

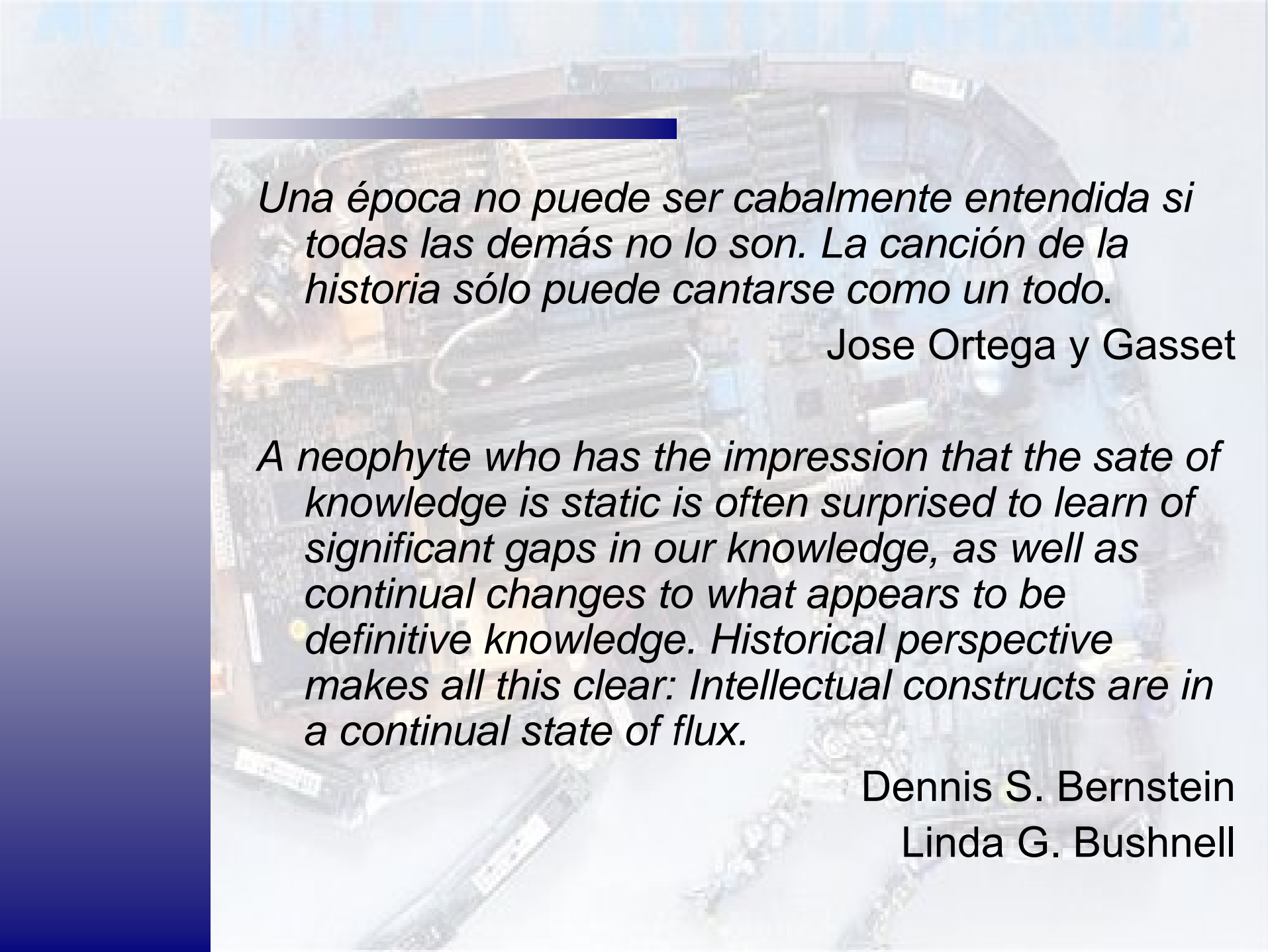
# Intel·ligència Artificial: una utopia, una realitat

Beatriz López

Dept. Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica  
Universitat de Girona

[Video Cynthia Braezel](#)

[Video Cynthia Braezel](#)



*Una época no puede ser cabalmente entendida si todas las demás no lo son. La canción de la historia sólo puede cantarse como un todo.*

Jose Ortega y Gasset

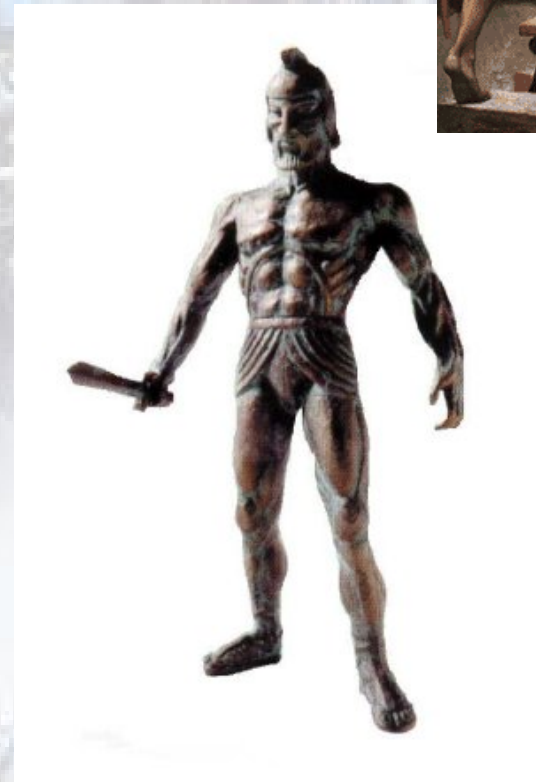
*A neophyte who has the impression that the state of knowledge is static is often surprised to learn of significant gaps in our knowledge, as well as continual changes to what appears to be definitive knowledge. Historical perspective makes all this clear: Intellectual constructs are in a continual state of flux.*

Dennis S. Bernstein

Linda G. Bushnell

# Antiguitat

- Mitologia grega:
  - Mites de construcció d'artefactes semblants als humans
  - Héfestos i Pigmalión incorporen la idea de “robots intel·ligents”



# Segle V AC

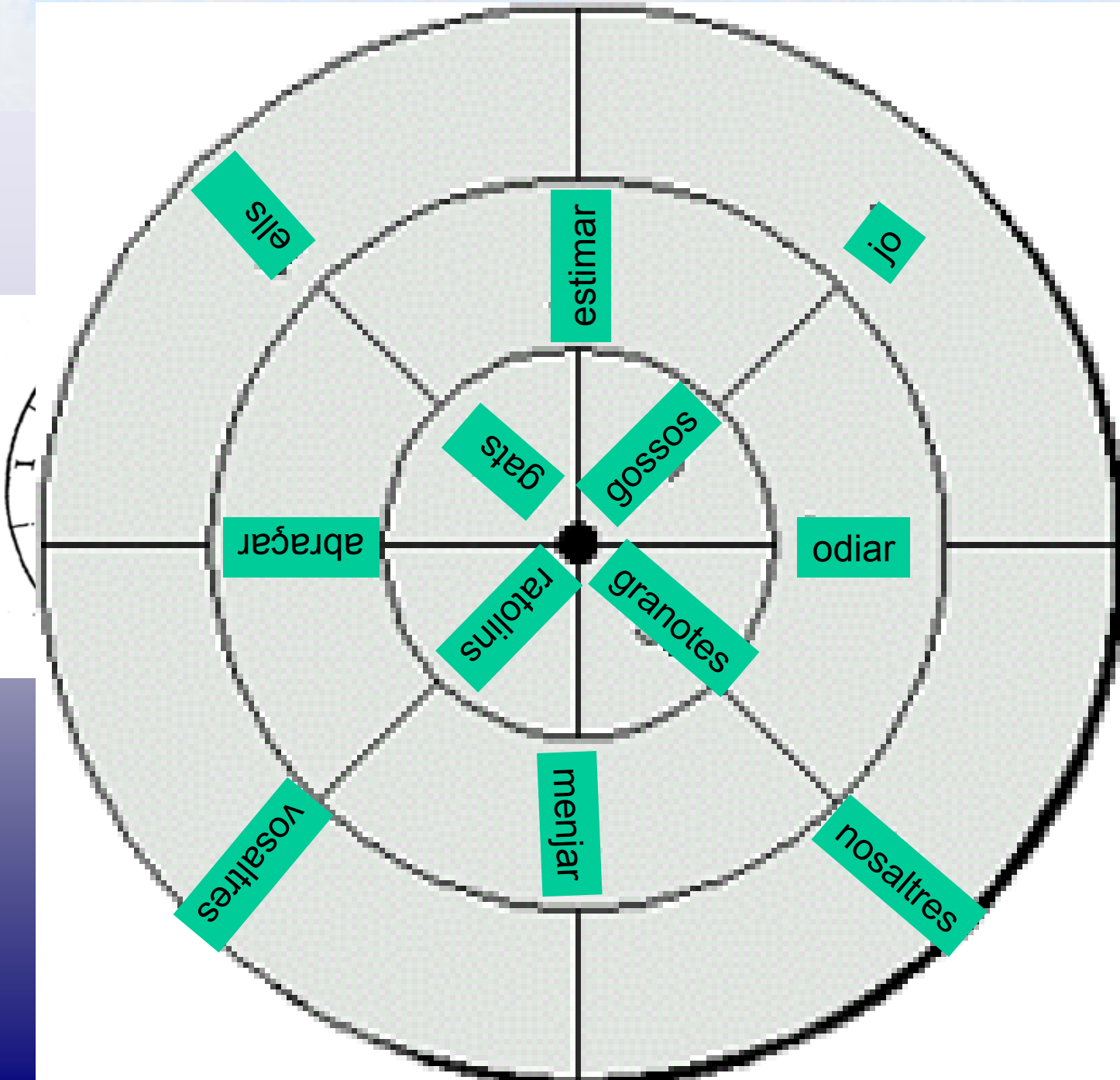
- Aristòtil inventa els sil·logismes lògics, el primer sistema de **raonament deductiu formal**.

