

Integración de Bases de Conocimiento/Datos

2do Cuatrimestre de 2020

Clase 1: Administrativa e Intro



DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Profesora: Vanina Martinez
mvmartinez@dc.uba.ar

Administrativa

- La materia será de tipo teórico/práctico. Clases (teóricas) serán los lunes de 17 a 20.
- La **parte práctica** será evaluada con la entrega de la resolución de una práctica al final del cuatrimestre, cuyos ejercicios serán la compilación de todos los desafíos enunciados durante las clases.
- La nota de dicha práctica constituirá el 60% de la nota final.
- El restante 40% será aportado por la valoración de una **presentación oral** que grupos de dos alumnos realizarán al final del cuatrimestre semestre en base a artículos de investigación.
- La **presentación de ambas es requisito** para aprobar la materia. Se aprueba con un mínimo del 60%.



Cronograma

31 agosto - Clase 1: Introducción/administrativa. Inteligencia. Racionalidad. Conocimiento. Inteligencia Artificial. Sistemas de símbolos físicos.

14 septiembre - Clase 2: Agentes Inteligentes y Sistemas Multi-agentes. Búsqueda. Heurísticas. Representación de Acciones y Cambio.

21 septiembre - Clase 3: Representación de conocimiento y razonamiento. Razonamiento basado en Sentido Común. Abstracción Basada en Posturas. Inferencia. Razonamiento Deductivo. Razonamiento No Monótono. Limitaciones del Razonamiento Deductivo. Inducción. Abducción. Analogía

5 octubre - Clase 4: Ontologías. Web Semántica. Lógicas de Descripción. Lenguajes ontológicos basados en reglas.

19 octubre - Clase 5: Representación y Manejo de Incertidumbre. Modelos probabilísticos: Lógica de Markov, Redes Bayesianas, y modelos probabilísticos computacionalmente tratables. Manejo de incertidumbre en lenguajes ontológicos (lógicas de descripción y Datalog+/-) para modelar incertidumbre en la Web.



Cronograma

26 octubre - Clase 6: Modelos basados en Argumentación: modelar el manejo de la inconsistencia como un proceso de razonamiento argumentativo.

Publicación del conjunto de artículos para presentar.

2 noviembre - Clase 7: Dinámica de la información: modelo AGM para bases de conocimiento. Manejo de inconsistencia en modelos AGM.

Selección de artículos por parte de los alumnos.

16 noviembre - Clase 8: Aprendizaje. Métodos supervisados vs no supervisados. Aprendizaje y clasificación. Introducción (brevísima) a Redes Neuronales. Árboles de decisión.

23 noviembre: Clase corta de Ética el Inteligencia Artificial. Consulta.

30 noviembre: Consulta.

8 diciembre: **Entrega de la resolución de la práctica por email.**

8 al 12 diciembre: **Presentaciones orales** (días y horarios a acordar).



Pautas de la clase virtual

- Vamos a dividir la clase en partes de alrededor de 40 minutos con *breaks* en el medio de 10 minutos.
- Clase interactiva:
 - Silencien sus micrófonos.
 - Pueden interrumpirme en cualquier momento, mediante la opción de Zoom de “levantar la mano” (Participantes, “*rise hand*”|“*levantar la mano*”) y si no los atiendo pueden desmutearse e interrumpirme.
 - Una vez que la pregunta fue respondida apaguen su micrófono y bajen su “manito virtual”.
 - También pueden usar el chat para preguntas no necesariamente sincrónicas.
 - Al final de la clase destinamos unos minutos para preguntas también, usamos la opción de levantar la mano o chat para ordenarnos.

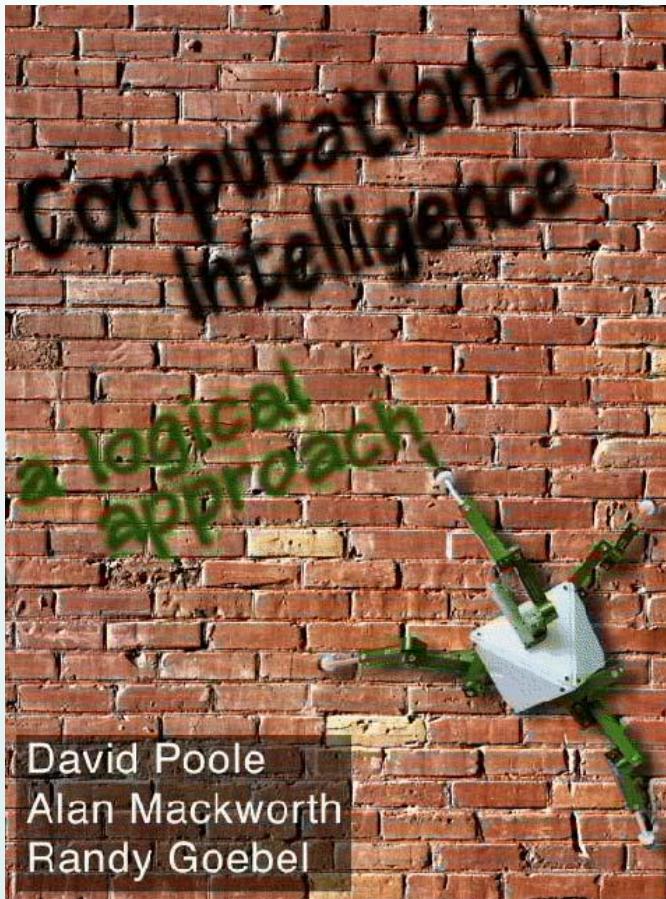


Pautas de la clase virtual

- Una vez terminada la clase voy a subir las transparencias al sitio del campus virtual.
- Si surgen dudas posterior a esta clase:
 - Pueden hacer las preguntas antes de arrancar la próxima clase.
 - Pueden enviarme un email a mvmartinez@dc.uba.ar con sus preguntas... si puedo las contesto vía email sino las discutiremos antes de arrancar la siguiente clase.
- Estas pautas pueden llegar a cambiar si vemos que la dinámica de la clase se complica...
- Ténganme paciencia... todavía estoy aprendiendo a dar clases virtuales ☺

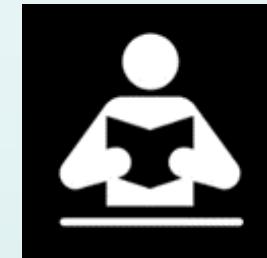


Material de Estudio



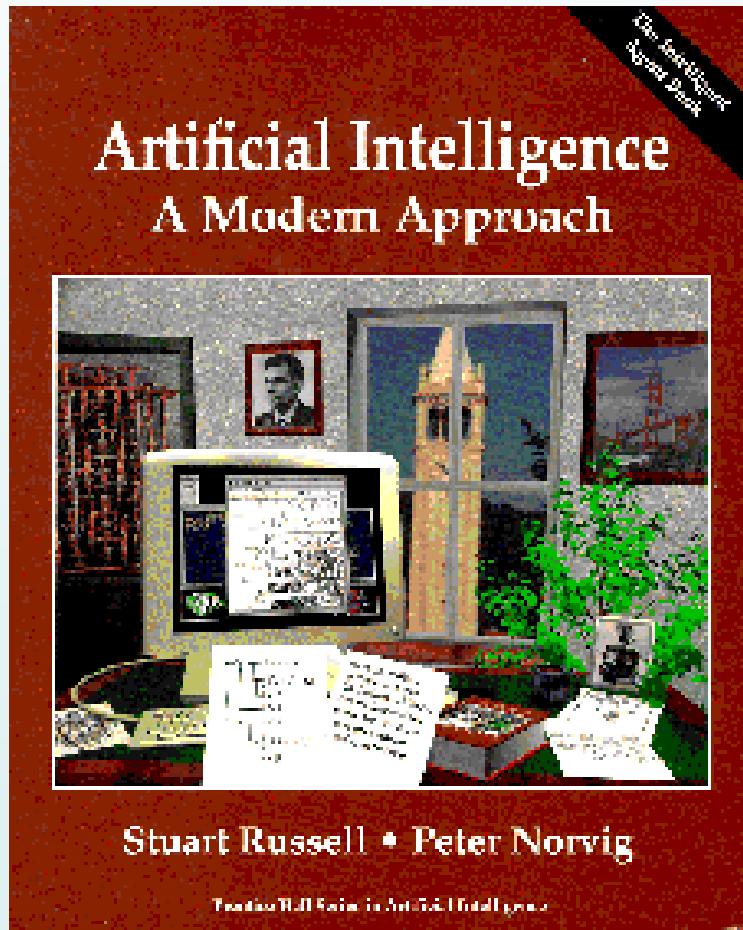
*Computational Intelligence: A
Logical Approach*

D.Poole, A. Mackworth, R. Goebel
Oxford University Press.



UBA Buenos Aires

Material de Estudio

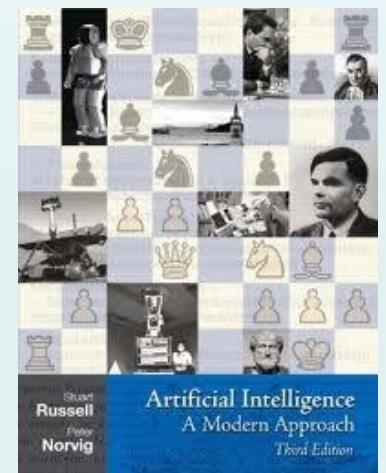
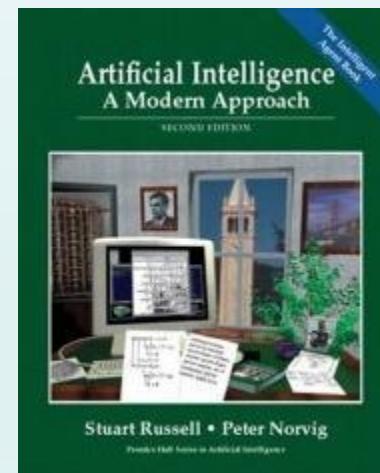


*Artificial Intelligence: A
Modern Approach*

S. Russell, P. Norvig

Prentice Hall

*Están disponibles la 2da y
3ra ediciones.*



UBA Buenos Aires

¿Por qué se anotaron
en esta optativa?

¿Qué vamos a ver en esta materia?

- Introducción básica a la Inteligencia Artificial (IA).
- Con foco en la IA basada en conocimiento.
- Conceptos básicos y fundamentales:
 - Inteligencia – Conocimiento - Creencias
 - Inteligencia Artificial o Computacional
 - Agente Inteligente – Sistemas multi-agentes
 - IA simbólica – IA basada en datos (o sub-simbólica)
 - Representación de conocimiento: Bases de Conocimiento
 - Razonamiento (think fast vs think slow)



¿Piensan que este
curso puede ser
importante para su
futuro profesional?

