

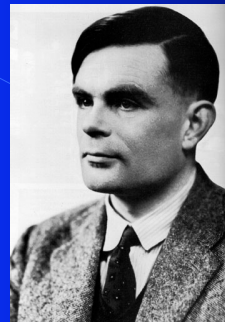
El Programa General de la Inteligencia Artificial

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda IIMAS, UNAM

1

Alan Turing



1912-1954

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda IIMAS, UNAM

2

¿Pueden pensar las máquinas?

Alan Turing, Computing machinery and Intelligence, *Mind*, Octubre, 1950, 59:433-460

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda IIMAS, UNAM

3

La Máquina...

Alan Turing, On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs Problem, Proceedings of the London Mathematical Society 42 (1936) 230-265

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda IIMAS, UNAM

4

Máquina de Turing

Control de Edos. Finitos



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda IIMAS, UNAM

5

Convenciones de interpretación

- Formato estándar:
 - Estado inicial: los argumentos de la función

Factorial



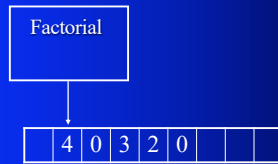
16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda IIMAS, UNAM

6

Convenciones de interpretación

- Formato estándar:
 - Estado final: el valor de la función para dichos argumentos



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

7

Idealizaciones

- Memoria inagotable
- Cómputo instantáneo
- Nunca falla
- Como si las computaciones las hiciera el Demonio de La Place!
 - Completamente determinísticas
 - La función precede al algoritmo

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

8

Consideraciones Práctias

- Los algoritmos se definen en relación a:
 - La geometría del medio
 - La notación
 - La configuración estándar
 - Las condiciones de interpretación

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

9

Semántica:

No entiende nada!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

10

Teoría de la Computación

- Captura la noción de Calculabilidad efectiva
- Caracteriza todas las funciones computables
- El Problema del Paro (*Halting Problem*)
- La Tesis de Church (*Church-Turing Thesis*)

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

11

¿Pueden pensar las máquinas?

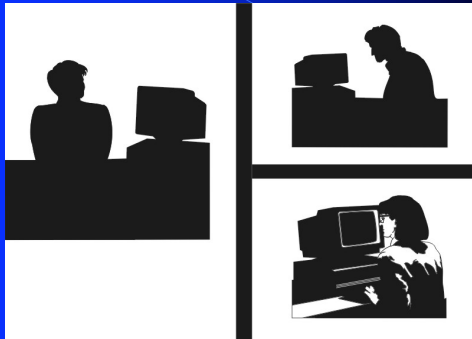
La prueba de Turing

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

12

El juego de imitación

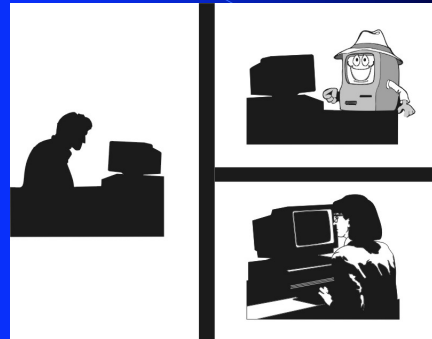


16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

13

El juego de imitación



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

14

Objeciones y Refutaciones

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

15

Objeciones y Refutaciones

- Las convincentes
- Las problemáticas
- Las relacionadas con la experiencia y la consciencia

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

16

Las refutaciones convincentes

- La teológica (pensar es una facultad del alma)
- La política del avestruz! (“heads in the sand”)
- El argumento de la percepción extrasensorial

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

17

Las problemáticas

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

18

La conducta informal no sigue reglas (1/3)

- No es posible producir un conjunto de reglas que regulen la conducta humana en cada conjunto de circunstancias posible!
 - Las leyes de los semáforos!
- Tipos de leyes
 - Leyes naturales (laws of behavior)
 - Leyes “institucionales” (conductuales)

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

19

Pero...

- Si estas leyes no existieran ¿cómo se regularía la conducta?
- ¿Hemos buscado con suficiente profundidad?
- ¿Podemos predecir las reglas a partir de la observación de la conducta?

