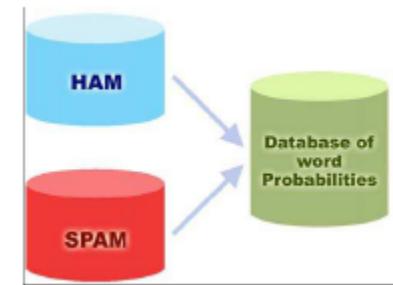
Integración y visualización de datos biológicos



Aplicación de las Redes Bayesianas en Determinación de Paternidad



Filtros ANTISPAM



Lotfi A. Zadeh

From Wikipedia, the free encyclopedia

Lotfi Aliasker Zadeh^[5] (/zə:də/; Azerbaijani: Lütfəli Rəhim oğlu Ələsgərzadə;^[6] Persian: لطفی علی‌مسکرزاده; ^[4] February 4, 1921 – September 6, 2017)^{[1][2]} was a mathematician, computer scientist, electrical engineer, artificial intelligence researcher and professor emeritus^[7] of computer science at the University of California, Berkeley.

Zadeh was best known for proposing **fuzzy mathematics** consisting of these fuzzy-related concepts: fuzzy sets,^[8] fuzzy logic,^[9] fuzzy algorithms,^[10] fuzzy semantics,^[11] fuzzy languages,^[12] fuzzy control,^[13] fuzzy systems,^[14] fuzzy probabilities,^[15] fuzzy events,^[15] and fuzzy information.^[16]

Zadeh was a founding member of the **Eurasian Academy**.^[17]

Awards and honors [edit]

Zadeh was a Fellow of the Institute of Electrical and Electronics Engineers, the American Academy of Arts and Sciences, the Association for Computing Machinery, the Association for the Advancement of Artificial Intelligence and the International Fuzzy Systems Association, and a member of the National Academy of Engineering.^[5] He was also a member of the Academies of Science of Azerbaijan, Bulgaria, Finland, Korea and Poland, and of the International Academy of Systems Studies in Moscow. He has received 24 honorary doctorates.^[7]

Awards received by Zadeh include, among many others:

- IEEE Education Medal; 1973^[33]
- IEEE Richard W. Hamming Medal, for "seminal contributions to information science and systems, including the conceptualization of fuzzy sets"; 1992^[34]
- American Society of Mechanical Engineers Rufus Oldenburger Medal; 1993.^[35]
- Honorary Professorship from the Azerbaijan State Oil Academy; 1993
- IEEE Medal of Honor, for "pioneering development of fuzzy logic and its many diverse applications"; 1995^[36]
- American Automatic Control Council's Richard E. Bellman Control Heritage Award; 1998.^[37]
- ACM Allen Newell Award; 2001



Lógica difusa: características principales

- Se intenta representar la vaguedad e imprecisión inherentes en el lenguaje natural
- Utiliza varios elementos: conjuntos difusos, variables difusas, relaciones difusas, reglas difusas
- Dichos elementos se combinan entre sí en el proceso de inferencias
- El proceso de inferencias incluye pasos que pasan la información nítida a difusa y viceversa

Razonamiento difuso: Ejemplo regulación de combustible

Temperatura = 30°

Volumen = 500 cc

Difuminar

Temperatura
= alta
Volumen
= pequeño

Aplicar reglas difusas

REGLAS

- Si la temperatura es *alta y el volumen es pequeño*
entonces la presión es *elevada*
- Si la temperatura es *baja o el volumen es grande*
entonces la presión es *baja*
- Si la presión es *baja*
entonces la entrada de combustible debe ser *grande*
- Si la presión es *elevada*
entonces la entrada de combustible debe ser *pequeña*

**Entrada
combustible** =
Conjunto?

Decodificar

**Entrada
combustible**
= Valor?

Algunos productos que implementan lógica difusa

Washing machine fuzzy logic control systems

All fuzzy logic control systems are different from one washing machine to another. Therefore, different combinations of settings and sensors are being used by washing machine manufacturers so as to give washing machine better and adequate control over how they wash clothes.



How Rice Cookers Work

BY JESSICA TOOTHMAN



Fuzzy Logic and Rice Cookers



PHOTO COURTESY CONSUMER GUIDE PRODUCTS

« PREV

NEXT »

Fuzzy-logic rice cookers have computer chips that direct their ability to make proper adjustments to cooking time and temperature. Unlike basic rice cookers, which complete tasks in a single-minded, mechanical manner, the process behind the fuzzy-logic rice cookers needs a bit more explanation. The **fuzzy sets theory**, first proposed by UC Berkeley professor Lotfi Zadeh in 1965, laid the groundwork for **fuzzy logic**, which he also put forward in 1973. Fuzzy sets theory has to do

Los sensores de los coches informan del estado de la carretera



G+ Me gusta 0

Tweet

Investigadores de la Universidad de Málaga han desarrollado un sistema que permite estimar el estado de la carretera, en tiempo real, con los sensores que incorporan de serie los propios vehículos. Se aplica un



Aplicar lógica difusa y redes neuronales

A continuación, aplicaron lógica difusa para obtener un índice que representa el estado de la carretera. Por último, utilizaron redes neuronales artificiales con el objetivo de proporcionar el deslizamiento óptimo para cada superficie.

Applications of Fuzzy Logic

Vehicle Control

A number of subway systems, particularly in Japan and Europe, are using fuzzy systems to control braking and speed. One example is the Tokyo Monorail



La climatización inteligente

AIRZONE

Resumen Lógica Difusa y Redes Bayesianas

| | Información | Estructurada como... | Aplicación mayoritaria |
|------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Lógica difusa | Imprecisa (grados pertenencia) | Reglas SI....entonces | Control |
| Redes bayesianas | Incierta (probabilidades) | Relaciones influencia causal | Diagnóstico |