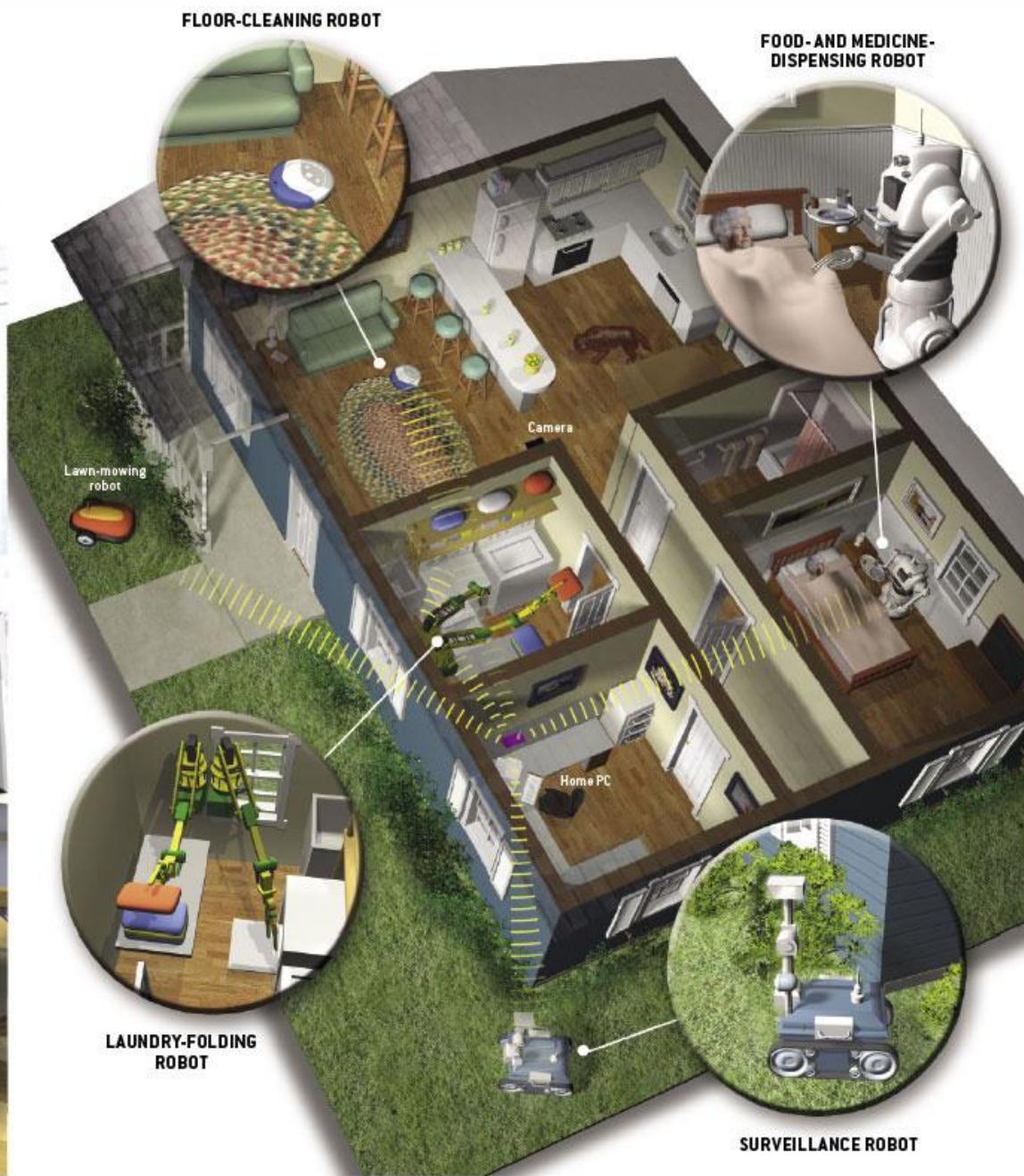
¿Por qué?

THE ROBOT AND THE PC CAN BE FRIENDS

Linking domestic robots to PCs could provide many benefits. An office worker, for example, could keep tabs on the security of his home, the cleaning of his floors, the folding of his laundry, and the care of his bedridden mother by monitoring a network of household robots on his desktop PC. The machines could communicate wirelessly with one another and with a home PC.