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

20

El Determinismo y la Creatividad (Objeción de Ada, 2/3)

- Creatividad:
 - Conocer los axiomas no es conocer los teoremas!
 - Conocer las reglas del juego no lo hace a uno un buen jugador!
 - Es posible diseñar máquinas que aprendan
- Pero el determinismo?:
 - El Demonio de la Place?
 - Para ser creativo hay que entender!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

21

La continuidad del sistema nervioso (3/3)

- Se podría usar una computadora analógica
- Los fenómenos continuos se pueden aproximar con modelos discretos!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

22

Experiencia y Consciencia

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

23

La matemática (1/3)

- Los seres humanos hacen juicios que la computadora no puede hacer:
 - La indecibilidad
- Se requiere entender!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

24

El argumento de “las actitudes humanas” (i.e., various disabilities) (2/3)

- Limitaciones:
 - “No se puede hacer una máquina que haga X”
 - No pueden... enamorarse!
 - No pueden cometer errores
- La respuesta de Turing:
 - No hay nada nuevo bajo el sol: Hay que programarlas
- Pero estas actitudes más que saberse se sienten!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

25

La Consciencia (3/3)

- Su no aceptamos que son conscientes incurrimos en el solipsismo psicológico o el problema de las otras mentes!
- Pero no se trata de sólo de imitar (como los *chatbots*, desde Eliza hasta Sofia!):
 - La intencionalidad (la prueba de *viva voce*)

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

26

La prueba de *viva voce*

E: El segundo cuarteto empieza:
“Si al imán de tus gracias, atractivo,
sirve mi pecho de obediente acero”
C: No era el sujeto repulsivo;
¿Podrías cambiar “atractivo” por “adhesivo”?
E: Sólo que se tropezara y no se pudieran separar;
C: Él sería un meloso
E: Pero eso nunca va a pasar
C: No, primero lo mata

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

27

El programa de investigación

Programar las reglas del juego!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

28

El programa de investigación

- El problema es de análisis y programación
- Los científicos y los ingenieros van a construir el hardware!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

29

El programa de investigación

- Dos caminos:
 - Darle a la máquina el conocimiento
 - Crear la máquina de aprendizaje (aprendizaje por refuerzo)

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

30

Los métodos..

- Programas determinísticos
- Métodos estocásticos:
 - Simulación de la indeterminación: utilizar los dígitos en la extensión de π
- Encontrar los números entre 50 y 200 que son iguales a la suma del cuadrado de sus dígitos, por ambos métodos

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

31

La máquina de aprendizaje (o la “máquina niño”)

- El estado inicial de la mente (al nacer)
- Diseño de mecanismos de aprendizaje simples, pero de carácter general!
- Mucha educación (tanto como a los niños!)
- Mucha experimentación...

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

32

La analogía con la evolución

- Estructura de la máquina niño ↔ Material hereditario
- Cambios en la máquina niño ↔ Mutaciones
- Juicios del experimentador ↔ Selección natural

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

33

Las tareas...

- Jugar ajedrez: paradigma de “pensar”
- Entender el lenguaje natural: en 50 años habrá máquinas que serán capaces de jugar el juego de imitación por 5 minutos con una probabilidad del 70% de que el entrevistador no se de cuenta de que está hablando con una máquina!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

34

Las tareas...

Proveer a las máquinas con los mejores órganos sensoriales para hacerlas competentes en el lenguaje

Enseñarles a las máquinas el lenguaje para que puedan aprender a través del lenguaje!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

35

El estado del arte

- Ajedrez:
 - Muchas máquinas con rating de más de 3000!
 - StockFish 9: 3443 (superada por AlfaZero)
 - Máximo humano: Magnus Carlsen, 2882 (2014)
 - Podemos construir máquinas que jueguen como los seres humanos (Kasparov, 2010)?
- Entendimiento del lenguaje natural:
 - Sistemas conversacionales para aplicaciones específicas
 - Chatterbox (Parlanchín): Chatbots, bots!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

36

Las tareas...

- El ajedrez:
 - Las reglas siempre se siguen!
 - El pensamiento en un tubo de ensayo!
 - Pensar es fácil!
- El lenguaje:
 - La conducta lingüística se entrelaza con la percepción, el pensamiento, la memoria, la acción motora y la consciencia!
 - ¿Cuáles son las reglas? ¿Se siguen siempre?
 - No es todo o nada!
 - Entender y hablar es difícil!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

37

La meta:

“podemos esperar que las máquinas lleguen a competir con los seres humanos en todos los campos puramente intelectuales”

Turing, 1950

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

38

Las objeciones...refutadas?