Tots els homes són mortals  
Sòcrates és un home



- 1.- Quan fa calor i humitat, plou  $C \text{ i } H \rightarrow P$
- 2.- Quan hi ha humitat, fa calor  $H \rightarrow C$
- 3.- Ara hi ha humitat  $H$
- 4.- Plourà?  $\therefore P ?$

H **2** C **i** (C i H) **1** P **resposta** Plourà



oms arabs  
una classe de les

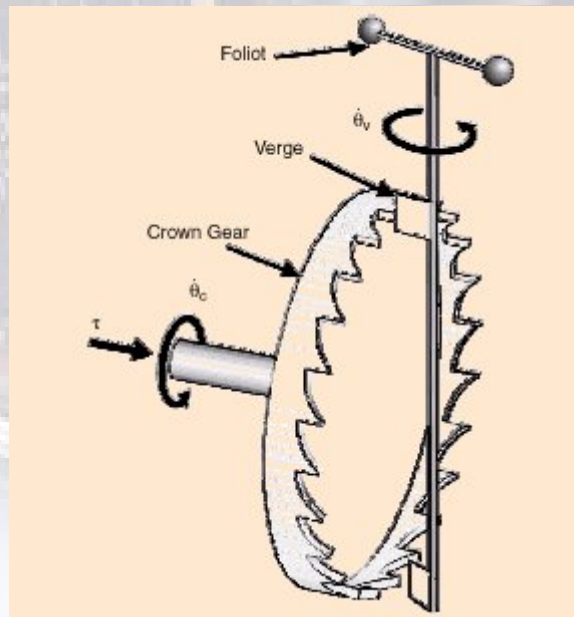
ó en el

ar o trabar fets  
i coincidir en  
qüestions  
naturals



# Segle XV-XVI

- Desenvolupaments dels rellotges mecànics
- Rellotgers estenen les seves habilitats per construir animals mecànics i similars
- Golem (Judah ben Loew, Praga, 1580): home artificial



# Segle XVII

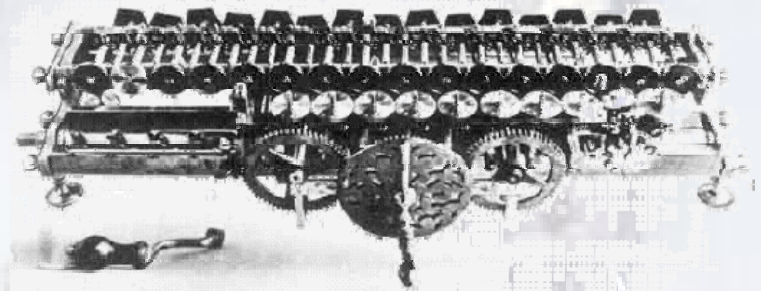
- **Descartes:** els cossos del animals no són res més que màquines complexes
- El Leviatan (Hobbes): teoria del pensament
- Pascal (1642): Primera màquina calculadora digital mecànica
- Leibniz (1673): Millora la màquina de Pascal
  - multiplicacions i divisions
  - procés de càlcul universal



## Dicotomia:

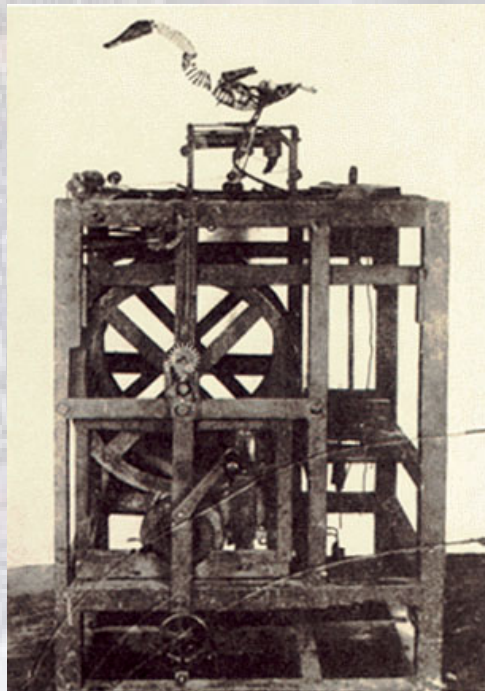
-Mecanismes

-Racionalismes



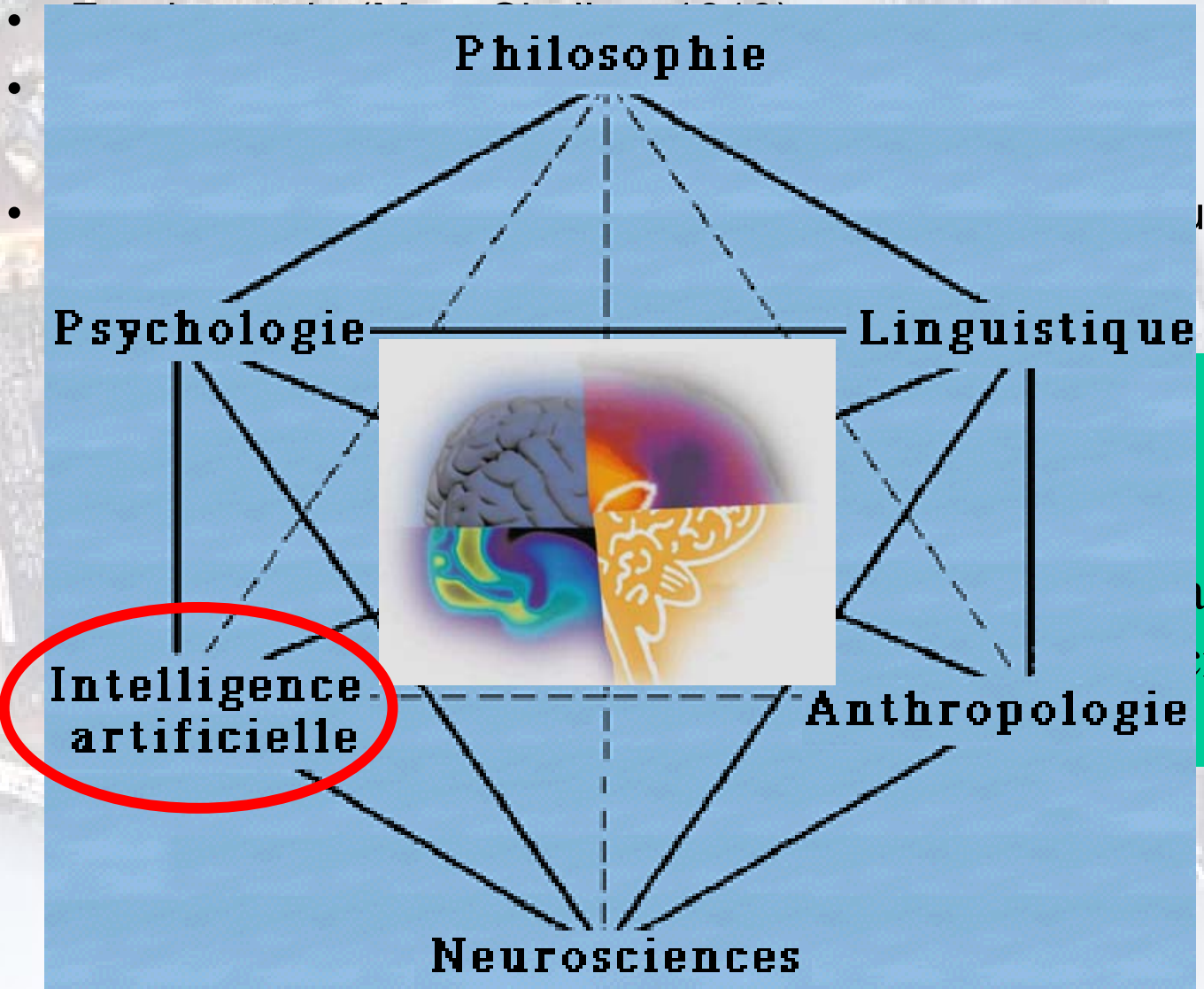
# Segle XVIII

- Juguines mecàniques
  - Ànec de Vaucanson
  - El Turc (von Kempelen, 1767): jugador d'escacs mecànic





# Segele XIX



ina

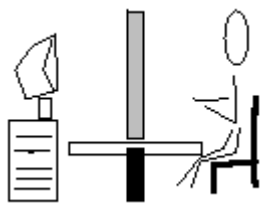
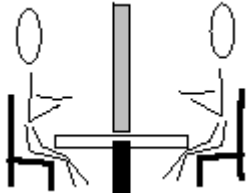
...  
cial

# Segle XX. Principis

- Principia Mathematica (B. Russell, A.N. Whitehead)
- RUR (Rossum's Universal Robots, 1923, Karel Capek)
- **Test de Turing** (A.M. Turing, 1950)
  - Operacionalització d'un test per determinar un comportament

## Exemple de test de Turing

- Si us plau, escriu-me un sonet sobre el Pont de Pedra
- *Ho sento, mai he estat capaç d'escriure poemes*
- Suma 34957 i 70764
- (Pausa de 30 segons) 105621
- Saps jugar a escacs?
- *Sí*
- Tinc al rei a E8, i cap altra peça. Tu tens només el rei a E6 i una torre a H1. És el teu torn. ¿Quina jugada faries?
- (Pausa de 15 segons) *Torre a H8 - Escac i mat*



# Conferència de Dartmouth- 1956: naixement

- Marvin Minsky (MIT)
- Oliver Selfridge (MIT)
- Ray Solomonoff (MIT)
- John McCarthy (Standford)
- Claude Shannon (Bell)
- Nathaniel Rochester (IBM)
- Trenchard More (IBM)
- Arthur Samuel (IBM)
- Allen Newell (CMU)
- Herbert Simon (CMU)