DON FOLEY



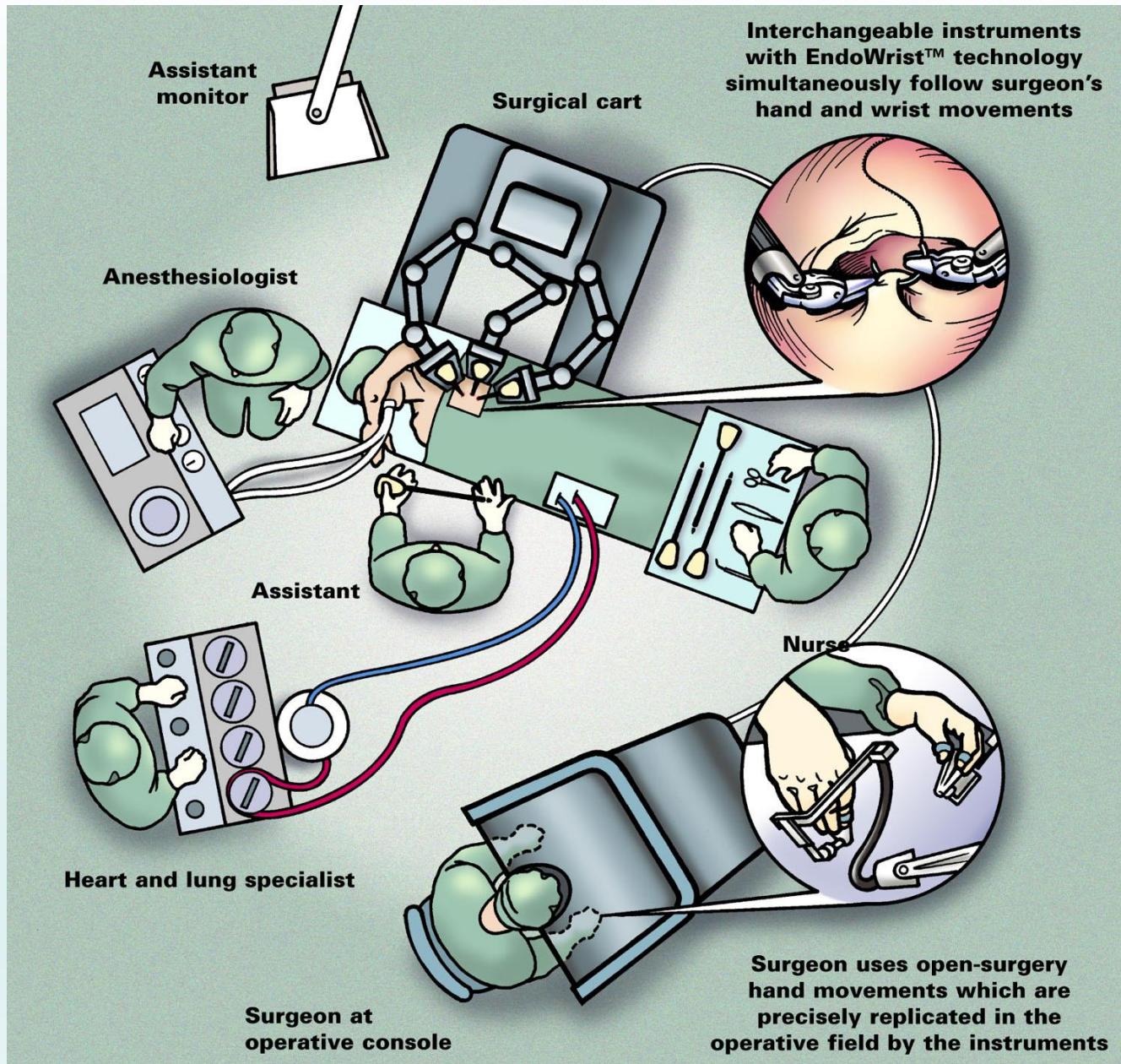
LAUNDRY-FOLDING
ROBOT

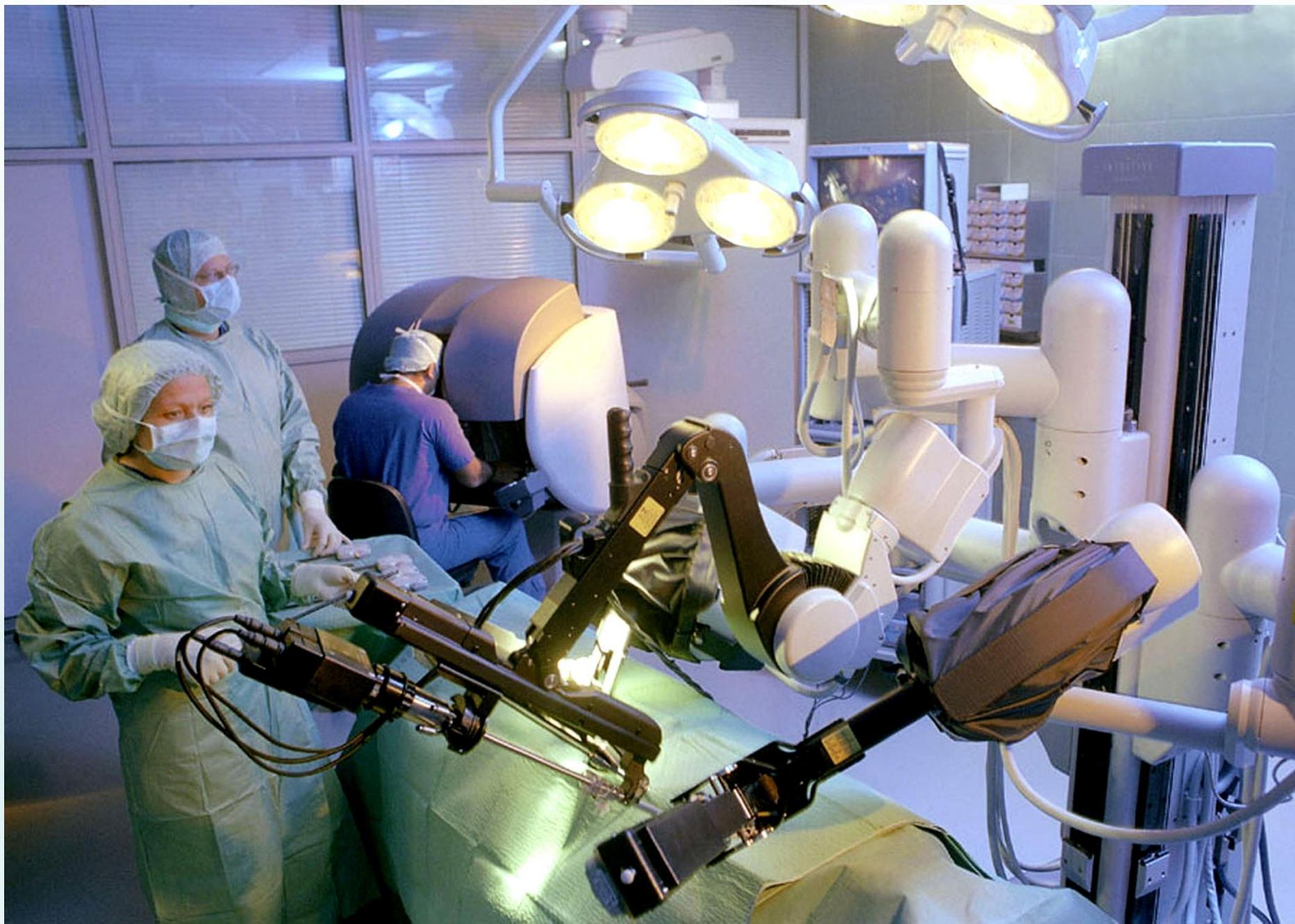
SURVEILLANCE ROBOT

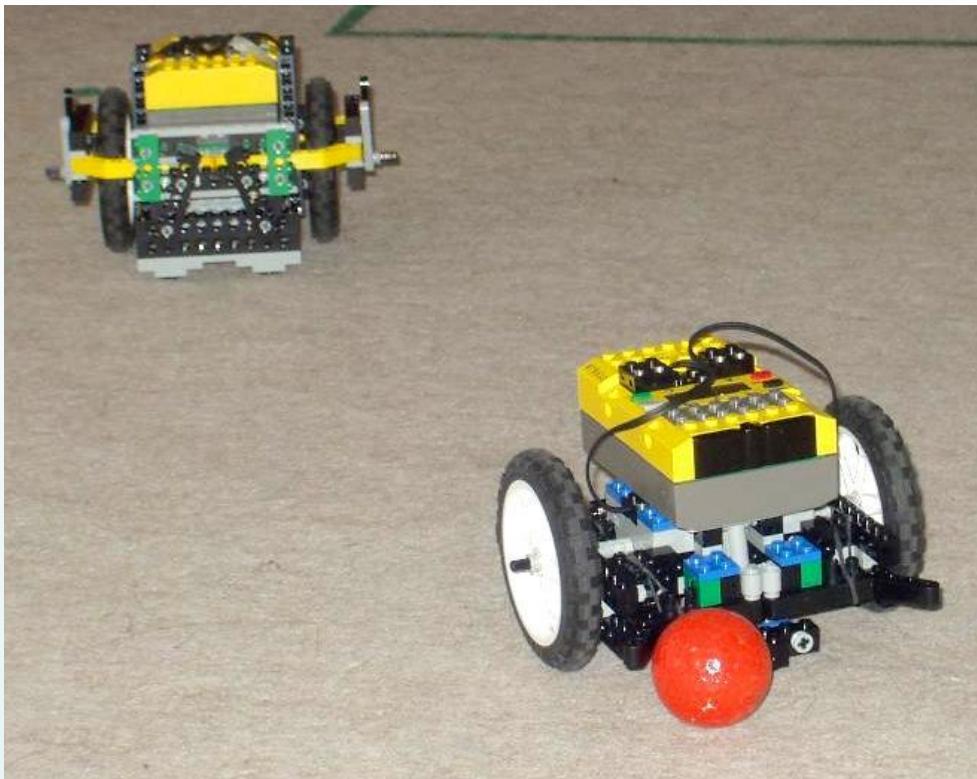
FLOOR-CLEANING ROBOT

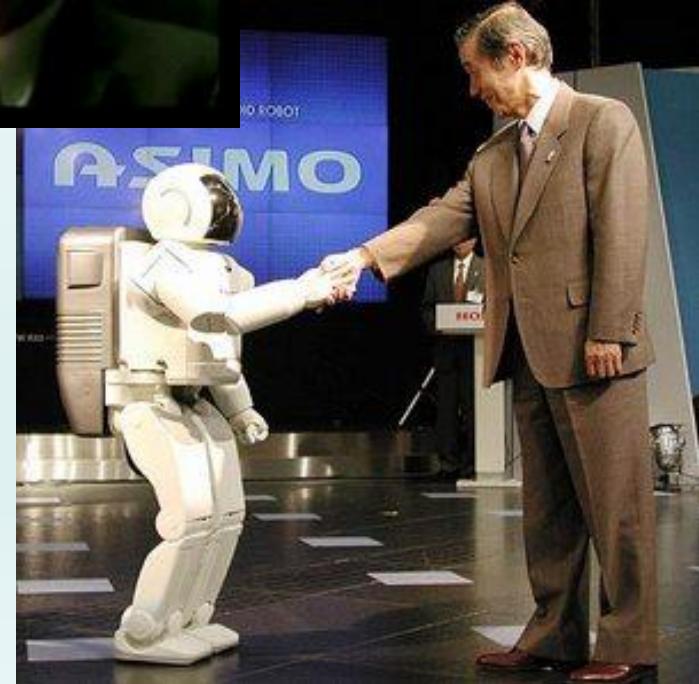
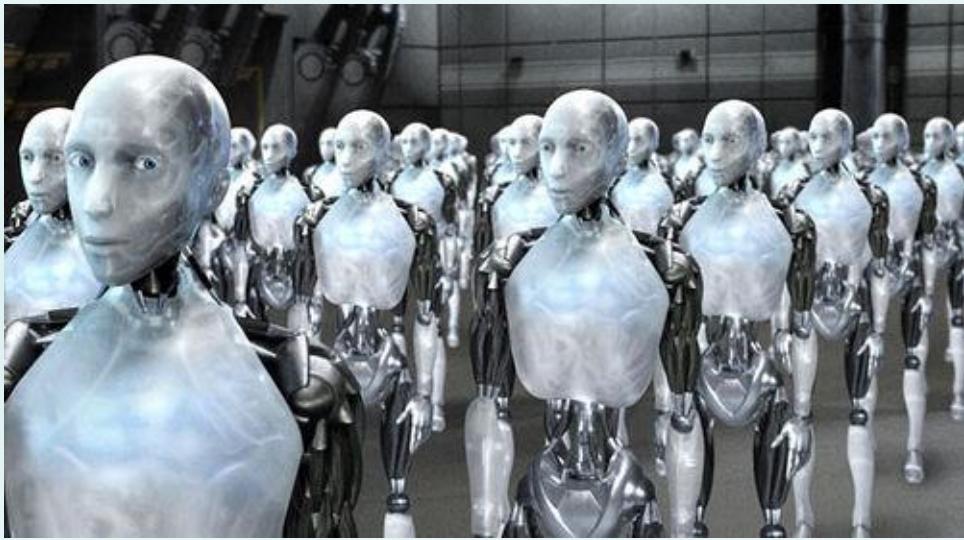
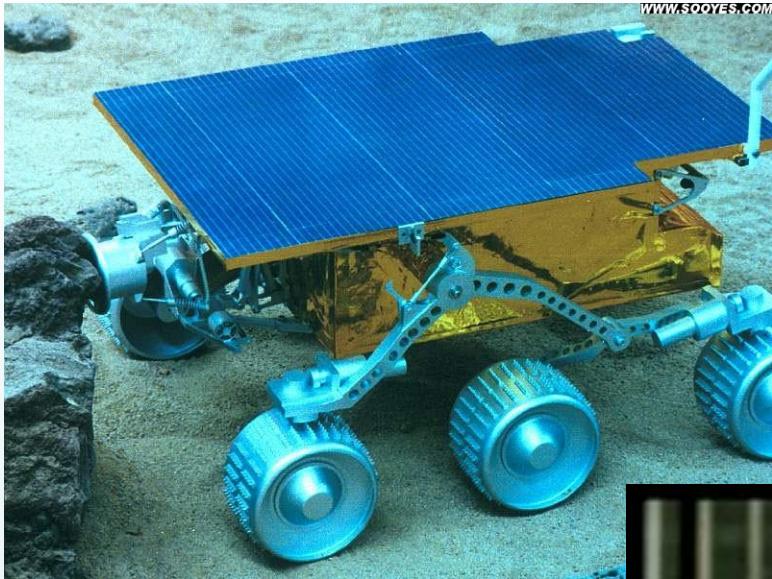
FOOD- AND MEDICINE-
DISPENSING ROBOT

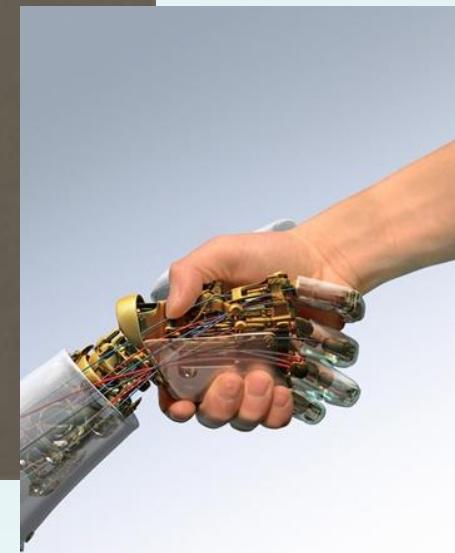












Pero...

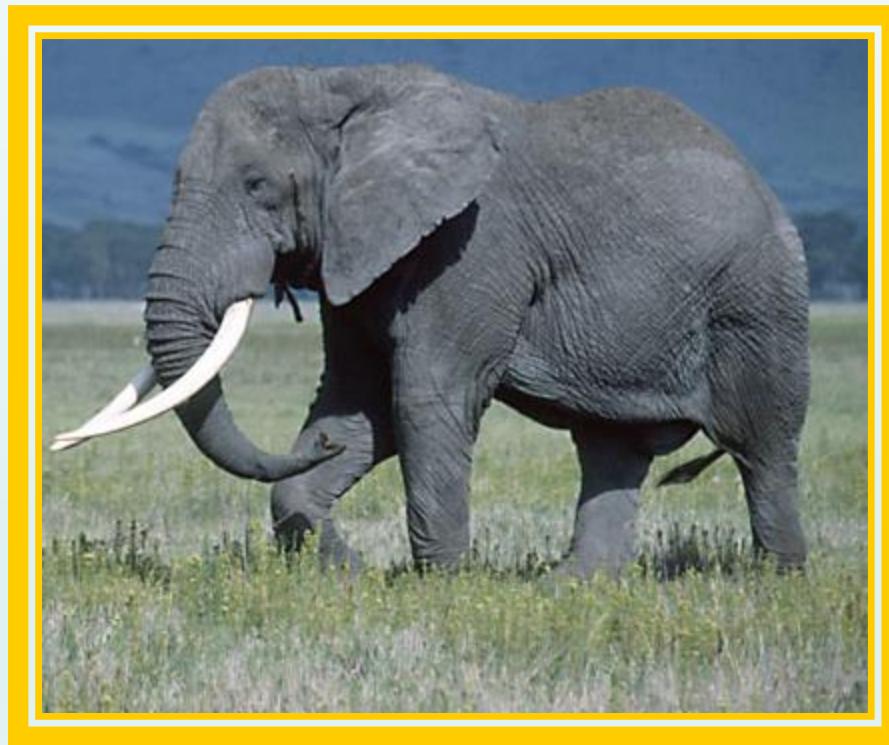
¿Qué es la
Inteligencia Artificial?

El poeta americano *John Godfrey Saxe* (1816-1887), basándose en una parábola budista, escribió el siguiente poema.

Esta traducción fue realizada por el Dr. Guillermo Simari (Universidad Nacional del Sur), de quien tomé prestado, previo aviso, mucho del material que vamos a ver en la materia.

Había seis hombres en la India
I llenos de curiosidad e
interesados en aprender.

Habiendo escuchado acerca de
una bestia extraordinaria
llamada **elefante**, decidieron
que debían “verla” y, aunque
todos eran ciegos, querían tratar
de saber como era, satisfaciendo
así su necesidad de conocer.



El primero se acercó al animal
y siendo ciego se golpeó
contra el flanco del animal.
Inmediatamente comenzó a
proclamar:
“¡Dios me bendiga, un
elefante es muy parecido a
una pared!”



El segundo, tocando un colmillo gritó:
“Oh, ¿que tenemos aquí que es tan
redondo, liso y afilado?
Para mi esto está muy claro, esta maravilla
de animal es muy parecido a una lanza”



El tercero, acercándose al animal tomó descuidadamente entre sus manos la trompa que el animal retorcía.

Atrevidamente dijo: “¡Ya veo, un elefante es muy similar a una serpiente!”



El cuarto estiró ansiosamente una mano, tocando al elefante en la rodilla.
"¡Que bestia maravillosa!" exclamó,
"¡es muy claro que es como un árbol!"

