

# A Arte do Simulacro -- ao Redor da Mente



*Helder Coelho*

*LabMAG e ICC, FCUL  
<http://di.fc.ul.pt/~hcoelho>*

*Universidade de Lisboa*

# Tópicos Centrais

“É sempre uma questão de provar o real através do imaginário,  
de provar a verdade pelo escândalo,  
de provar o trabalho por intermédio da greve,  
de provar o capital pela revolução.”

Jean Baudrillard.

1. Introdução
2. Agentes
3. GIA/FCUL
4. Conclusões



# Linhas de força



“Os media mais não fazem do que fazer desaparecer a realidade, mascarando ao mesmo tempo esse desaparecimento.”

“Os pensamentos são imagens mentais lógicas dos factos.”

Ludwig Wittgenstein, 1918.

**Cópia ou Imitação/Dissimulação/Simulacro**

**Hard ou Soft IA**

**Mente como Papel em Branco/Teatro**

# 1. Introdução

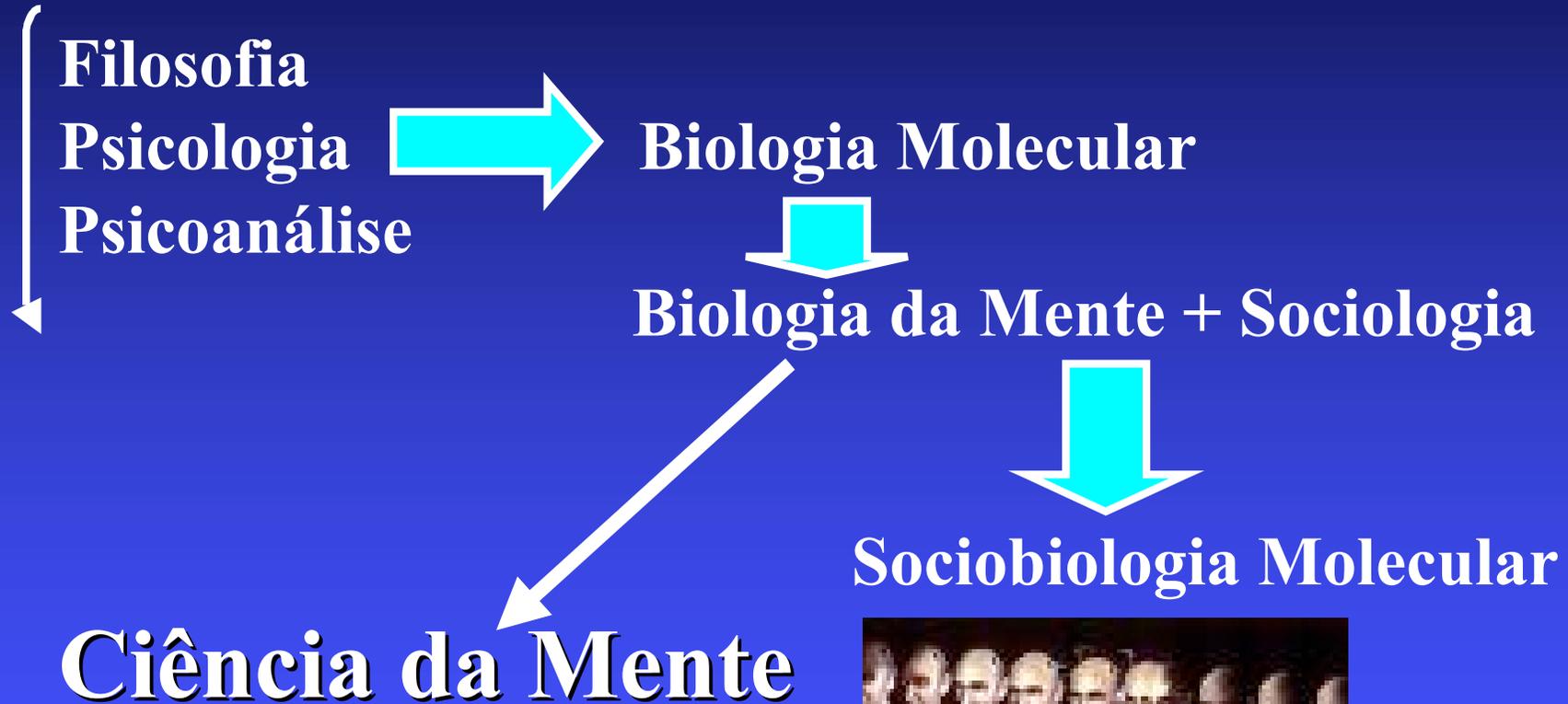
# Os dias de hoje

- **Como enganar o outro com duplos artificiais?**  
Num mundo de simulacros, de fingimentos, tudo é uma questão de provar a política pela “falsa política”, de provar o programa político e os discursos pela “falsa promessa”...
- **A linha que demarca real/irreal, autêntico/falso, original/cópia, em suma verdade/mentira, diluiu-se na sociedade do espetáculo (Debord, 1967).**
- **Em Ciência, não podemos fingir e fazer de conta. Não vale fugir da decepção, e há que enfrentar com método e confiança as situações complexas.**

# Inseparáveis

- O real não pode ficar num lado, e o virtual no outro. Como a mente não pode esgueirar-se do corpo.
- E, se Descartes não tivesse efectivamente inventado a mente, ao colocar sentimento e crenças num único órgão?
- Será que já sabemos o suficiente sobre o cérebro, após quase duas décadas de imenso labor? E, sobre a mente? A Nova Ciência da Mente está aí: compreender a mente em termos biológicos surgiu como o desafio central do século 21!