→ Heurístiques

→ Inferència deductiva

→ Escacs, LISP

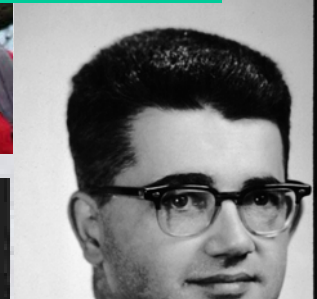
→ IPL

→ Dames

} → General Problem Solver

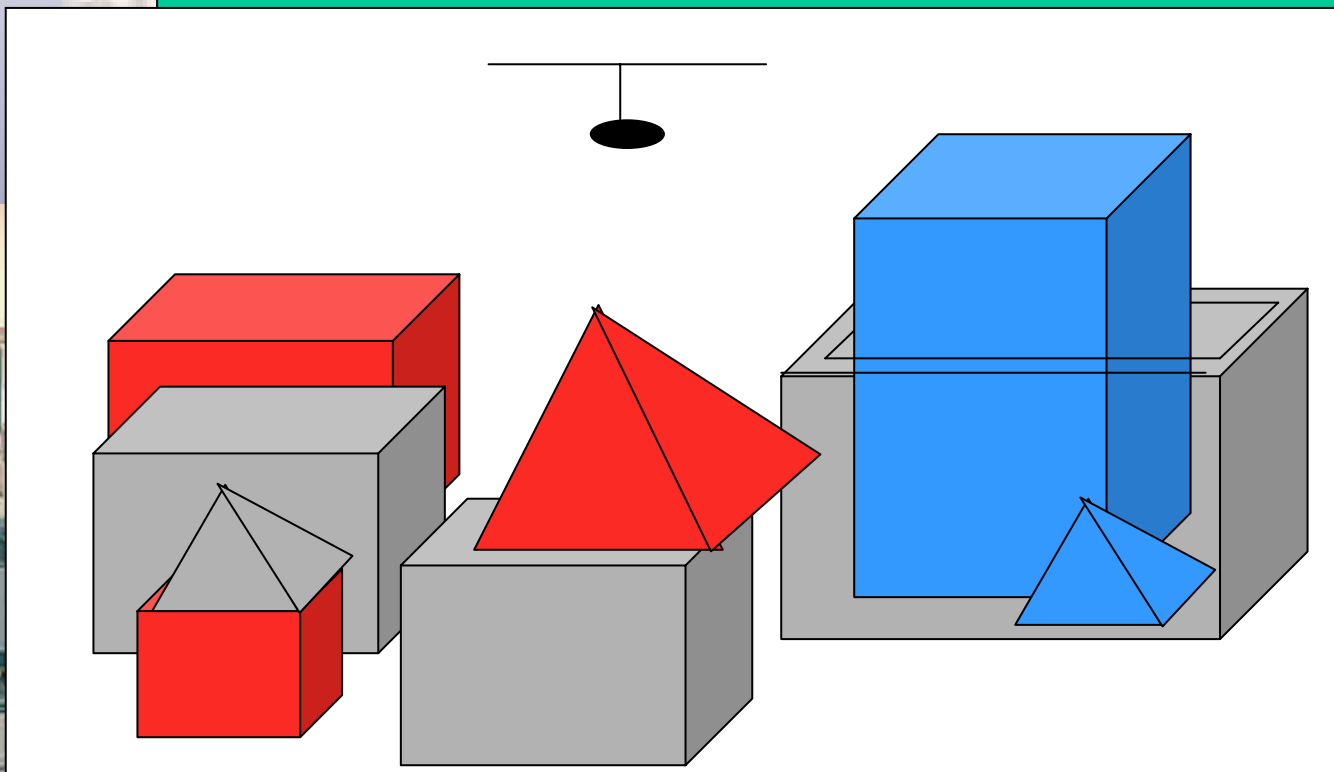
Hipòtesis:

- El pensament humà pot ser entès de manera formal i científica
- El millor instrument: l'ordinador digital

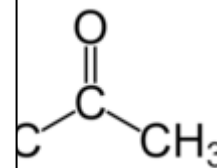


# Anys 60: la conquesta dels micro-mons

- **Agafa la piràmide**
- *No entenc quina piràmide vols dir*
- **Agafa un bloc que sigui més alt que el que estàs agafant i posa'l dintre de la capsa**
- *D'acord. En "posa'l", assumeixo que vols dir el bloc que és més gran que el que tinc agafat*



mòlecula



# Anys 70: crítica i maduresa

- SCHOLAR (Jaime Carbonell, 1970): programa interactiu per ajudar en l'ensenyament
- ARCH **MYCIN – Infeccions a la sang**  
de col **450 regles**
- Fredd **SI** la marca de l'organisme és gram -negativa **eces**
- **MYCI** I la morfologia de l'organisme és vareta **(ca)**
- ABST I l'aerobicitat de l'organisme és gram-anaròbica
- MOLC **ALESHORES** hi ha un evidència forta (0.8) que **atge**  
de ge la classe d'organisme és una enteriobactèria
- EMYC *Format MYCIN*  
– Ge **IF (AND (SAME CNTEXT GRAM GRAMNEG)**  
**(SAME CNTEXT MORPH ROD)**  
– Sh **(SAME CNTEXT AIR AEROBIC)**
- INTER **THEN (CONCLUDE CNTEXT CLASS**  
**ENTEROBACTERIACEAE TALLY .8)**
- Stanford Cart (1979): vehicle autonom indoor

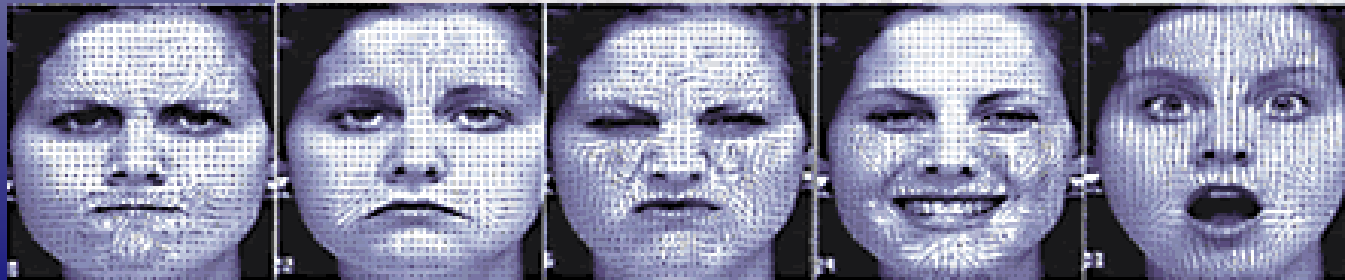
# Anys 80: expansió

- Màquines lisp
- **Shells de sistemes experts** i aplicacions comercials
  - Vendes per valor de 20,000,000,000\$ a 1988
- HERSAY II (1980): sistema de comprensió de la parla
- Formalització d'**events temporals** (James Allen, 1983)
- Backpropagation (descriu per Webos en 1974): Recuperació de les xarxes neuronals
- Societat del pensament (Marvin Minsky, 1987): el pensament (MIND) com una col·lecció d'**agents** cooperants
- **ALVINN** (Dean Pomerleau, 1989): Vehícle autònom basat en xarxes neurals
  - 50 milles sota el control de l'ordinador



# Anys 90 cap endavant

- Robot humanoide (Rod Brooks)
- Backgammon (Gerry Tesauro)
  - Aprenentatge per reforçament útil en els jocs
- **Deep Blue** (1997)
- **Robo-Cup** (a partir de 1997)
  - Format de competicions
  - Futbol – Rescat – Tasques quotidianes
  - Format escolar
  - Més: ART, TAC, AI Planning, SAT, ...
- **Web crawlers**: programes d'extracció d'informació per usar en el worl-wide-web
- Entorns intel·ligents
- **Sistemes emocionals**



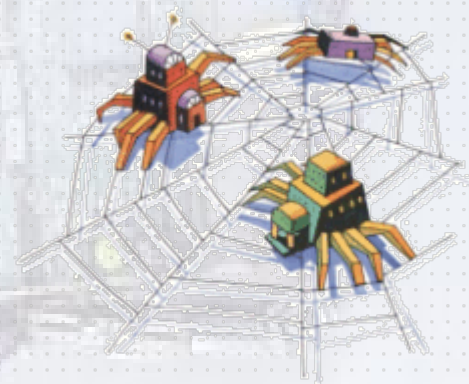
Anger

Sadness

Disgust

Joy

Surprise



# Però què és Intel·ligència Artificial ?

- És la ciència i l'enginyeria de **fer màquines intel·ligents**, particularment programes d'ordinador intel·ligents.
- Està relacionada amb la tasca d'usar els ordinadors per **comprendre la intel·ligència....**
- Hi ha **diversos tipus i graus d'intel·ligència** en les persones, en els animals i en algunes màquines.
- La intel·ligència és una cosa simple de forma que es pot respondre amb un si o no a la pregunta "aquesta màquina és intel·ligent"?

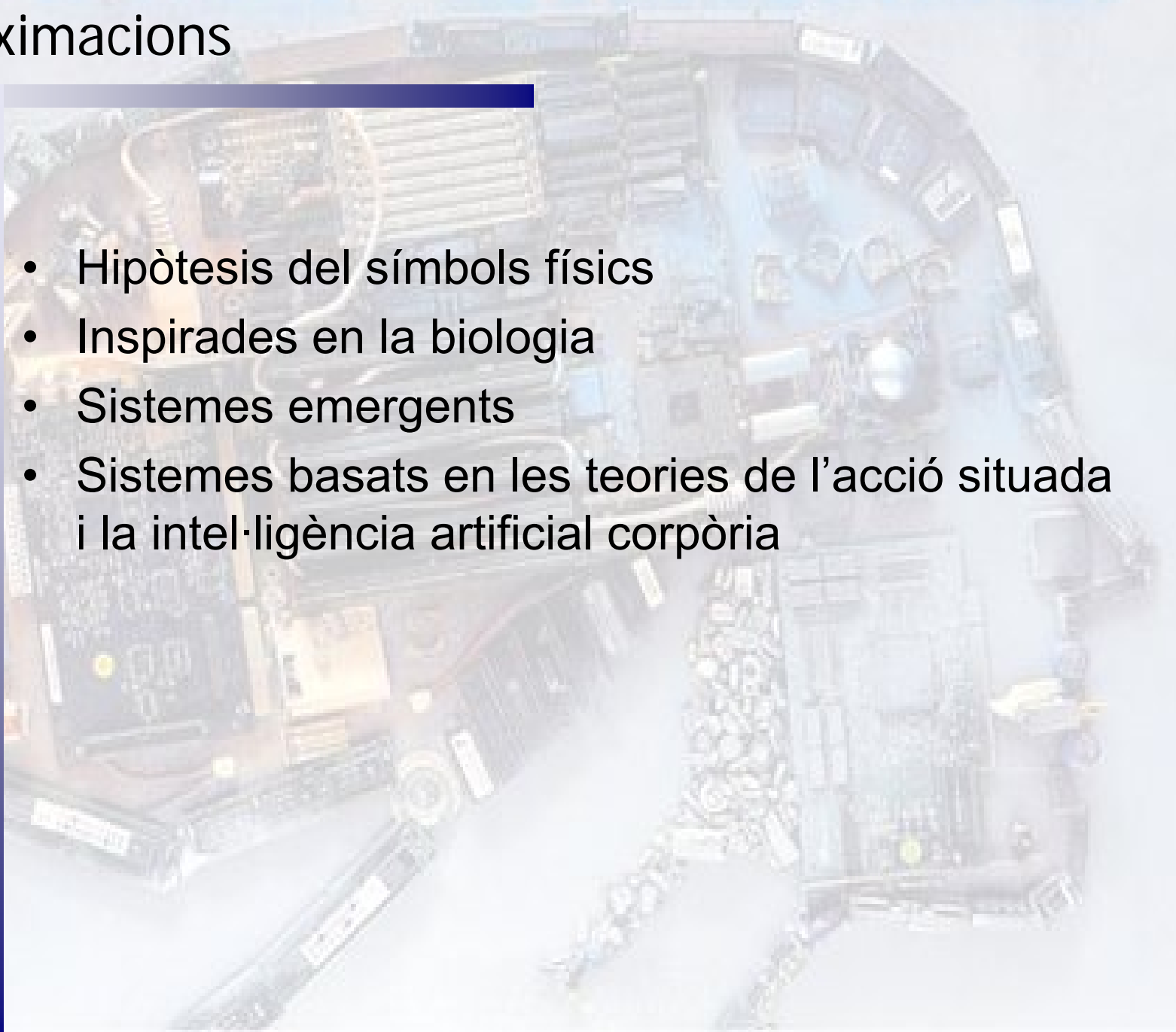
No.