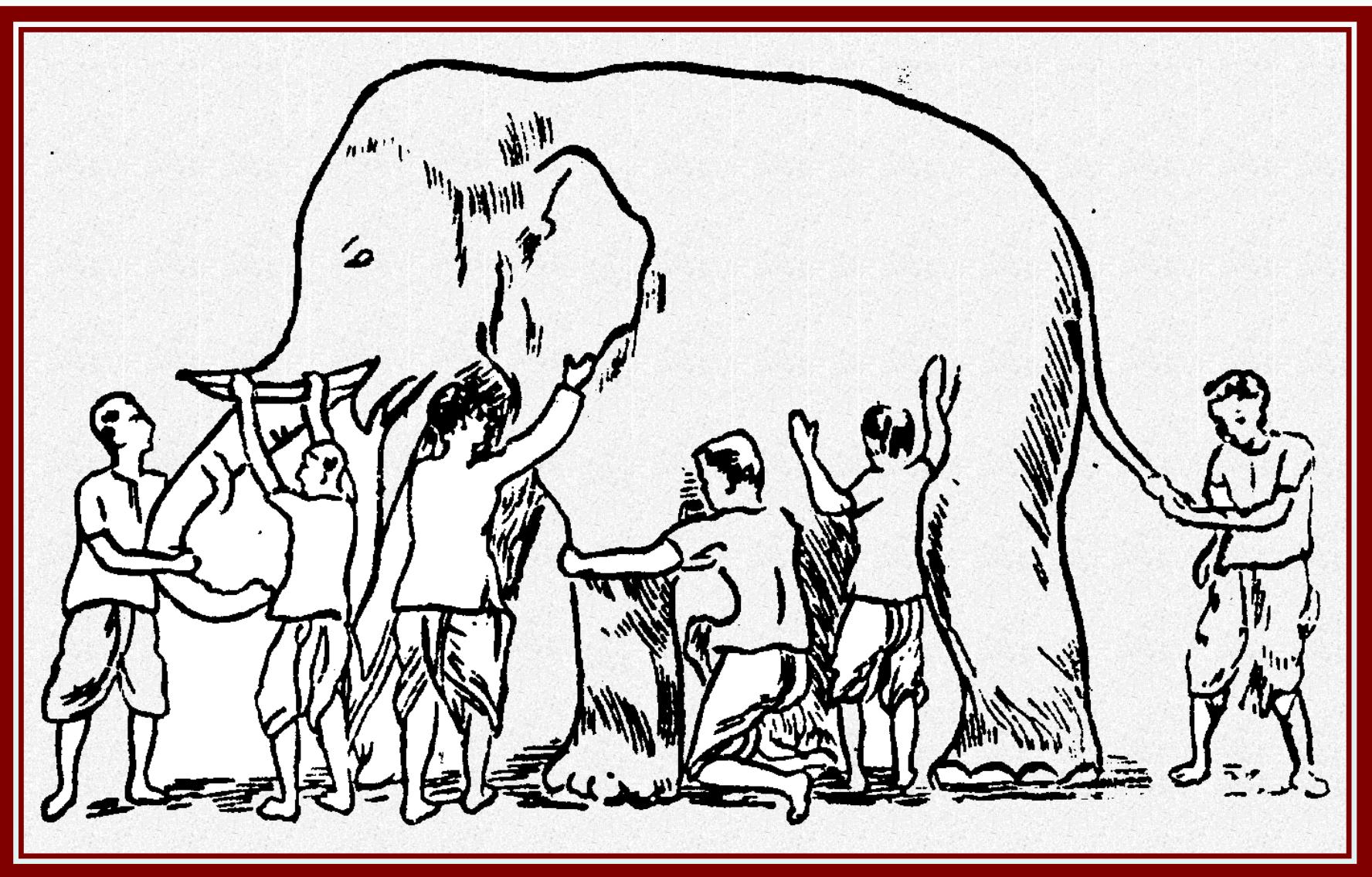


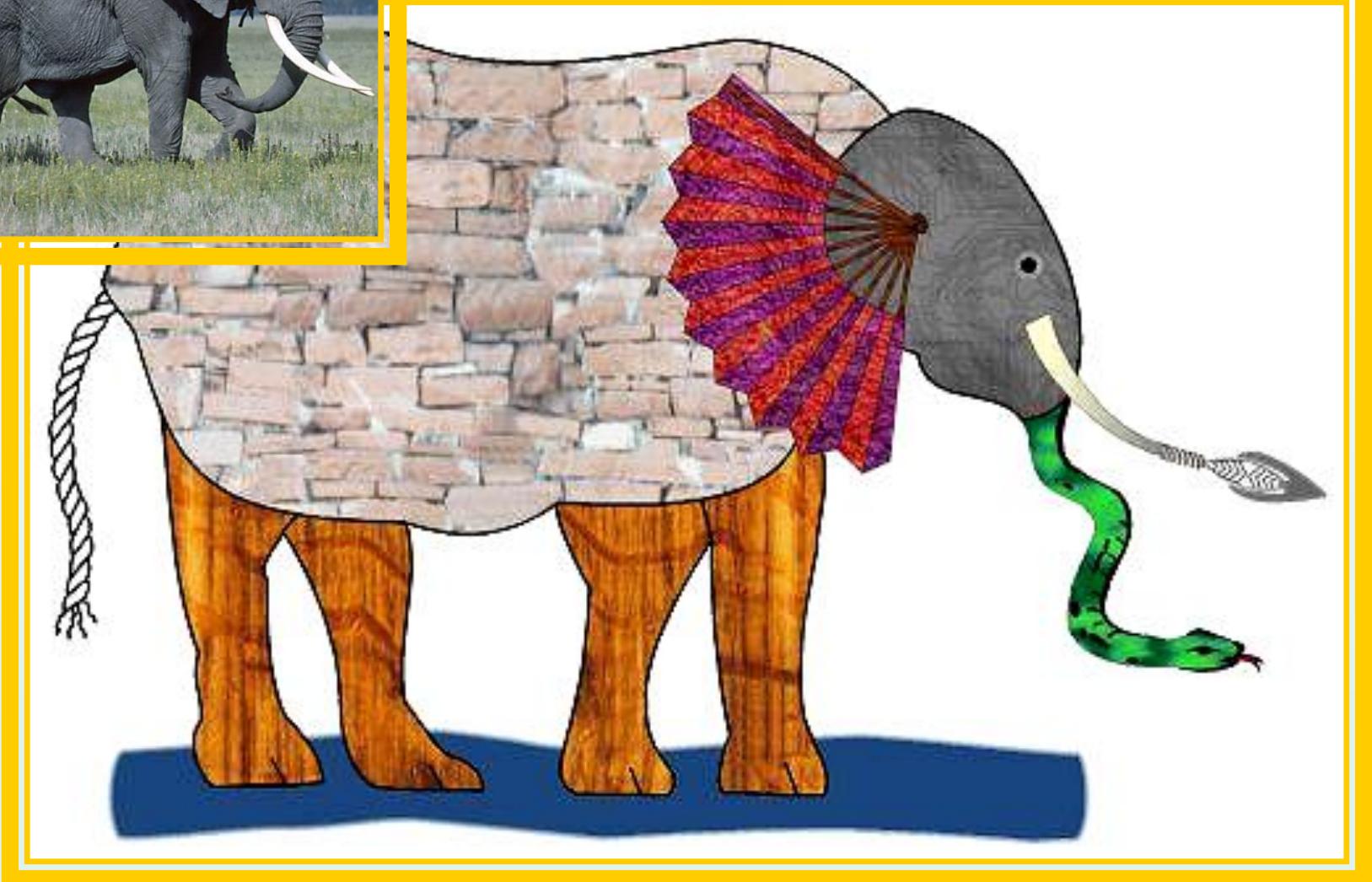
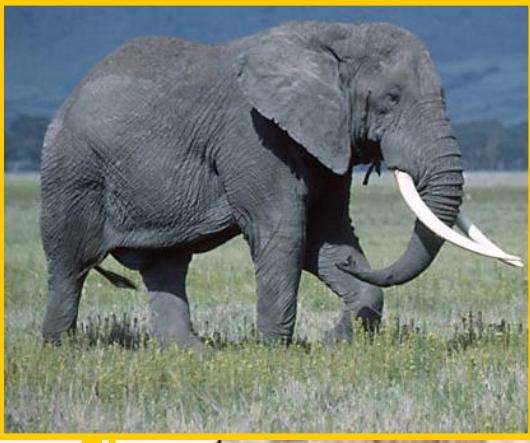
El quinto, por casualidad, tomó una oreja del plácido elefante y dijo: “Ni aún el hombre más ciego podría negar que un elefante se parece mucho a un abanico”



El próximo ni bien se acercó para tener su experiencia, lo tomó de la cola, que estaba justo a su alcance:
“Ya veo”, dijo el sexto ciego,
“¡un elefante es como una cuerda!”







¿Qué entendemos por INTELIGENCIA?

Según el diccionario:

1. *La habilidad de manejarse en situaciones nuevas de manera exitosa ajustando el comportamiento.*
2. *habilidad de percibir las interrelaciones entre los hechos en forma tal de guiar la acción hacia una meta deseada.*

La primera de las frases puede asociarse con la idea de “*aprendizaje*” y la segunda con “*resolución de problemas*”, “*comportamiento orientado a las metas*” o “*comprensión*”.

- Parecería haber más que decir acerca de la *Inteligencia*.



¿Qué entendemos por INTELIGENCIA?

- Es la facultad o habilidad de **comprehender** y **razonar** con hechos, verdades o proposiciones. **Racionalidad.** (Diccionario)
- La inteligencia es la **parte computacional** de la **habilidad de lograr alcanzar metas** en el mundo. (John McCarthy)
- “Entendemos los procesos mentales humanos apenas mejor que lo que un pez entiende los procesos involucrados en la natación”. (John McCarthy)
-



Atributos de una Entidad Inteligente

- Actitudes mentales (creencias, deseos, intenciones)
- Aprendizaje (capacidad de adquirir conocimiento nuevo)
- Capacidad para resolver problemas, incluyendo la habilidad de descomponer problemas complejos en otros más simples.
- Comprensión (incluyendo la habilidad de para encontrar sentido en información ambigua o contradictoria).
- Capacidad de planear y predecir las consecuencias de las acciones consideradas (incluyendo la habilidad para evaluar y comparar alternativas).
- Comprender los límites de su conocimiento y habilidades.



Atributos de una Entidad Inteligente

- Poder distinguir entre situaciones similares.
- Ser original, poder sintetizar conceptos e ideas nuevas y poder desarrollar y emplear analogías.
- Generalizar, es decir ser capaz de encontrar un patrón subyacente común en un conjunto de situaciones aparentemente distintas.
- Percibir y modelar el mundo.
- *Comprender y utilizar lenguaje y otras herramientas simbólicas.*



Distintos niveles de Inteligencia

- Procesos cognitivos básicos:
 - Reconocimiento de patrones: caras, voces, palabras, etc.
 - Habilidad de hablar, leer, recordar, etc...
- Procesos cognitivos complejos:
 - Involucran una combinación de otros procesos
 - Incluye aprendizaje conceptual, planificación, argumentación, toma de decisiones, razonamiento, etc...

Thinking Fast

“Fast thinking includes both variants of intuitive thought—the expert and the heuristic—as well as the entirely automatic mental activities of perception and memory, the operations that enable you to know there is a lamp on your desk or retrieve the name of the capital of Russia.” [1]

- Pensamiento intuitivo: reconocimiento de un rostro.
- Reconocimiento de características: faciales, color del pelo, ánimo/estado.
- Predicción a futuro: esta persona está por decir/gritar algo en un tono fuerte/enojado.



Thinking Slow

- “The spontaneous search for an intuitive solution sometimes fails— neither an expert solution nor a heuristic answer comes to mind. In such cases we often find ourselves switching to a slower, more deliberate and effortful form of thinking. This is [...] slow thinking [...]" [1]

$$23 * 14 = ?$$

- Pensamiento intuitivo: rápidamente reconoces que es una multiplicación y que se espera un resultado. Sabés que podrías resolverlo, probablemente tenés una idea del rango posible de valores.
- Para resolverlo tenés que poner en curso una serie de “pasos” mentales y físicos, recordar el procedimiento aprendido de “cómo multiplicar” y aplicarlo.



Teorías de Inteligencia

- Una *Teoría* está formada por sentencias que hablan de ciertos *objetos* y de las *relaciones* entre ellos.
- Estas sentencias están basadas en las definiciones concretas de esos objetos y de las interrelaciones.
- Una teoría particular se refiere a lo que se considera un *cuerpo de conocimiento* delimitado apropiadamente.



Teorías de Inteligencia

- Una *Teoría de Inteligencia* se refiere a la identificación de los principales componentes *independientes* del comportamiento inteligente.
- A partir de esta identificación, se determina la importancia de los componentes de los mecanismos del comportamiento inteligente determinando la importancia de cada uno considerando las interacciones entre el mecanismo y
 - el *Conocimiento* necesario para el comportamiento
 - la *Representación* de ese conocimiento
 - los *Procesos* requeridos para efectivizar ese mecanismo
 - las *Metas* del comportamiento.



Diferentes Teorías de Inteligencia

- *Teorías de Desempeño:* ¿Como puede testearse la presencia y/o grado de inteligencia?, ¿Cuáles son los componentes funcionales esenciales de un sistema capáz de exhibir inteligencia?
- *Teorías Estructurales/Funcionales:* ¿Cuáles son los mecanismos por los que puede lograrse inteligencia?
- *Teorías Contextuales:* ¿Cuál es la relación entre el comportamiento inteligente y el entorno con el que la entidad inteligente debe contender?
- *Teorías Existenciales:* ¿Cuáles son las condiciones necesarias y/o suficientes para producir comportamiento inteligente?



Teorías de Inteligencia

- Existen definiciones *cuantitativas* (numéricas) de la inteligencia.
- En uno de los extremos se define implícitamente a la inteligencia como un atributo humano que puede medirse a través de tests.

Un ejemplo es el **test de IQ** (cociente intelectual), que compara la edad mental (calculada con el test) con la edad cronológica.

- En el otro extremo se adopta la postura de que el **tamaño del cerebro** determina su capacidad de procesamiento de información y que esto a su vez determina la inteligencia.



Teorías de Inteligencia

- La dimensión donde más difieren las nociones de inteligencia: *estructural* (interna) vs *contextual* (externa).
- En el extremo estructural la inteligencia se ve como la capacidad del sistema nervioso biológico para razonar.
- En el extremo contextual la inteligencia se ve como la habilidad de un organismo para adaptarse a un entorno físico y social.

Aquí las metas, expectativas, el conocimiento adquirido, y la experiencia previa son tan importantes, y relevantes, como la maquinaria interna de razonamiento.



Teorías de Inteligencia

- Las teorías de inteligencia dependen fuertemente de como se define a la inteligencia.
- Puede definirse como un *fenómeno natural* que se produce en los organismos vivientes (en especial los seres humanos).
- O bien puede definirse como una *característica abstracta* con ciertas propiedades que es posible especificar.



Teorías de Inteligencia

- Si se define como un *fenómeno natural* resulta razonable preguntarse si consiste de un *único mecanismo* que produce el comportamiento inteligente o resulta de la *coordinación de un número de componentes relativamente independientes*.
- En la práctica es posible preguntarse que tipos de medidas se necesitan para predecir el desempeño humano en tareas específicas que requieren inteligencia.
- Si la inteligencia es el resultado de un *proceso altamente integrado* entonces es posible que un solo número, tal como el IQ, sea un buen predictor.
- Si la inteligencia es el resultado de *la combinación de mecanismos diferentes* entonces se necesitarán diferentes tests enfocados a tareas particulares para medir cada uno de ellos.