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

39

Una omisión en la lista:

¡Los seres inteligentes tienen cuerpo!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

40

¿Qué tan inteligente?



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

41

¿Qué tal este otro?



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

42

¿Tiene sentido común?



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

43

¿Y estos?

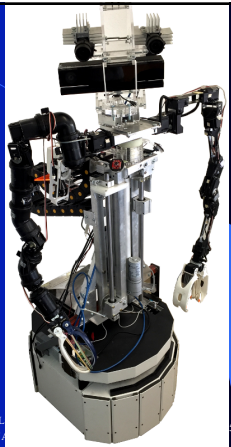


16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

44

¿o éste?



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

45

“Soccer is about intelligence
and
RoboCup is about Artificial Intelligence”

http://er04.ams.eng.osaka-u.ac.jp/humanoid_webpage/index.html

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

46

RoboCup:

“...construir para el año 2050 un equipo
de humanoides completamente
autónomos que le gane un partido de
fútbol al equipo campeón del mundo en
un torneo oficial de la FIFA” (Kitano,
1999)

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

47

RoboCup:

¡El juego de imitación con cuerpo!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

48

¿La meta?

¿Podemos esperar que las máquinas lleguen a competir con los seres humanos en todos los campos intelectuales y motores?

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

49

¿La meta?

¿Podemos esperar que las máquinas lleguen a competir con los seres humanos en todos los campos?

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

50

¿Qué significa para la inteligencia tener un cuerpo?

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

51

“Working with a physical robot focuses the mind in ways no amount of armchair theorizing can do”

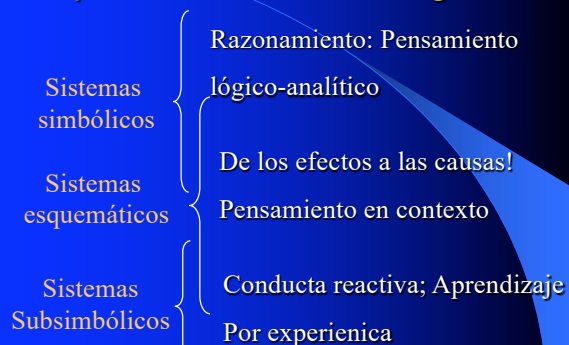
Raymund Reiter,
Knowledge in Action, 2001

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

52

Tipos de sistemas inteligentes

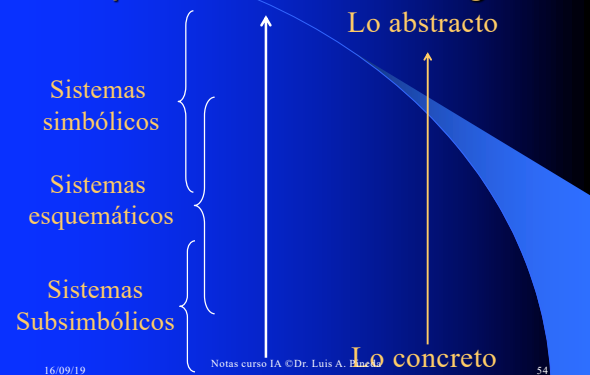


16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

53

Jerarquía de sistemas inteligentes



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

54



Y a todo esto...
¿qué es inteligencia artificial...
hoy en día?

16/09/19 Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM 57

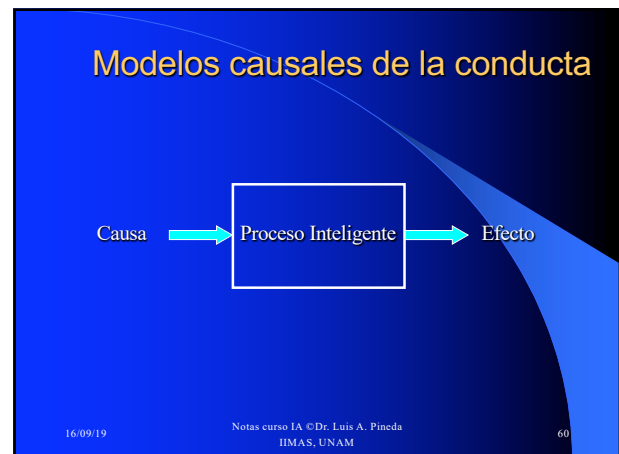
¿Las múltiples definiciones?