John McCarthy, 2003

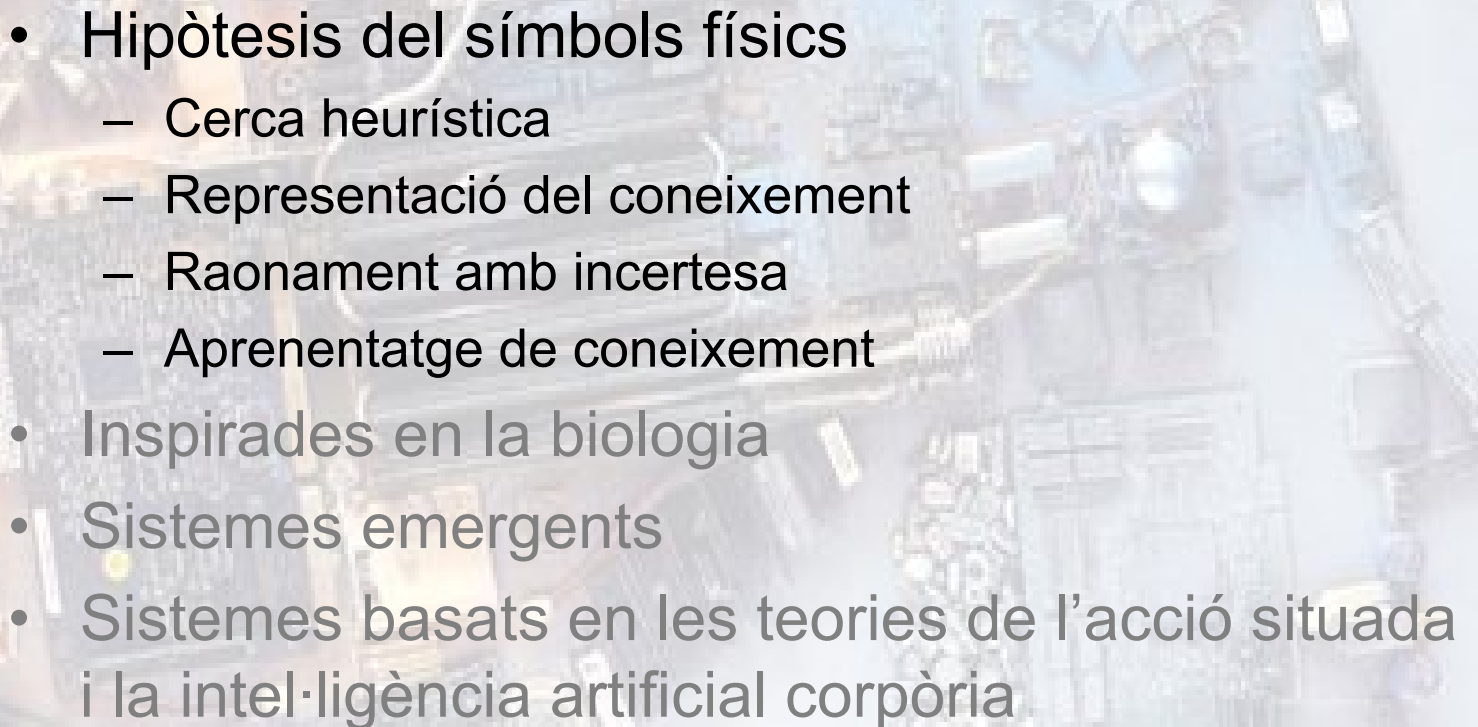


# Aproximacions

- Hipòtesis del símbols físics
- Inspirades en la biologia
- Sistemes emergents
- Sistemes basats en les teories de l'acció situada i la intel·ligència artificial corpòria



# Aproximacions

- Hipòtesis del símbols físics
    - Cerca heurística
    - Representació del coneixement
    - Raonament amb incertesa
    - Aprenentatge de coneixement
  - Inspirades en la biologia
  - Sistemes emergents
  - Sistemes basats en les teories de l'acció situada i la intel·ligència artificial corpòria
- 

# Aproximacions. Hipòtesi dels símbols físics

Cerca heurística

Problema: 8-puzzle

2	8	3
1	6	4
7	■	5



1	2	3
8	■	4
7	6	5

estats possibles:

totes les permutacions de les 8 xifres i la casella buida

$$9! = 9 * 8 * \dots * 1 = 362.880$$

Heurística: avaluar la bondat d'un estat

# Resolució de problemes mitjançant cerca

## Problema: 8-puzzle

Heurística:

- distància de Manhattan
- més petita millor

2	8	3
1	6	4
7		5

2	8	3
1	6	4
7	7	5

2	8	3
1	6	4
7	6	5

2	8	3
1	6	4
7	5	7

Final

1	2	3
8		4
7	6	5

h=6

h=6

1 2 3 4 5 6 7 8  
 $h=1+1+0+0+0+1+1+2=6$

2	7	3
1	8	4
7	6	5

2	8	3
7	1	4
7	6	5

2	8	3
1	4	7
7	6	5

2	8	3
1	6	4
7	7	5

h=3

h=5

h=5

estat duplicat (=inicial)

# Aproximacions. Hipòtesi dels símbols físics

## Representació del coneixement

### Regles

- R1: Si el cotxa no engega  
Aleshores problema elèctric
- R2: Si problema elèctric i tensió  $< 10$   
Aleshores: bateria baixa

### Casos

- C1: <característiques A> Càncer
- C2: <característiques B> Càncer
- C3: <característiques C> Sana
- Persona: <característiques X> Càncer ?

Per què  
Com  
Què passaria sí

Experiència  
Similitud

Altres: models, representació estructurada

# Aproximacions. Hipòtesi dels símbols físics

Raonament amb incertesa

Vaguetat, imprecisió, incertesa

## Exemple 1:

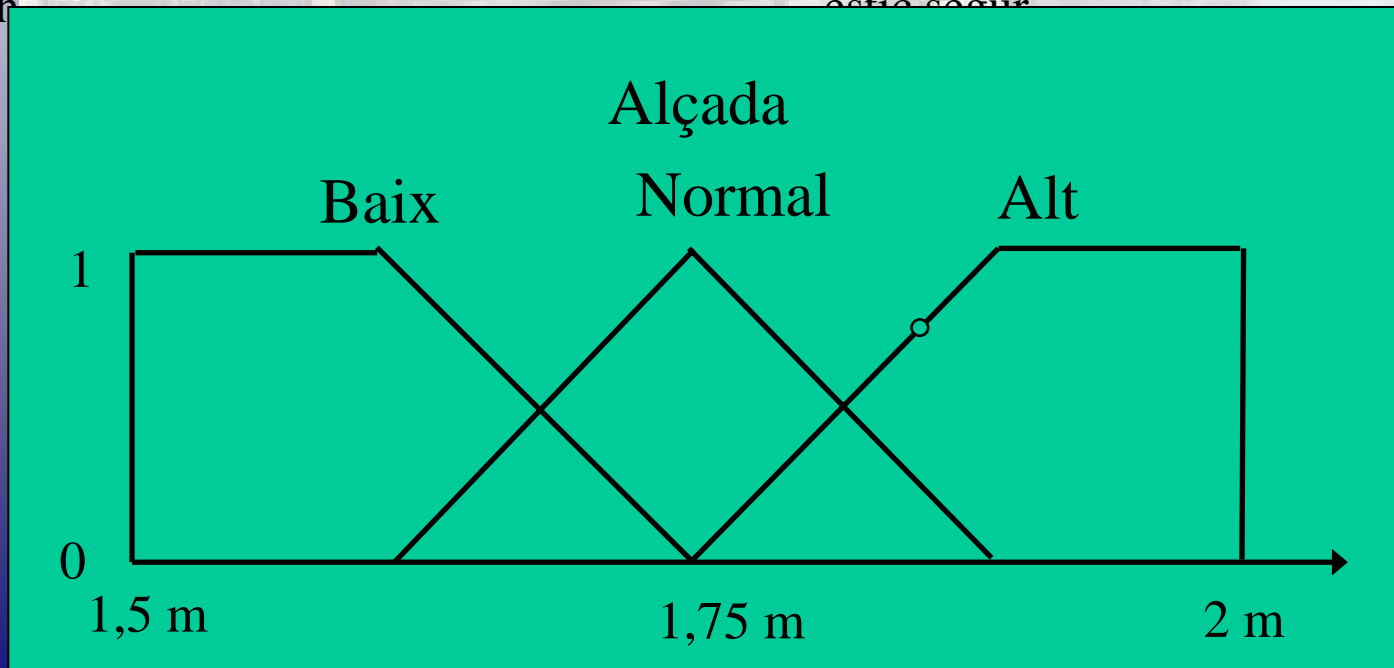
Vaguetat: Et veuré a les 16h o a les 17h