Racionalidad

Racional:

1. Fundado o ajustado a la Razón.
2. Dotado de Razón.

Razón:

1. Facultad de discurrir (pensar).
2. Argumento que tiende a justificar una cosa.
3. Causa o motivo.
4. Facultad por la que la persona conoce, ordena sus experiencias, tendencias y conducta en su relación con la totalidad de lo real.



Racionalidad

- La visión filosófica se inclina a estudiar el problema desde el punto de vista de producir *estándares de racionalidad*, y a partir de ellos comparar *como* los seres humanos piensan con la forma como *deberían* pensar.
- Una visión ingenieril propone tomar una *postura de diseño* en la que la racionalidad surge de proponer una solución a ciertos problemas de diseño.
- Una visión de teoría de la decisión propone que la racionalidad surge al actuar con el objetivo de *maximizar la utilidad esperada*.



Conocimiento

- Acción o efecto de conocer.
- Entendimiento, Inteligencia, Razón natural.
- Conciencia de la propia existencia.
- Noción, Ciencia, Sabiduría.
- Relaciones conocidas.
- Verdad aprehendida.
- Lo contrario de opinión.



Datos-Información-Conocimiento

- En el nivel mas bajo de abstracción tenemos **datos**.
- Por ejemplo: historial y pronóstico del clima en Tailandia.



Datos-Información-Conocimiento

- A partir de los datos derivamos **información**.
- Ej: de Mayo a Octubre Tailandia sufre la época de los monzones, la épocas de grandes lluvias.



Fuente: <https://www.europeandataportal.eu/>



Datos-Información-Conocimiento

- A partir de la información construimos **conocimiento**.
- Dadas nuestras preferencias y objetivos, podemos derivar que deberíamos planear el viaje a Tailandia para Enero.



Fuente: <https://www.europeandataportal.eu/>



Datos-Información-Conocimiento

- La información se construye combinando porciones de datos de diferentes fuentes.
- El conocimiento surge de la **contextualización** de la información.
- Otro usuario de estos datos puede inferir otro tipo de información o aún la misma pero dado su contexto de toma de decisiones puede que concluya conocimiento diferente (otro tipo de plan de viaje).



Entonces ¿qué es Inteligencia Artificial?

- Resulta muy difícil lograr una definición precisa del objeto de estudio y esto por sí mismo resulta en un atractivo para este campo de la ciencia.
- El problema de la definición tiene, al menos, dos partes:
 - La calidad de ser *Artificial*
 - La *Inteligencia* que se debe lograr
- Será *Artificial* por ser un producto de la creación artesanal humana.
- La *Inteligencia* así producida será *Artificial* en oposición a la Inteligencia producida en forma *Natural*.



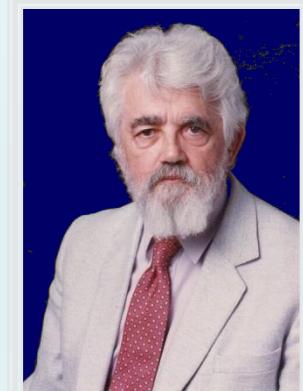
¿Qué es Inteligencia Artificial?

- Es la *Ciencia* e *Ingeniería* de construir *artefactos inteligentes*, en especial programas inteligentes de computadora.
- Por analogía, se relaciona con el uso de computadoras para entender la inteligencia humana por medio de la simulación, pero la IA no tiene que limitarse a métodos que sean biológicamente observables.

What is Artificial Intelligence?

John McCarthy

<http://www-formal.stanford.edu/jmc/>



John McCarthy



¿Qué es Inteligencia Artificial?

- *Es el estudio de los procesos computacionales que hacen posible percibir, razonar y actuar.* *Patrick Winston*
- *Es el estudio de como lograr que las máquinas hagan cosas que por el momento los seres humanos hacen mejor.*

Elaine Rich, Kevin Knight

- *Es la rama de las Ciencias de la Computación que se ocupa de la automatización del comportamiento inteligente.*

George Luger, William Stubblefield



¿Qué es Inteligencia Artificial?

Sistemas que piensan como humanos

- “[Es la automatización de] actividades que asociamos con el pensamiento humano, tales como toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje ... ” (Bellman, 1978)
- “...[es] un esfuerzo para hacer que las computadoras piensen ... [lograr producir] máquinas con mentes, en un sentido completamente literal” (Haugeland, 1985)

Sistemas que piensan racionalmente

- “Es el estudio de las facultades mentales utilizando modelos computacionales”
(Cherniak y McDermott, 1985)
- “El estudio de las computaciones que hacen posible percibir, razonar y actuar”
(Winston, 1992)



¿Qué es Inteligencia Artificial?

- “*El arte de crear máquinas que realizan funciones que requieren inteligencia cuando son realizadas por seres humanos*”
(Kurzweil, 1990)
- “*Es el estudio de como hacer que las máquinas hagan cosas que, por el momento, los seres humanos hacen mejor*”
(Rich, Knight, 1991)

- “*Un área de estudio que busca explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales*”
(Schalkoff, 1990)
- “*La rama de las ciencias de la computación que se ocupa de la automatización del comportamiento inteligente*”
(Luger, Stubblefield, 1993)

¿Qué es Inteligencia Artificial?



¿Qué es Inteligencia Artificial?

*Sistemas que Piensan
como humanos*

*Sistemas que Piensan
Racionalmente*

Foco en los Procesos
Mentales y de Razonamiento

Foco en el
Comportamiento

*Sistemas que Actúan
como humanos*

*Sistemas que Actúan
Racionalmente*



¿Qué es Inteligencia Artificial?

*Sistemas que Piensan
como humanos*

Foco en la “humanidad” del Sistema

*Sistemas que Actúan
como humanos*

*Sistemas que Piensan
Racionalmente*

Foco en el “desempeño” del Sistema

*Sistemas que Actúan
Racionalmente*

Pensando Humanamente

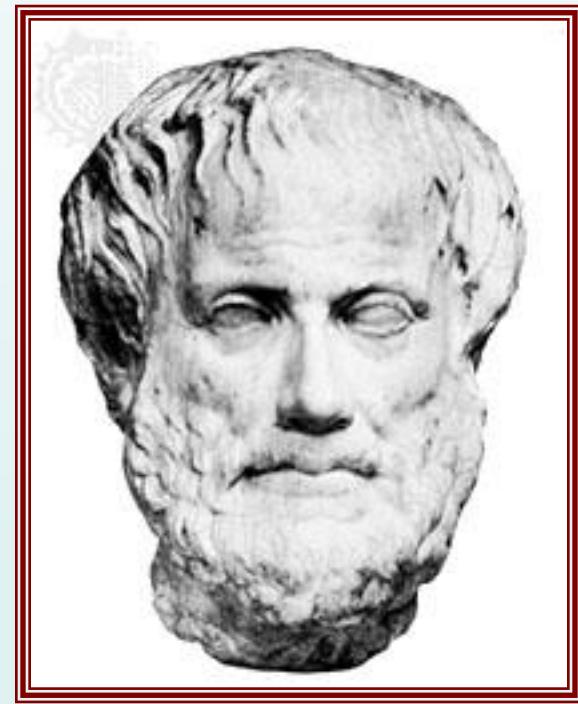
- Esta es la aproximación del *modelamiento cognitivo*.
- Para lograr este modelamiento es necesario entender con precisión el funcionamiento de la mente humana.
- Esto es, desarrollar una teoría del pensamiento humano que permita modelarlo con exactitud.
- El modelamiento abarca tanto el “*hardware*” como el “*software*” humano.
- Es el ámbito de la *Ciencia Cognitiva*.



Pensar Racionalmente

Se considera que el pensamiento es gobernado por leyes formales.

- Aristóteles parece haber sido el primero en intentar codificar el “*pensamiento correcto*”.
- Para él, “*pensar*” es un proceso y este proceso puede ser formalizado.
- De hecho, esta forma de ver al pensamiento ha alimentado primero el progreso de la Lógica y luego el de las Ciencias de la Computación.

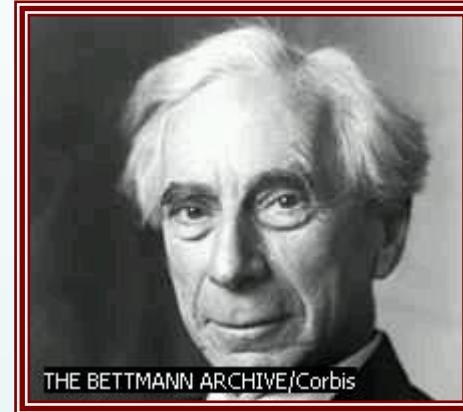


Aristoteles (384-322 ac)

Pensar Racionalmente



Gottfried Wilhelm Leibniz
(1646-1716)



Bertrand Russell
(1872-1970)



Hilbert, David
(1862-1943)

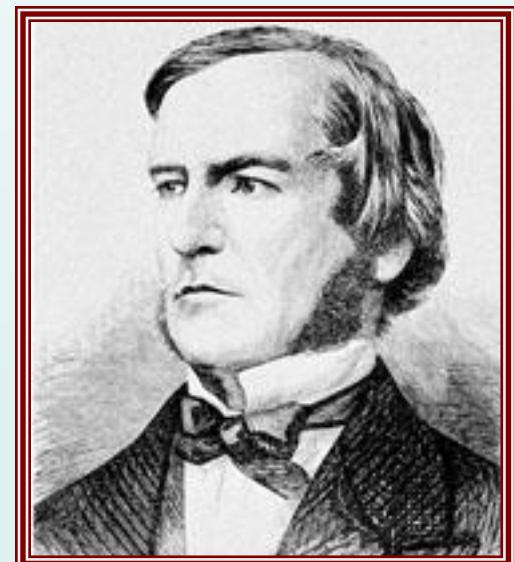


Carnap, Rudolf
(1891-1970)

Pensar Racionalmente

En 1854, G. Boole publicó un trabajo seminal en Lógica Matemática titulado *“An Investigation of the Laws of Thought on Which Are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities”*.

- Este trabajo dio un impulso enorme al tratamiento formal de la Lógica.



George Boole
(1815-1864)



Actuando Racionalmente

- *Actuar racionalmente* significa actuar de manera de alcanzar las metas deseadas en el contexto de las creencias que se tengan.
- La diferencia entre “*pensar*” y “*actuar*” razonablemente se establece en que en muchos casos no existe una acción racional posible.
- También existen actos racionales que no provienen de inferencias racionales, por ejemplo las acciones reflejas.



Actuar Humanamente

- Aquí se trata de obtener una definición operacional de la inteligencia.
- Es decir, se trata de definir a la inteligencia por la clase de comportamiento que exhibe el que la posee.
- Alan Turing definió el comportamiento inteligente como “*la habilidad para alcanzar un desempeño equivalente al nivel humano en todas las tareas cognitivas, suficiente como para engañar a un ser humano*”, y sugirió el siguiente test

...