16/09/19 Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM 58

The St. Thomas Common sense
Symposium: Designing Architectures
for Human-level intelligence

AI Magazine, Vol. 25, No. 2, pp. 113-124, 2004

16/09/19 Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM 59



Pocas Causas



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

61

Muchas Causas



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

62

Poco peso



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

63

Mucho peso



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

64

Muchas causas de mucho peso



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

65

Matriz de diversidad causal de Minsky

	pocas ←	Número de causas	→ muchas
Poco	Fácil	Métodos Lineales y Estadísticos	Redes Neuronales Lógica difusa
Impacto ↑	Razonamiento cualitativo ordinario	IA clásica	Razonamiento basado en analogía
↓ mucho	Razonamiento lógico-simbólico	Razonamiento basado en casos	No tratable

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

66

Matriz de diversidad causal de Minsky

	pocas ←	Número de causas	→ muchas
Poco	Fácil	Métodos Lineales y Estadísticos	Redes Neuronales Lógica difusa
Impacto	Razonamiento cualitativo ordinario	IA clásica	Razonamiento basado en analogía
mucho	Razonamiento lógico-simbólico	Razonamiento basado en casos	Sociedad de la mente No tratable

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

69

“un observador externo podría ver a nuestro campo como un arreglo caótico de intentos de explotar las ventajas (por ejemplo) de redes neuronales, lógica formal, programación genética o inferencia estadística, donde los proponentes de cada método mantienen que su técnica favorita reemplazará algún día a la mayoría de sus competidoras”

IIMAS, UNAM

“no pretendemos minimizar cualquier técnica en particular; sin embargo, estamos convencidos que ningún método resultará nunca ser “el mejor”; más bien los sistemas de IA del futuro van a utilizar una gran variedad de recursos que, juntos, abordarán una gran variedad de problemas”

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

69

El programa de investigación

- Construir máquinas con sentido común capaces de:
 - Representar el conocimiento
 - Hacer inferencias
 - Aprender
 - Razonar acerca de las diversas maneras de “pensar”

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

70

El programa de investigación

- De regreso al mundo de los bloques!!!



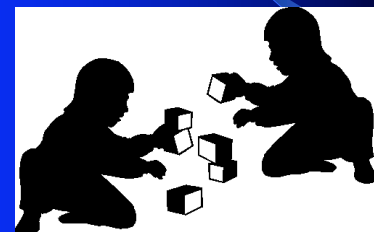
16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

71

El programa de investigación

- De regreso al mundo de los bloques!!!



16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

72

El programa de investigación

- **Razonamiento espacial**: *¿cuál bloque está más cerca de mí?*
- **Razonamiento físico**: *¿qué pasaría se remuevo el bloque de en medio de la torre?*
- **Razonamiento acerca del cuerpo**: *¿Puedo alcanzar el bloque sin tener que pararme?*
- **Razonamiento visual**: *¿es ese objeto con forma de cilindro parte de la pierna de una persona?*

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

73

El programa de investigación

- **Razonamiento psicológico**: *¿qué está tratando de hacer este otro niño?*
- **Razonamiento social**: *¿Cómo puedo lograr mi objetivo sin que otra persona interfiera?*
- **Razonamiento reflexivo**: *¿qué estaba tratando de hacer hace un ratito?*
- **Razonamiento educacional**: *¿Cómo puedo generalizar reglas útiles acerca del mundo a partir de la experiencia?*

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

74

Sin embargo, en este programa de investigación...

- Realmente NO se necesita un cuerpo:
 - Realidad virtual
 - Computación gráfica
 - Máquinas programables para crear juegos... proveen la infraestructura necesaria!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

75

Sentido común y RoboCup (todavía Minsky)

“... El dominio de RoboCup, aunque apropiado para aquellos interesados en el problema de coordinar equipos multi-agentes en escenarios competitivos, es muy diferente a la situación de dos o tres personas trabajando más despacio, en una tarea física, comunicandose en lenguaje natural, y en general pensando y reflexionando de manera más profunda,” (AI Magazine, Verano 2004, pp. 115)

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

76

El dilema...

- Para ganarle al *Tri* los robots van a necesitar:
 - Un cuerpo inteligente
 - Sentido común
- Y poner esto junto es en la actualidad sólo incidental!

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

77

Sistemas inteligentes

16/09/19

Notas curso IA ©Dr. Luis A. Pineda
IIMAS, UNAM

78