Fuzzy(difús): Et veuré sobre les 17h

## Exemple 2:

Fuzzy: Joan té 3 fills, però no n'estic segur

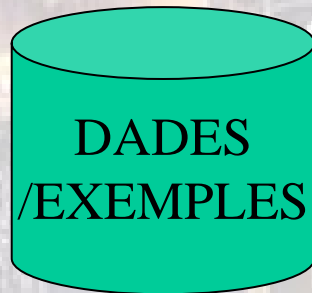
Imprecisió: Joan té almenys 2 fills, estic segur



é 3 fills

# Aproximacions. Hipòtesi dels símbols físics

Aprentatge



Aprentatge

Regles

Casos

Models

Grup	Centre	Horari	Act1	Act2	Renda	Edat	Sexe
1	1	Matí	loga	Strech	Alta	68	D
2	3	Tarda	loga	Steps	Mitjana	32	H
4	3	Tarda	Strech	loga	Baixa	44	D
2	3	Tarda	Steps	Peses	Mitjana	23	H
1	2	Matí	Strech	Strech	Alta	21	D
3	3	Matí	Steps	Aeròbic	Alta	56	H
3	1	Matí	Aeròbic	Steps	Baixa	30	D

Si la activitat principal és Steps  
Aleshores la renda és mitjana (amb prob. 0.981)

# Aproximacions



- Hipòtesis del símbols físics
  - Cerca heurística
  - Representació del coneixement
  - Raonament amb incertesa
  - Aprenentatge de coneixement
- **Inspirades en la biologia**
- Sistemes emergents
- Sistemes basats en les teories de l'acció situada i la intel·ligència artificial corpòria



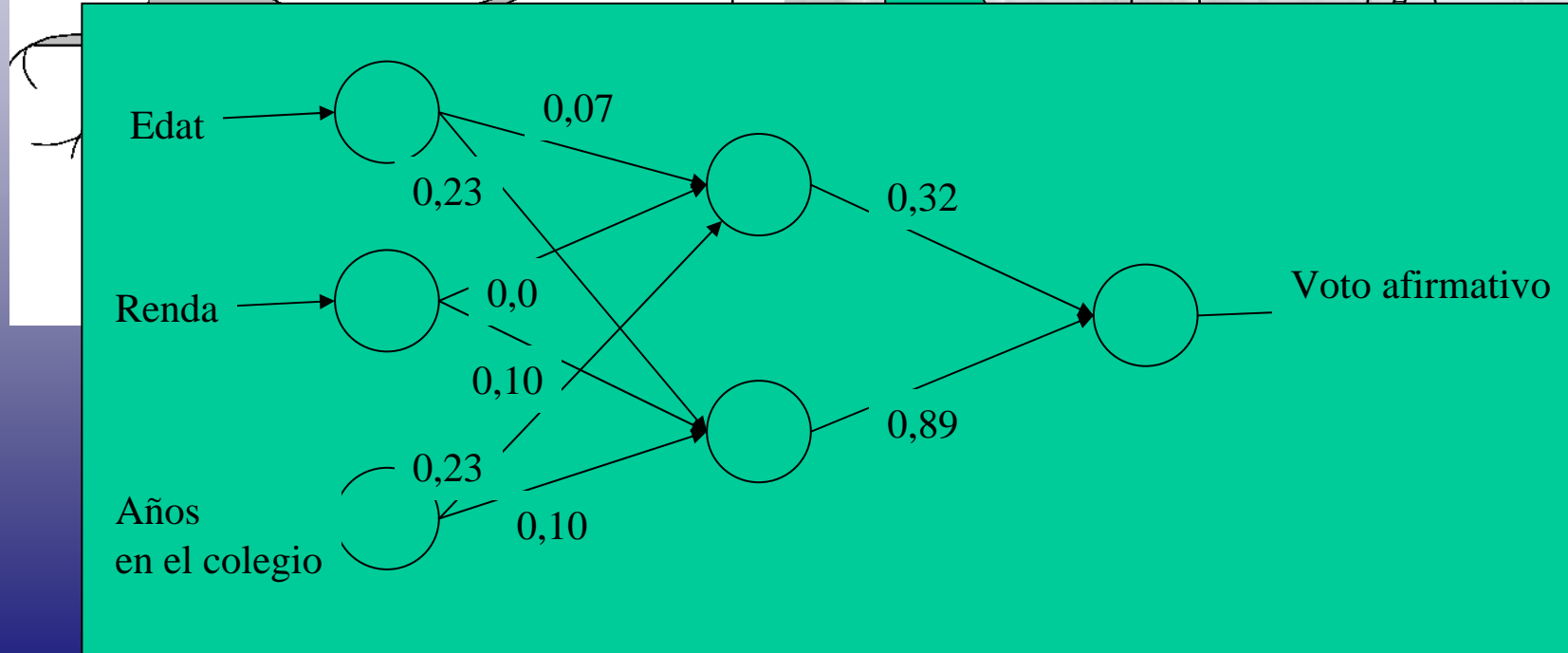
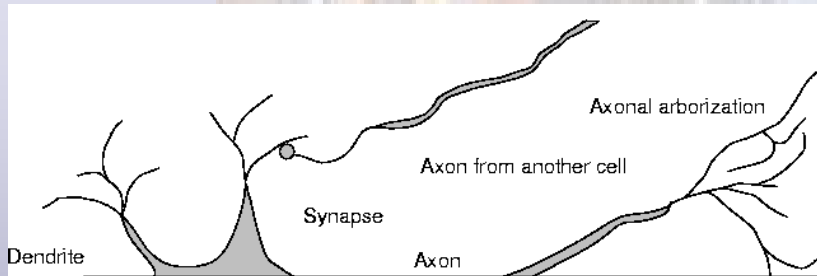
# Aproximacions

- Hipòtesis del símbols físics
- **Inspirades en la biologia**
  - Xarxes neurals
  - Algorismes genètics
- Sistemes emergents
- Sistemes basats en les teories de l'acció situada i la intel·ligència artificial corpòria