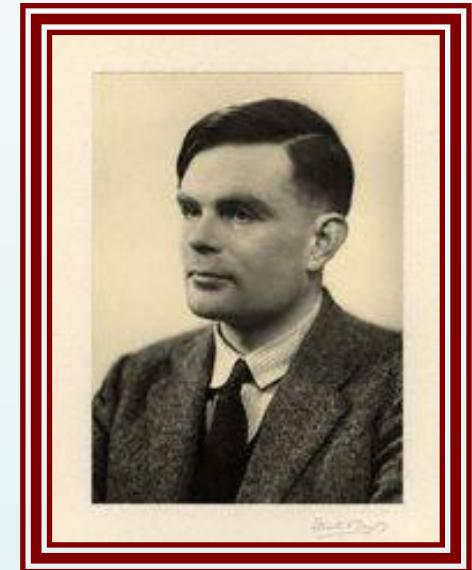
El Test de Turing

En 1950 Alan Turing publicó un trabajo titulado:

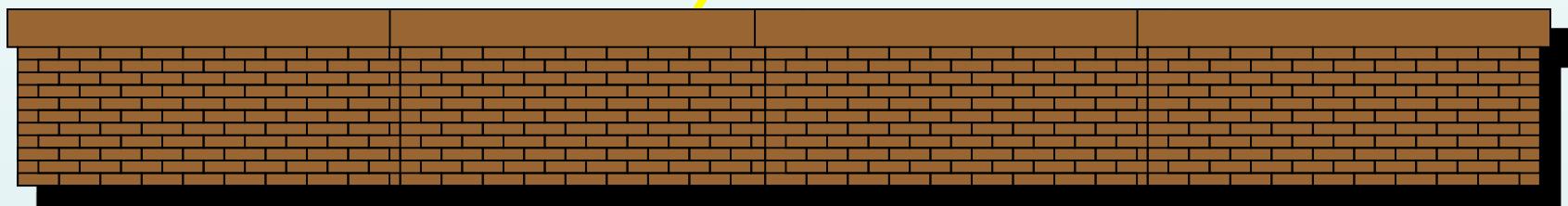
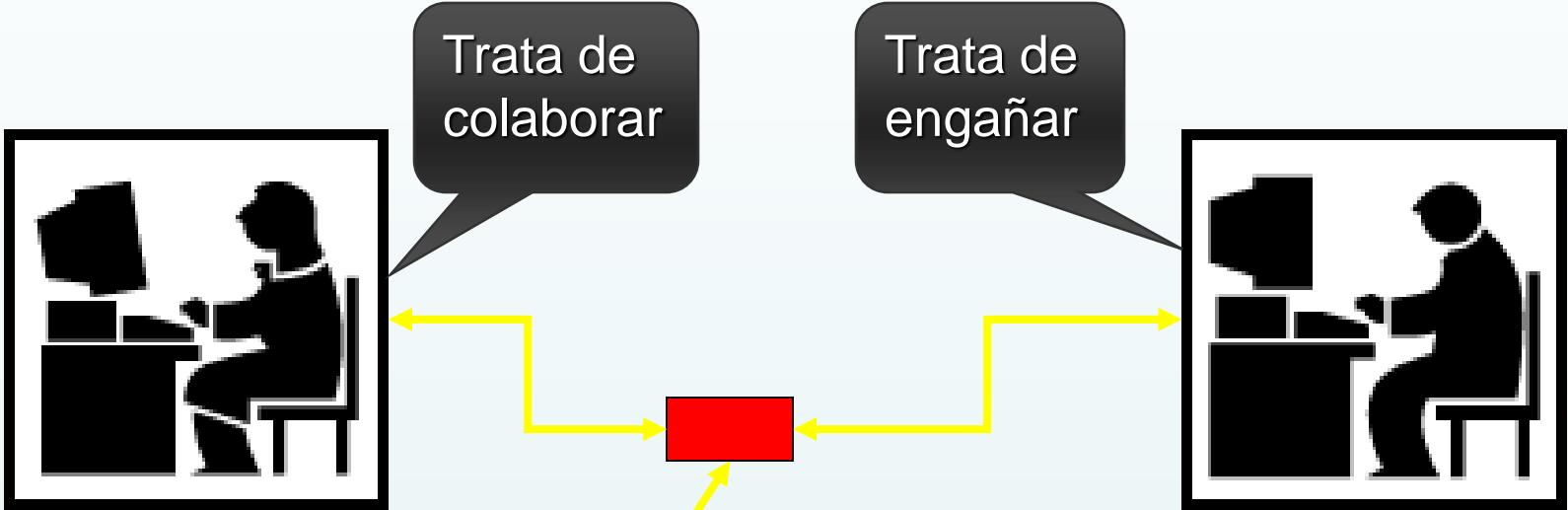
“Computing Machinery and Intelligence,”
Mind, Vol LIX, No 236 (1950)

En este trabajo se analiza la pregunta:

“Can Machines Think?”, es decir,
¿Pueden las máquinas pensar?



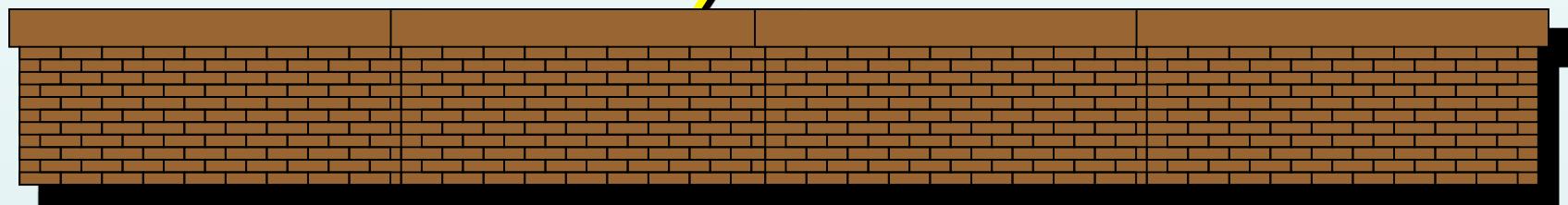
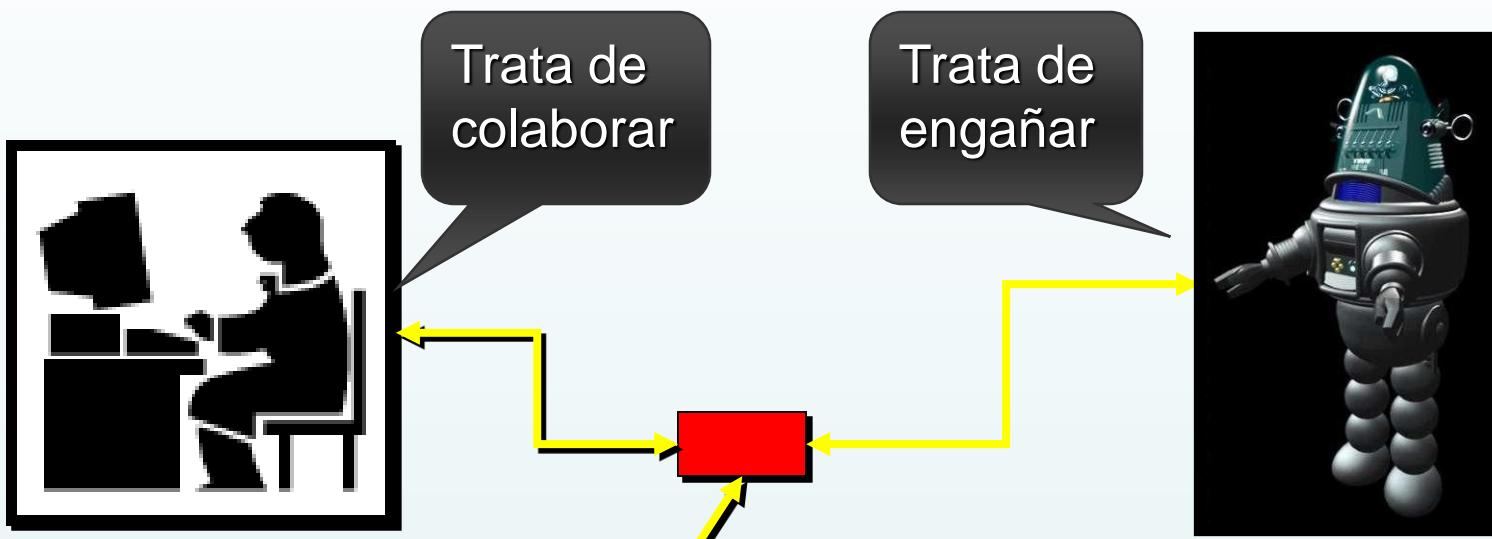
Alan Turing



Interrogador
trata de
descubrir
quien es quien



El juego de imitación



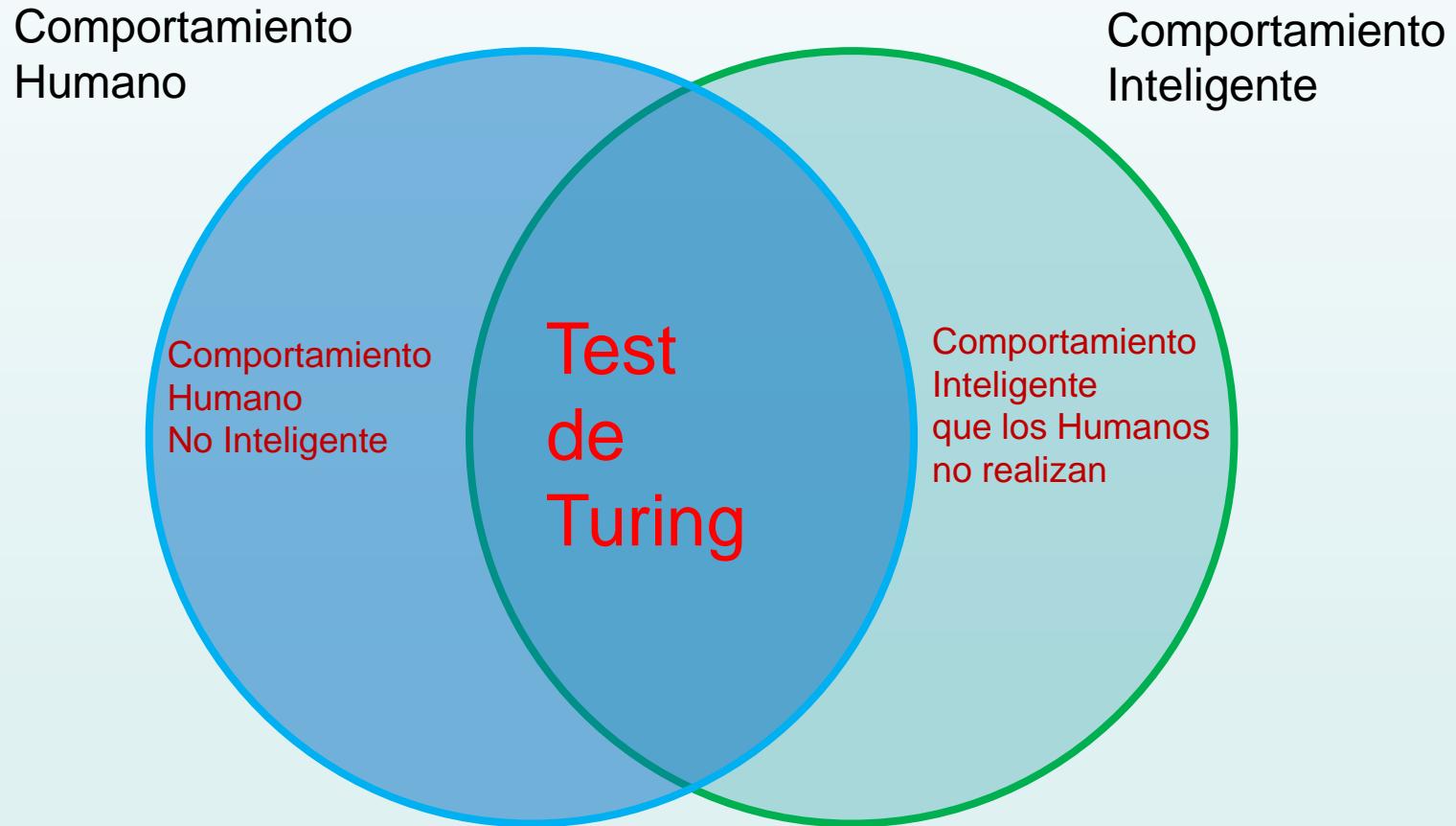
Test de Turing

Definición vs. Criterio

- Observemos que este test no es una *definición* sino un *criterio*.
- Una definición de inteligencia suministraría una forma de separar de manera *infalible* las cosas inteligentes de aquellas que no lo son.
- Un *criterio* es una condición o regla que permite realizar una elección, lo que implica que sobre un **criterio** se pueda basar una decisión o un juicio de valor.
- Un criterio consiste de dos componentes: el parámetro, o aspecto medible en la evaluación, y el estándar necesario con respecto al parámetro que es evaluado.
- Turing propuso el test con el objetivo de crear un criterio.



Test de Turing



Lograr Inteligencia Artificial

Se distinguen dos metas que se entrelazan fuertemente:

- La *Meta Científica* de *determinar cuales son las ideas y principios* para la Representación de Conocimiento, para el uso del Conocimiento y para el ensamblaje de Sistemas que explican los diversos tipos de Inteligencia.
- La *Meta Ingenieríl* de *resolver problemas en el mundo real usando herramientas de IA* para la Representación de Conocimiento, para el uso del Conocimiento y para el ensamblaje de Sistemas en el mundo real (Artefactos útiles, inteligentes).



Inteligencia Artificial

- ¿Inteligencia Computacional?
- Esta denominación claramente hace explícito un *Propósito* y una *Metodología*.
- El propósito es *entender* como es posible producir comportamiento inteligente.
- La metodología es *diseñar*, *construir* y *experimentar* con Sistemas Computacionales que realicen tareas que se consideran inteligentes.



Sistema de Símbolos Físicos

- Un Sistema de Símbolos Físicos consiste de un conjunto de entidades, llamados símbolos, que son patrones físicos que pueden ocurrir como componentes de otro tipo de entidades denominadas expresiones (o estructuras simbólicas).
- Así, una estructura simbólica está compuesta por un número de instancias de símbolos (o tokens) relacionados de alguna forma física (tal como que un token esté al lado de otro).
- En un momento particular de su evolución el sistema contendrá una colección de estas estructuras simbólicas.



Sistema de Símbolos Físicos

- Además de estas estructuras, el sistema contiene una colección de procesos que operan sobre las expresiones para producir otras expresiones:
 - *Procesos de Creación*
 - *Procesos de Modificación*
 - *Procesos de Reproducción*
 - *Procesos de Destrucción*
- Un Sistema de Símbolos Físicos es una máquina que produce una colección de estructuras simbólicas que evoluciona en el tiempo.
- Tal sistema existe en un mundo de objetos más amplio que estas expresiones simbólicas.



Sistema de Símbolos Físicos

- La hipótesis del Sistema de Símbolos Físicos fue introducida por A. Newell y H. Simon cuando recibieron en 1976 el Premio Turing por su contribución a las Ciencias de la Computación.
- En su disertación titulada *“Computer Science as an Empirical Inquiry: Symbols and Search”*, publicada en el Communications of the ACM 19(3):113-126, describen estos sistemas, y proponen que:

La condición necesaria y suficiente para que un Sistema Físico exhiba actividad inteligente es que sea un Sistema de Símbolos Físicos.



Inteligencia Computacional

Se aceptan dos supuestos fundamentales:

- La hipótesis del Sistema de Símbolos Físicos:
 1. La condición necesaria y suficiente para que un Sistema Físico exhiba actividad inteligente es que sea un Sistema de Símbolos Físicos. A. Newell y H. Simon (1976)
- La Tesis de Church-Turing:
 2. Cualquier manipulación algorítmica de símbolos puede realizarse sobre una Máquina de Turing.



Inteligencia Computacional

- Observemos que la máquina de Turing es el modelo teórico de las computadoras actuales.
- Luego, aceptando la Tesis de Church-Turing, cualquier clase de manipulación de símbolos puede realizarse en una computadora. (*de tamaño apropiado*)
- Así la conjunción de los supuestos (1) y (2) implicará que *cualquier clase actividad inteligente puede realizarse en una computadora*. (*de tamaño apropiado*)
- Es decir, *la inteligencia es algorítmica*.
- Es *Ciencia* e *Ingeniería*: se deben crear y verificar teorías refutables, y esas teorías deben ser exploradas y explotadas en forma empírica a partir de su implementación.



Inteligencia Computacional

- Es interesante remarcar que la afirmación precedente no es formalmente demostrable dado que se funda en supuestos que no son en si mismos demostrables.
- ¿Cuáles son las consecuencias de esta visión computacional del razonamiento?
- No debe interpretarse que cada función en nuestro cerebro sea de naturaleza simbólica.
- Solo se asume que en el **nivel de abstracción adecuado** el **razonamiento inteligente** puede considerarse como una manipulación de símbolos.



IA conducida por Conocimiento

- La noción de inteligencia está basada en la habilidad humana de comprender el mundo creando representaciones simbólicas.
- Existe un conjunto de reglas (pueden ser muy complejas) que capturan el conocimiento humano cotidiano.
- Estas reglas pueden ser descubiertas y formalizadas por una teoría lógica y por ende implementadas en una computadora.



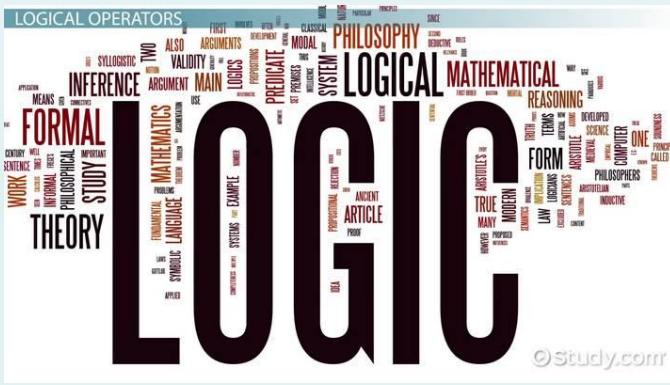
IA conducida por Conocimiento

Extracto de la “Declaración de *Barcelona para el desarrollo y uso adecuado de la inteligencia artificial*” (Marzo de 2017):

“La IA basada en el conocimiento [...] intenta modelar el **conocimiento humano** en términos computacionales. Comienza de **arriba hacia debajo** de reportes humanos de **qué conceptos y reglas** usan para resolver problemas o contestar consultas en un dominio de expertise, incluyendo conocimiento de sentido común, y luego lo **formaliza y operacionaliza** como componentes de software. [...] enfatiza los modelos conceptuales, ontologías, bases de conocimiento de sentido común, estrategias de razonamiento y resolución de problemas, procesamiento de lenguaje y aprendizaje de intuición. Utiliza principalmente tecnología de **cómputo simbólico** sofisticada pero hoy ya estándar.”



IA conducida por Conocimiento



Inteligencia Computacional

La visión simbólica no es la única posible.

- Redes neuronales.
- Inteligencia como reactividad a estímulos exteriores.
- Inteligencia como fenómeno social emergente.



IA conducida por Datos

Extracto de la “Declaración de *Barcelona para el desarrollo y uso adecuado de la inteligencia artificial*” (Marzo de 2017):

“La IA conducida por datos, también comúnmente conocida como **machine learning** [...] comienza de **abajo hacia arriba** de grandes cantidades de **datos** de actividad humana, que son procesados con **algoritmos estadísticos de machine learning**, tales como deep learning, [...] para abstraer patrones que luego se pueden utilizar para hacer predicciones, completar datos parciales, o emular comportamiento basado en observaciones pasadas. Requiere **big data** y **poder de cómputo sustancial** para alcanzar un desempeño adecuado.”



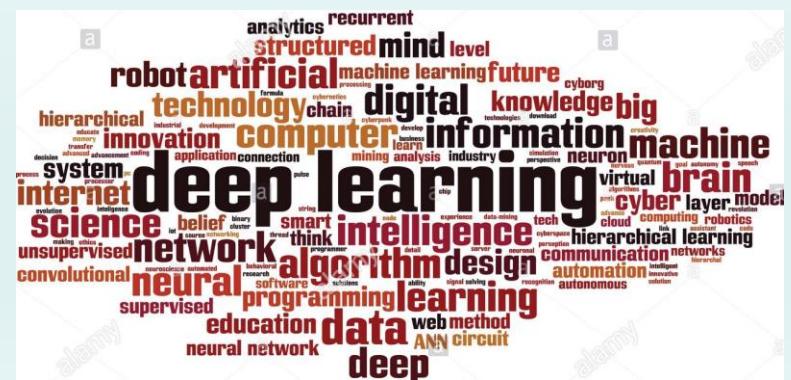
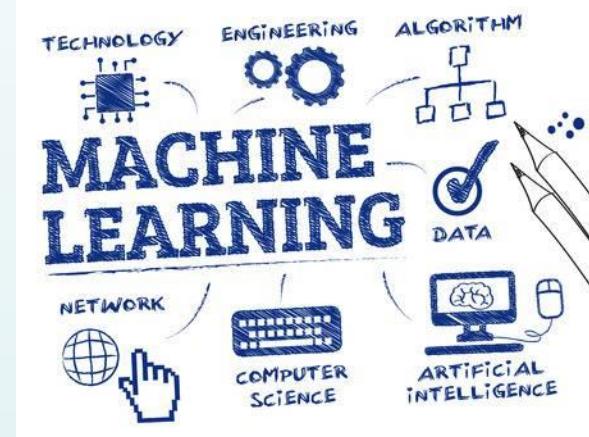
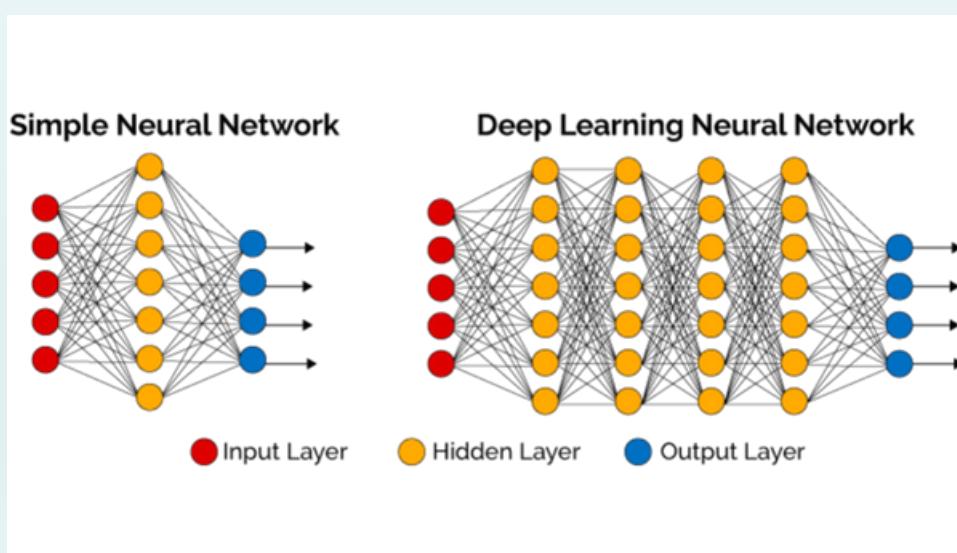
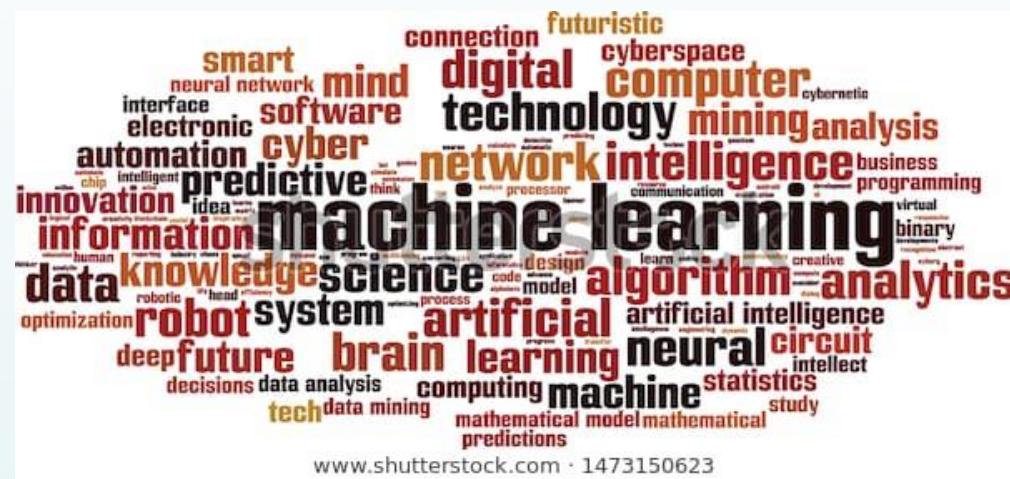
IA conducida por Datos

Extracto de la “Declaración de *Barcelona para el desarrollo y uso adecuado de la inteligencia artificial*” (Marzo de 2017):

“La IA conducida por datos, también comúnmente conocida como **machine learning** [...] comienza de **abajo hacia arriba** de grandes cantidades de **datos** de actividad humana, que son procesados con **algoritmos estadísticos de machine learning**, tales como deep learning, [...] para abstraer patrones que luego se pueden utilizar para hacer predicciones, completar datos parciales, o emular comportamiento basado en observaciones pasadas. Requiere **big data** y **poder de cómputo sustancial** para alcanzar un desempeño adecuado.”



IA conducida por Datos



IA Neuro-simbólica [4]

Combina ambos enfoques:

- IA basada en conocimiento no escala bien, el conocimiento es modelado por los usuarios.
- ✓ Las redes neuronales ayudarán a la IA basada en conocimiento a ser “más inteligentes” construyendo los símbolos que necesita (actualmente esto lo hace un ser humano).
- Las redes neuronales necesitan muchos ejemplos para aprender, a veces no existen los datos adecuados.
- ✓ La IA basada en conocimiento permitirá incorporar razonamiento basado en sentido común y conocimiento de dominio al aprendizaje (para contextualizar la información).



Líneas de Investigación y Desarrollo

Hay dos líneas de trabajo:

- Una es *biológica* y se basa en la idea de que dado que los seres humanos son inteligentes, la ciencia de IA debe estudiarlos e imitar su fisiología y/o sicología.
- La otra es *fenomenológica*, orientada a la reproducción de los *fenómenos inteligentes* y basada en el *estudio y formalización del uso del sentido común acerca del mundo*.