# Aproximaciones. Inspiradas en la biología

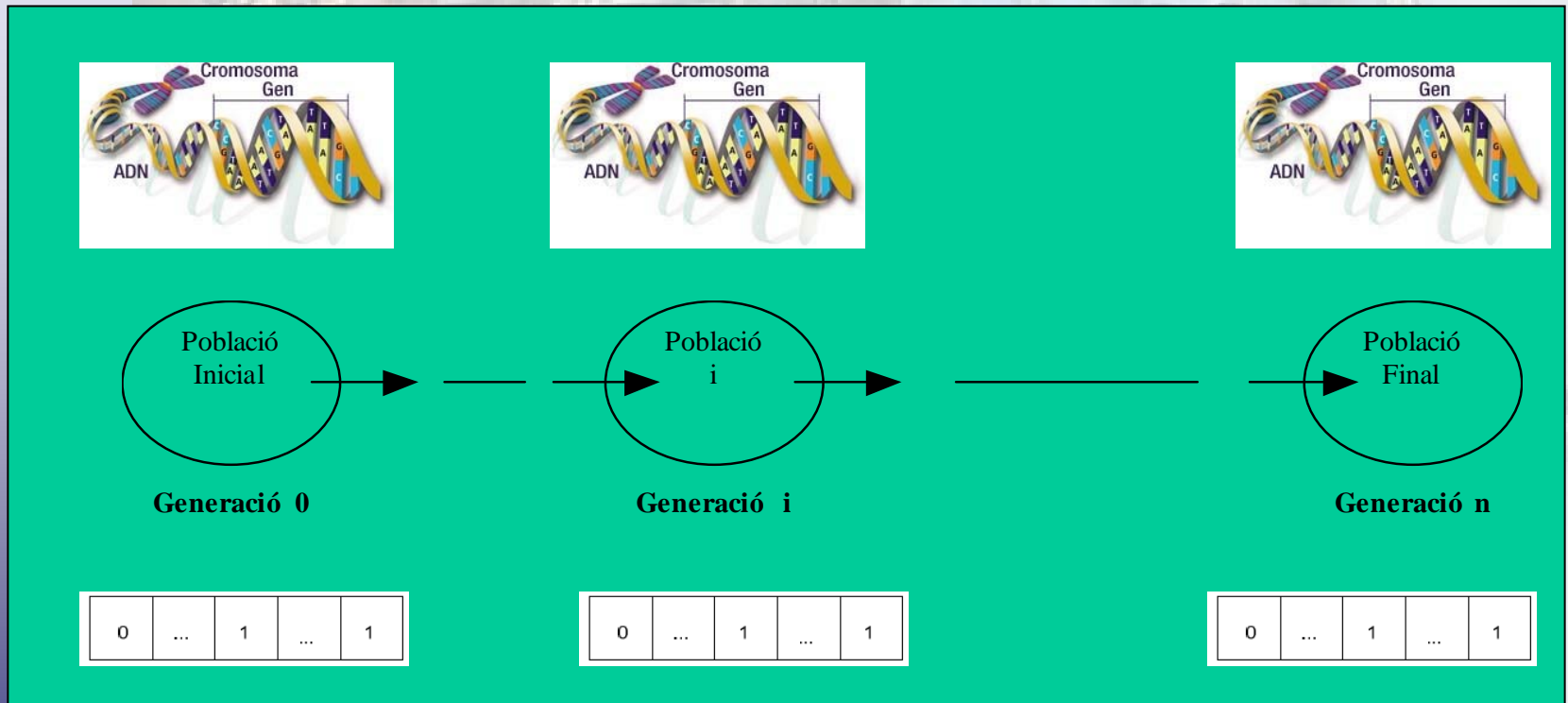
## Xarxes neurals



# Aproximacions. Inspirades en la biologia

Algorismes genètics

Evolució: millor exemplar



Solucions candidates

Millor solució



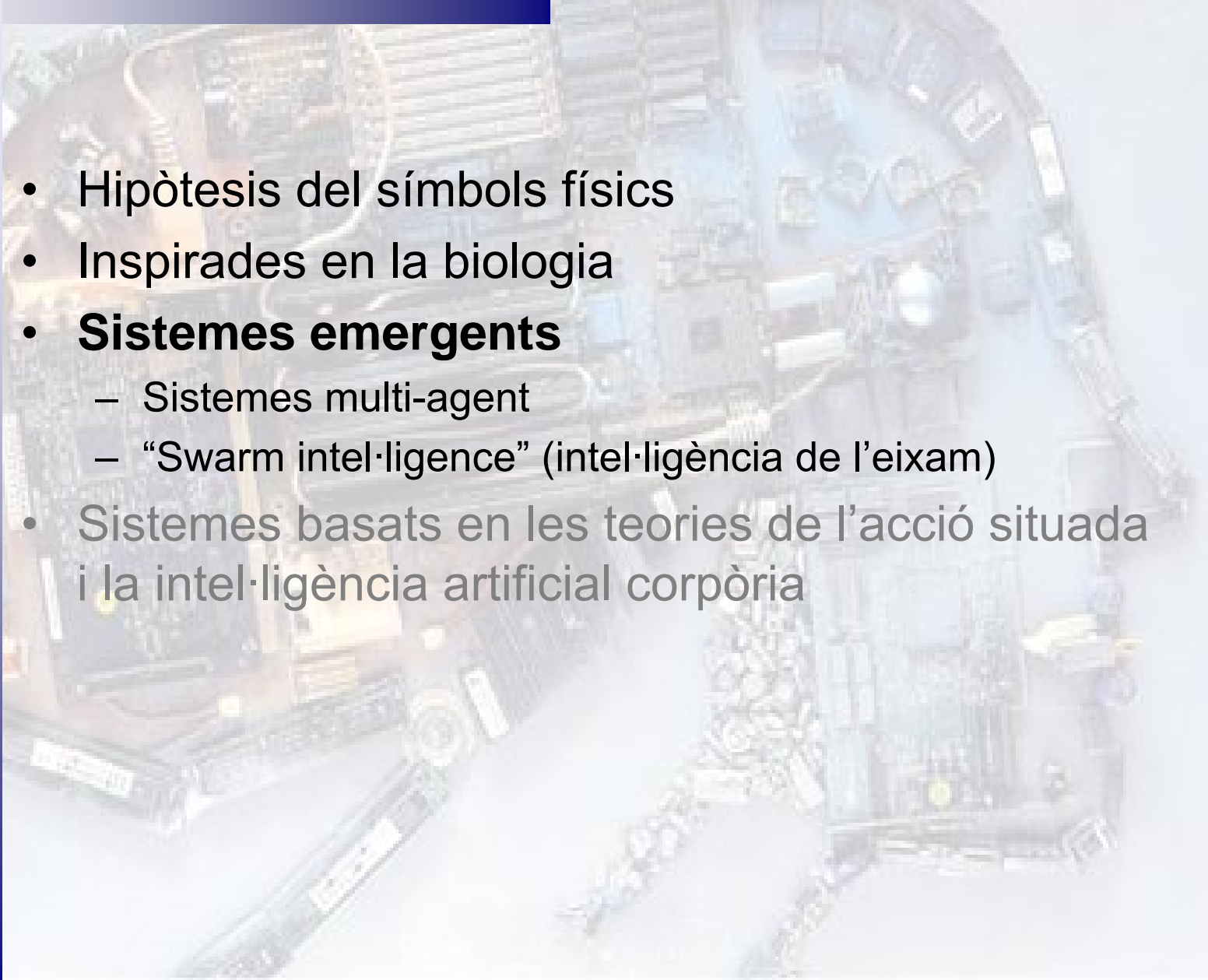
Optimització

# Aproximacions

- Hipòtesis del símbols físics
- Inspirades en la biologia
  - Xarxes neurals
  - Algorismes genètics
- **Sistemes emergents**
- Sistemes basats en les teories de l'acció situada i la intel·ligència artificial corpòria

# Aproximacions

- Hipòtesis del símbols físics
- Inspirades en la biologia
- **Sistemes emergents**
  - Sistemes multi-agent
  - “Swarm intel·ligence” (intel·ligència de l'eixam)
- Sistemes basats en les teories de l'acció situada i la intel·ligència artificial corpòria



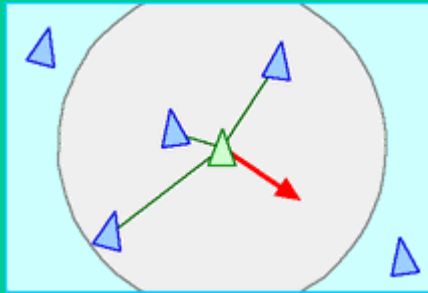
# Aproximacions. Sistemes emergents

Sistemes multi-agent

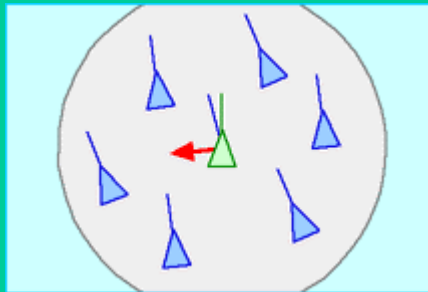


dividus en societat

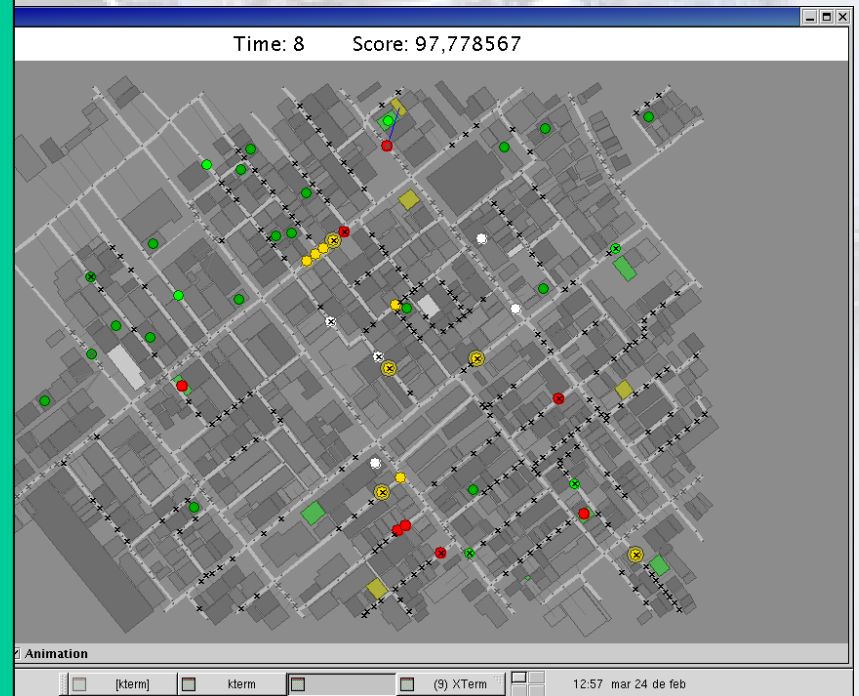
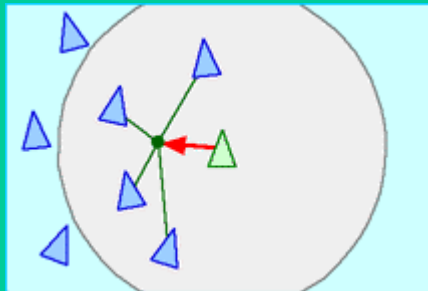
Separació



Alineament



Cohesió



# Aproximacions. Sistemes emergents

- Swarm intelligence
  - Auto-organització
  - Optimització



# Aproximacions

- Hipòtesis del símbols físics
- Inspirades en la biologia
- Sistemes emergents
  - Sistemes multi-agent
  - “Swarm intel·ligence” (intel·ligència de l'eixam)
- **Sistemes basats en les teories de l'acció situada i la intel·ligència artificial corpòria**



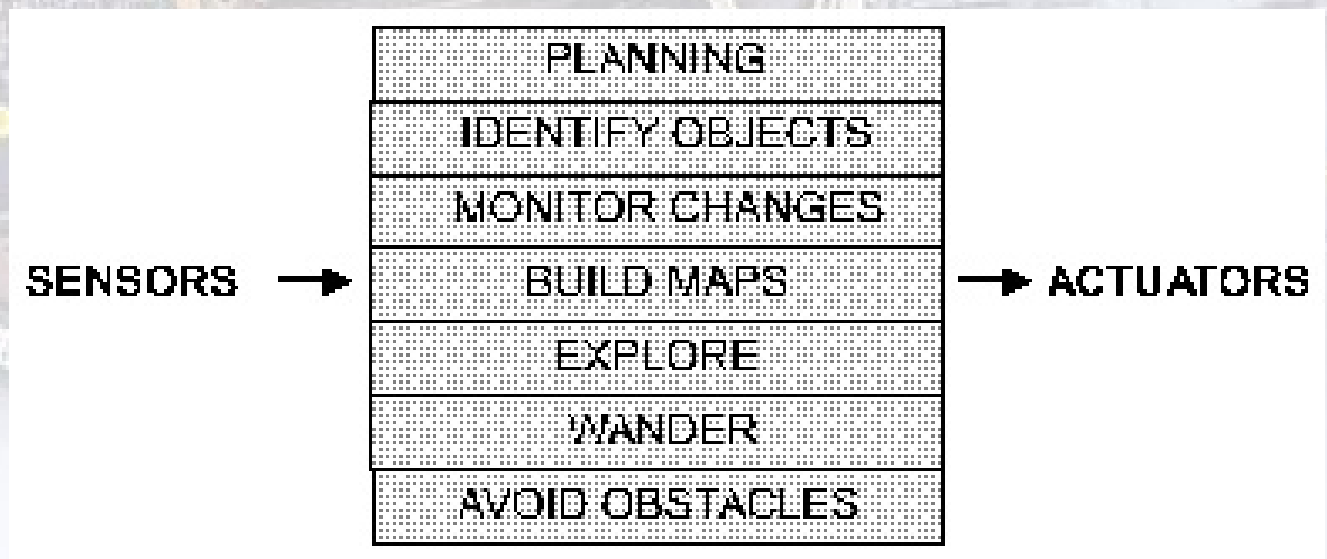
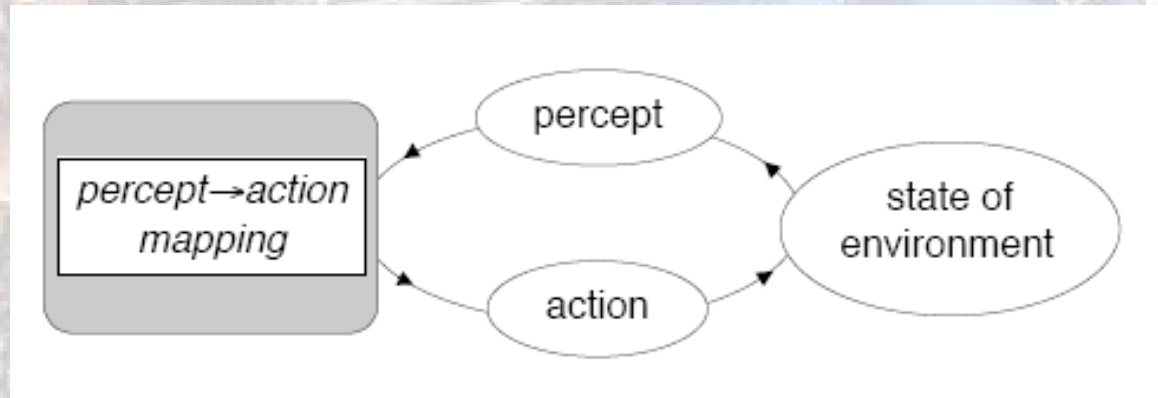
# Aproximacions