Otra dicotomía...

- **IA Fuerte o IA General:** es un sistema computacional que iguala o excede la inteligencia humana promedio, es decir, la inteligencia de una máquina que puede **realizar con éxito cualquier tarea intelectual de cualquier ser humano**.
- **IA Débil:** un sistema computacional que **puede actuar como si fuera inteligente**. En general se utiliza en relación a tareas específicas.

Sobre GPT 3:

- <https://medium.com/@kirkouimet/turing-test-2669daffae38>
- <https://medium.com/@kirkouimet/my-mind-blowing-conversations-openais-latest-ai-gpt-3-235ba5fb9453>
- <https://www.technologyreview.com/2020/08/22/1007539/gpt3-openai-language-generator-artificial-intelligence-ai-opinion/>
- <https://www.technologyreview.es/s/12575/critica-de-gpt-3-el-arte-de-hablar-sin-decir-ni-entender-nada>

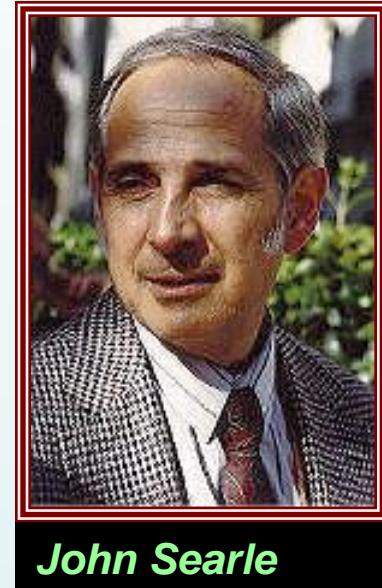


El cuarto chino (John Searle)

Searle caracteriza a la “IA Fuerte” como “*la afirmación de que una computadora, con la programación adecuada, literalmente posee estados cognitivos [similares a los humanos] y que por lo tanto estos programas explican la función cognitiva humana*”.

John Searle, “*Minds, brains, and programs*”
Behavioral and Brain Sciences 3:417-424.

Searle (1980) propone el *Argumento del Cuarto Chino* para mostrar que la idea de la IA Fuerte es errónea.

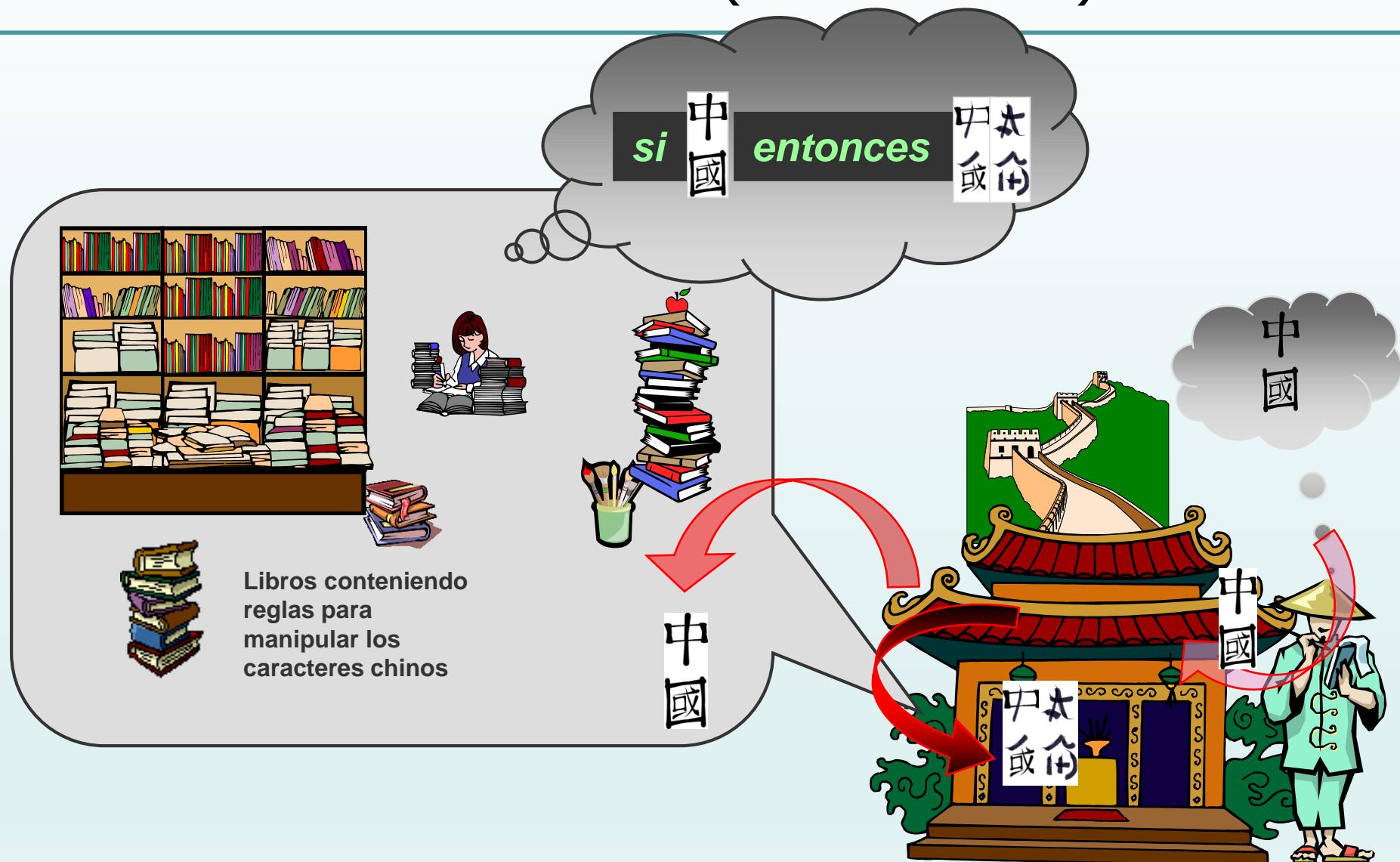


El cuarto chino (John Searle)

- Tenemos un cuarto cerrado con una ranura de entrada y otra de salida.
- Por la entrada entran hojas con caracteres chinos.
- En el cuarto hay una persona que no entiende chino.
- Dentro del cuarto hay una cantidad de libros conteniendo instrucciones para construir nuevos caracteres chinos a partir de los que se reciben por la entrada.
- Luego de constuir todos los caracteres posibles a partir de la entrada, el resultado se envía al exterior por la otra ranura.
- Afuera del cuarto hay una persona que entiende chino y que introduce las hojas con caracteres y recibe la “respuesta”, maravillándose por su corrección.



El cuarto chino (John Searle)



El cuarto chino (Discusión)

- El ser humano no entiende chino.
- El cuarto no entiende chino.
- Searle afirma que no hay entendimiento.
- ¿El Sistema (Humano+Libros de Reglas) entiende chino?



El argumento de Searle

“I demonstrated years ago with the so-called Chinese Room Argument that the implementation of the computer program is not by itself sufficient for consciousness or intentionality.” (Searle 1980)

- Ciertas clases de objetos son incapaces de **comprensión conciente** (de chino).
- El ser humano, el papel y el libro de reglas son objetos de este tipo.
- Dado un conjunto de objetos, si ninguno de ellos es capaz de comprensión conciente entonces cualquier sistema construido a partir de ellos es incapaz de lograrlo.
- Por lo tanto, no puede haber comprensión conciente en el Cuarto Chino.

Un contra-argumento

Una respuesta contraria a este argumento en contra del *Sistema* es la siguiente:

- Los seres humanos están compuestos de átomos.
- Luego, en los presupuestos mencionados acerca de las incapacidades de un sistema, se debe aceptar que, o bien:
 - ✓ el ser humano no es capaz de comprensión consciente, o bien
 - ✓ los átomos tienen esa capacidad.



El cuarto chino (Discusión)

Otra objeción a la respuesta positiva es que en realidad no hay acceso a la semántica del lenguaje, dado que:

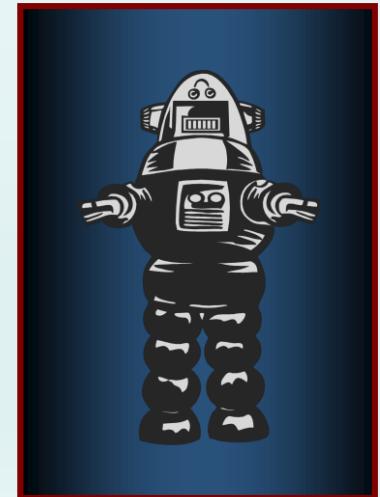
- Toda la actividad es a nivel sintáctico.
- No existe la experiencia directa de lo que los símbolos representan.



El cuarto chino (Discusión)

- A esto se contrapone la idea de introducir un robot en el experimento (Jerry Fodor, 1980).
- Este robot estaría equipado con sensores capaces de tener experiencia de primera mano sobre el significado de los símbolos.
- ...

¿Como es posible asegurar que en el robot no existe una mente similar a la nuestra?



¿Por qué las preguntas y cuestionamientos?

- Nos da un marco de comprensión de cómo evolucionó la IA.
- Nos permite entender qué tipo de sistemas estamos creando cuando creamos sistemas de IA.
- Estos sistemas existen en el mundo, conviven con nosotros, toman decisiones sobre y por nosotros.
- Muchas cuestiones ligadas a la regulación de estos sistemas están fuertemente condicionadas por la definición que demos de los mismos.
- Por ejemplo, ¿Es un robot basado en IA un sujeto de derecho y por lo tanto asumir responsabilidades legales y penales?



¿Qué es la Inteligencia Artificial?

La EU en su “White Paper on AI - A European Approach” dice:

“La inteligencia artificial (IA) refiere a sistemas que muestran un comportamiento inteligente al analizar su entorno y tomar acciones, con cierto grado de autonomía, para lograr objetivos que se plantea.

Los sistemas basados en IA pueden consistir en sólo piezas de software, actuando en el mundo virtual (por ejemplo, asistentes de voz, software de análisis de imágenes, motores de búsqueda, sistemas de reconocimiento de voz y rostro) o la IA puede integrarse en dispositivos de hardware (por ejemplo, robots avanzados, automóviles autónomos, drones o aplicaciones de Internet de las cosas) ”.



Inteligencia Artificial

- Tomaremos la siguiente como definición operativa de Inteligencia Artificial:

“... es el estudio del diseño e implementación de Agentes Inteligentes y la teoría asociada con esta actividad.”
- En la próxima clase vamos a proveer una definición de agente y agente inteligente que nos sirva para enmarcar los modelos que veamos en la material.



Ejercicios Tema 1

1. “Obviamente las computadoras no pueden ser inteligentes ya que solo puede hacer lo que los programadores le indican”. Discuta la verdad o falsedad de esta frase en no mas de 1000 caracteres.
2. “Obviamente los animales no son inteligentes , simplemente hacen lo que sus genes les dictan”. Aplica la discusión que hizo arriba para esta otra frase? Discuta en no mas de 1000 caracteres.
3. ¿Diríamos que es inteligente un sistema de navegación aérea que pueda sincronizar y coordinar un sistema complejo, tomar decisiones autónomas como planificar la ruta y modificar su comportamiento de acuerdo al tráfico con una fiabilidad del 100%? Discuta en no mas de 1000 caracteres y mencione, si existe, un sistema biológico no humano con estas características.



Ejercicios Tema 1

4. Existen clases conocidas de problemas que son computacionalmente intratables, y otras que son indecidibles. Esto significa que la IA es imposible de lograr? Discuta en no mas de 1500 caracteres.
5. Discuta brevemente en cada caso en qué grado los siguientes sistemas computacionales son instancias de IA:
 - Un sistema de navegación basado en GPS como Waze.
 - Scanner de código de barras que se usa en la caja de un supermercado.
 - Menú de teléfono activado por voz
 - Corrector ortográfico y de gramática que se utiliza en un Sistema tipo Microsoft Word
 - Algoritmos de ruteo de internet que responde dinámicamente al estado de la red



Referencias

- [1] Kahneman, D. (2011). Thinking, fast and slow. Farrar, Straus and Giroux.
- [2] EU White paper on AI: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf
- [3] El cuarto chino: <https://plato.stanford.edu/entries/chinese-room/>
- [4] Artur S. d'Avila Garcez, Luís C. Lamb, Dov M. Gabbay (auth.). Neural-Symbolic Cognitive Reasoning.
- [5] Neuro-symbolic Reasoning: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/neuro-symbolic-ai-the-future/>