- Hipòtesis del símbols físics
- Inspirades en la biologia
- Sistemes emergents
- **Sistemes basats en les teories de l'acció situada i la intel·ligència artificial corpòria**
  - Sistemes reactius
  - Aprenentatge per reforçament

# Aproximacions. Acció situada i la IA corpòria

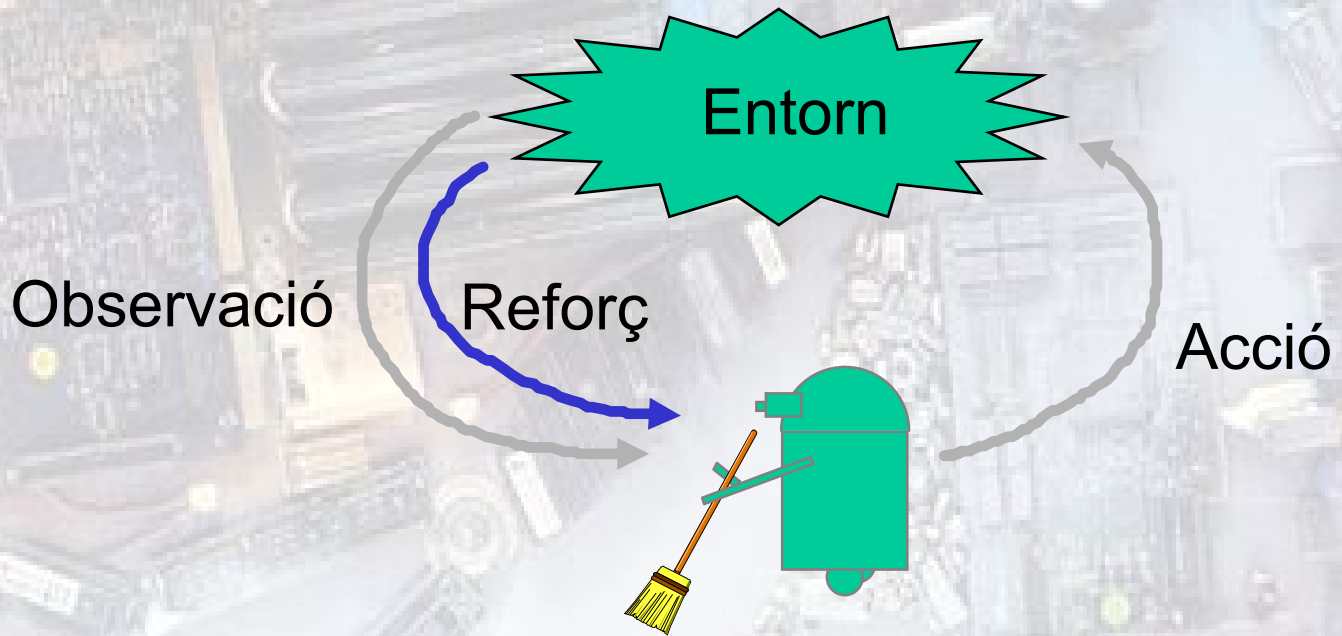
## Sistemes reactius



# Aproximacions. Acció situada i la IA corpòria

## Aprentatge per reforçament

- Aprentatge per interacció amb l'entorn orientat a accomplir un objectiu
- Aprendre què fer – com mapejar les situacions a accions – per tal de maximitzar un reforç numèric



Resultat positiva → premiar situació-acció

# Aplicacions

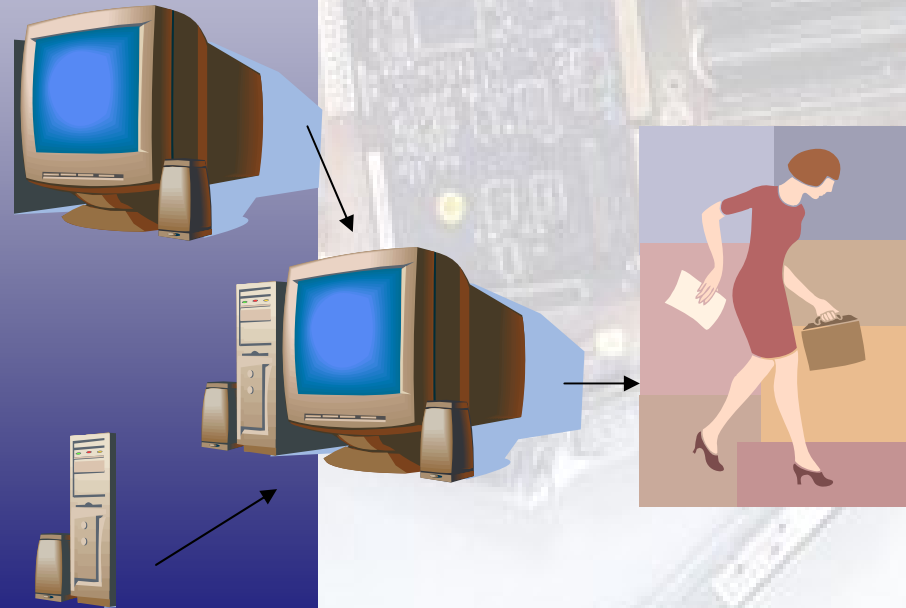
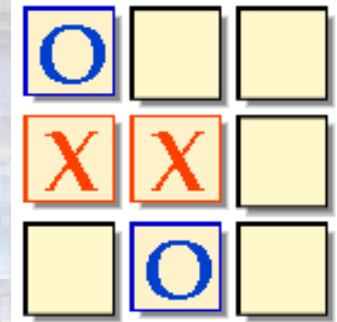
- Resolució de problemes mitjançant cerca
  - Jocs amb adversari
  - Satisfacció de restriccions - Scheduling
- Representació del coneixement
  - Sistemes basats en coneixement (sistemes experts)
- Aprenentatge automàtic
  - Sistemes tutors
  - Minería de dades
- Raonament basat en casos
  - Sistemes recomanadors
  - Diagnòs basada en casos

Híbridació de tècniques

# Aplicacions.





## Jocs amb adversari

- Dos jugadors
  - Dames, escacs, quarto, go, ...
- Dos o més jugadors
  - Subhastes !
  - “Jocs” ?

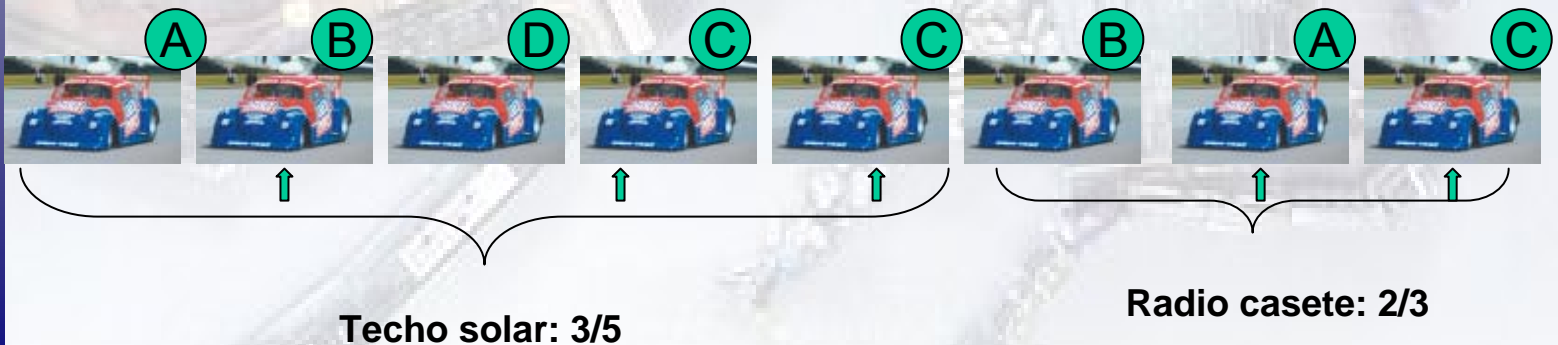


# Aplicacions.

## Satisfacció de restriccions - Scheduling Cadena de muntatge de cotxes

				
Radio cassette	X		X	X
Aire Acondicionat	X	X		X
Abs	X		X	
Tract. AC	X		X	
Sostre solar		X	X	
	30	30	20	40

Restricciones de capacidad:



# Scheduling

- Fàbrica Nissan, Sunderland (UK)
- 334.000 cotxes per any, 38 cotxes complets per hora
- Estratègia de negoci: incrementar del 30% de la producció
- Com? : construcció de tres models de cotxe en dues línies de producció sense afectar els costos de producció
- Solució (ILOG): sistema d'scheduling que mescla acuradament l'scheduling individual de cadascun dels models amb els recursos disponibles en les dues línies.



Micra



Primera

+

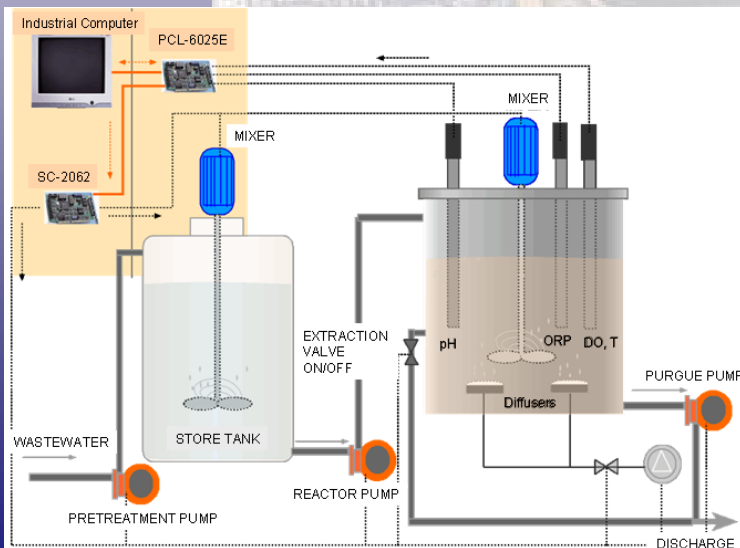
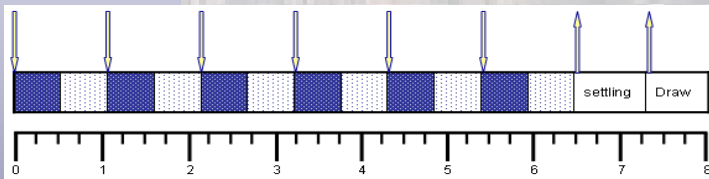


Almera

# Aplicacions

## Sistemes basats en el coneixement

- Sistemes experts
- Sistemes de suport a la decisió

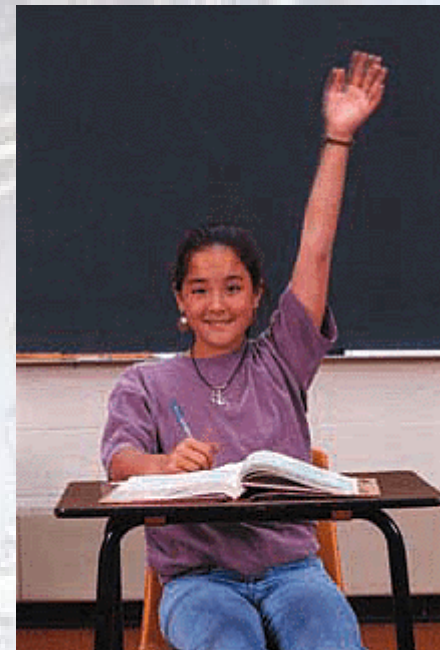




# Aplicacions

## Sistemes tutors

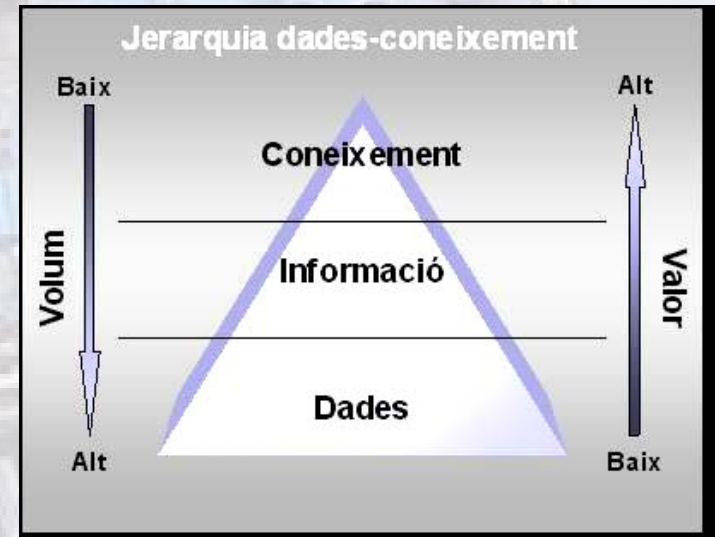
- Ensenyament assistit per ordinador
  - Model de l'estudiant
  - Estratègies d'ensenyament
  - Reconeixement de la parla



# Aplicacions

## Mineria de dades

Grup	Centre	Horari	Act1	Act2	Renda	Edat	Sexe
1	1	Matí	Ioga	Strech	Alta	68	D
2	3	Tarda	Ioga	Steps	Mitjana	32	H
4	3	Tarda	Strech	Ioga	Baixa	44	D
2	3	Tarda	Steps	Peses	Mitjana	23	H
1	3	Tarda	Peses	Strech	Mitjana	35	D
2	1	Matí	Peses	Peses	Mitjana	45	D



3 clients de renda alta, 4 de renda mitjana, 3 de renda baixa  
 3 clients d'activitat principal ioga, 2 peses, 2 estiraments (strech), 2 steps

1	2	Matí	Strech	Strech	Alta	21	D
---	---	------	--------	--------	------	----	---

En un total de 10 registres, la correlació entre renda i activiat principal és 0.8

Si la activitat principal és Steps aleshores la renda és mitjana (amb prob. 0.981)

# Aplicacions

## Sistemes recomanadors

Hola **Beatriz**  
Benvingut/da a  
genialchef.

*Menú*

**Cerca**

**Perqué registrar-se**

**WAP**

**Opina sobre un restaurant**

**Comentaris**

**Tecnologia**

**Qui som**

sistema**wap**

Buscador de restaurants  
via mobil

Idioma | Català | Español | English |

**cerca** Bàsica **avançada**

**Buscar** característiques de restaurants

Ciutat: Girona

Tipus de cuina: Totes

Preu aproximat: [dropdown]

Menus: [dropdown]

Tipus de menjar: Molt lleuger

Quantitat de menjar: [dropdown]

Varietat del menjar: [dropdown]

Ambient: [dropdown]

Velocitat del servei: Ràpid

Relació qualitat/preu: [dropdown]

Opinió general: [dropdown]

**Importancia**

<input type="radio"/> baixa	<input checked="" type="radio"/> normal	<input type="radio"/> alta
<input checked="" type="radio"/> baixa	<input type="radio"/> normal	<input type="radio"/> alta
<input checked="" type="radio"/> baixa	<input type="radio"/> normal	<input type="radio"/> alta
<input checked="" type="radio"/> baixa	<input type="radio"/> normal	<input type="radio"/> alta
<input checked="" type="radio"/> baixa	<input type="radio"/> normal	<input checked="" type="radio"/> alta
<input checked="" type="radio"/> baixa	<input type="radio"/> normal	<input type="radio"/> alta
<input checked="" type="radio"/> baixa	<input type="radio"/> normal	<input type="radio"/> alta
<input checked="" type="radio"/> baixa	<input type="radio"/> normal	<input checked="" type="radio"/> alta
<input checked="" type="radio"/> baixa	<input type="radio"/> normal	<input type="radio"/> alta
<input checked="" type="radio"/> baixa	<input type="radio"/> normal	<input type="radio"/> alta

**Serveis addicionals:**

<input type="checkbox"/> Banquets	<input checked="" type="checkbox"/> Parking	<input type="checkbox"/> Reserves	<input type="checkbox"/> Espectacles
<input type="checkbox"/> Discapacitats	<input type="checkbox"/> Aire condicionat	<input type="checkbox"/> Animals	<input type="checkbox"/> Fumadors

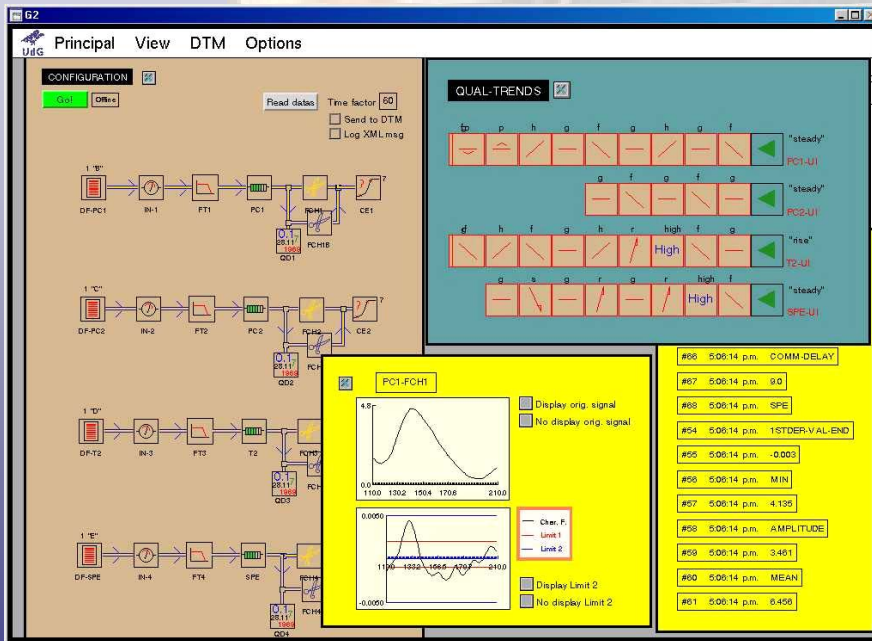
**Search**

*Restaurants*

<a href="#">Boira</a>	Plça Independència, 17
<a href="#">El Racó</a>	Carrer Sta Clara,47,
<a href="#">La Farinera</a>	Sta. Eugènia, 42

# Aplicacions

## Diagnosis basada en l'experiència



# Aplicacions

I en tots els àmbits

- Medicina:
  - Suport a la diagnosi mèdica
  - Tractament personalitzat
- Financer
  - Anàlisi de riscos
- Transports
  - Metro
  - Llums de trànsit
- Oci
  - Jocs per ordinador
  - Pel·lícules
- .....

# Aplicacions

Fins i tot el quotidià



# Atenció!

- Tasques formals → Bé
  - Jocs: dames, escacs, ...
  - Matemàtiques: demostració de teoremes, ...
  - Computació: verificació de programes, ...
- Tasques específiques/ d'experts → Bé
  - Enginyeria: detecció de fallades, planificació de manufactures, ...
  - Diagnòstic i seguiment mèdic
  - Anàlisis financer, ...
- Tasques quotidianes → ¿?
  - Percepció: visió i parla
  - Comprensió, generació i traducció de LN
  - Sentit comú
  - Control

# Què ens despara el futur?


## Una utopia...

- 2001 Odissea a l'espai
- Blade Runner
- Matrix
- Intel·ligència artificial (pel·lícula)

## Una realitat...

- Ajuda a discapacitats
- Suport a la decisió en gestió de crisis
- Filtrar/personalitzar informació al ciutadans
- ...



An aerial photograph of a city, likely Barcelona, is shown with a semi-transparent overlay of a computer motherboard. The motherboard is positioned diagonally across the image, with its components like the CPU, RAM, and various ports visible. The city's buildings and streets are visible through the transparency of the motherboard.

Gràcies per la seva atenció.

[blopez@eia.udg.es](mailto:blopez@eia.udg.es)  
<http://eia.udg.es/~blopez/>