# Ciência da Mente: rede

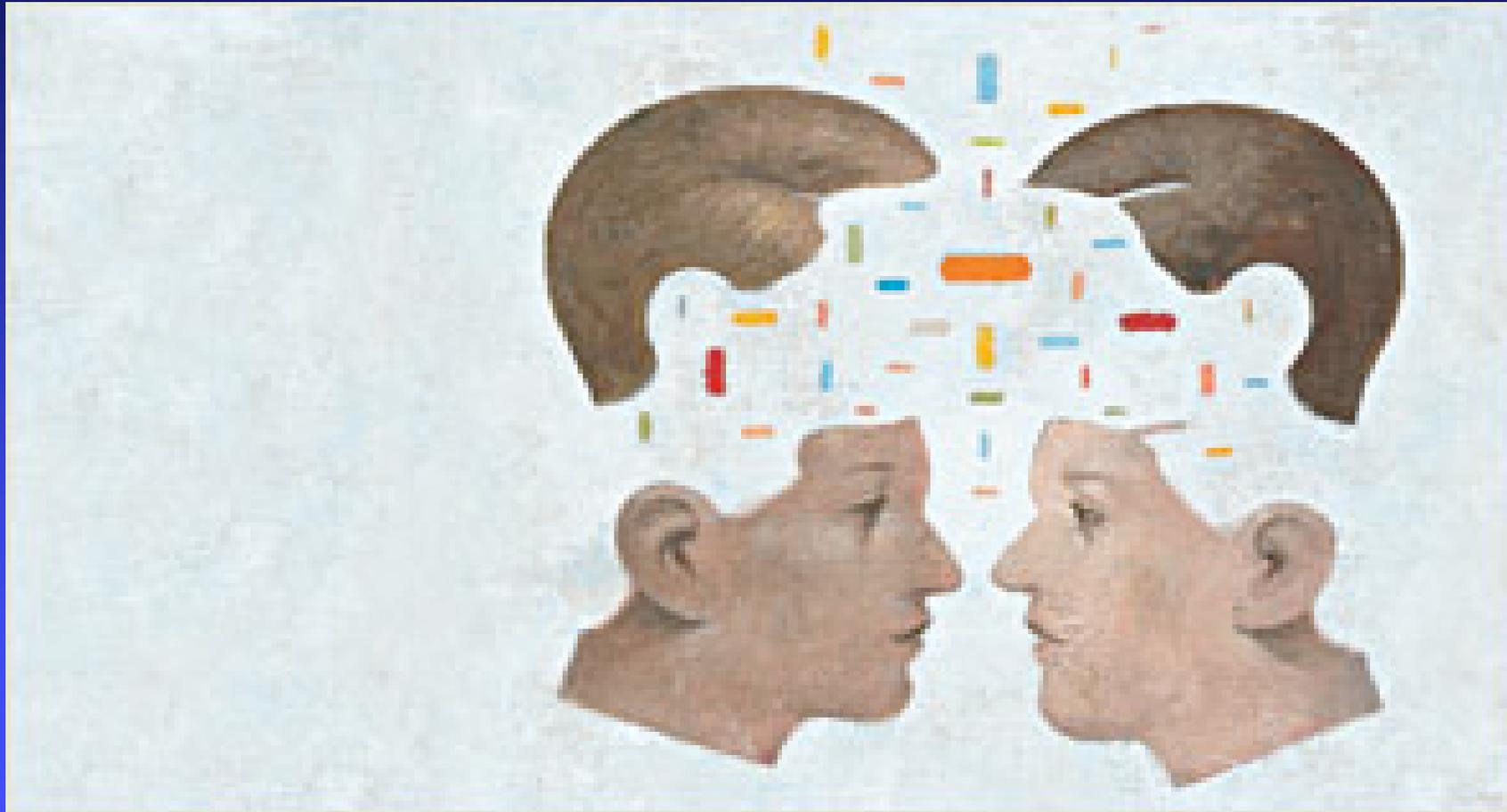


# Indizível

- “Quero sugerir que o conceito de mente constitui a imagem obscura que deixou obsecados os intelectuais ocidentais, na altura em que desistiram finalmente da imagem obscura que era o conceito de deus dos teólogos. O carácter indizível do mental cumpre a mesma função que a inefabilidade do divino -- o que sugere vagamente que a ciência não possui a última palavra”.

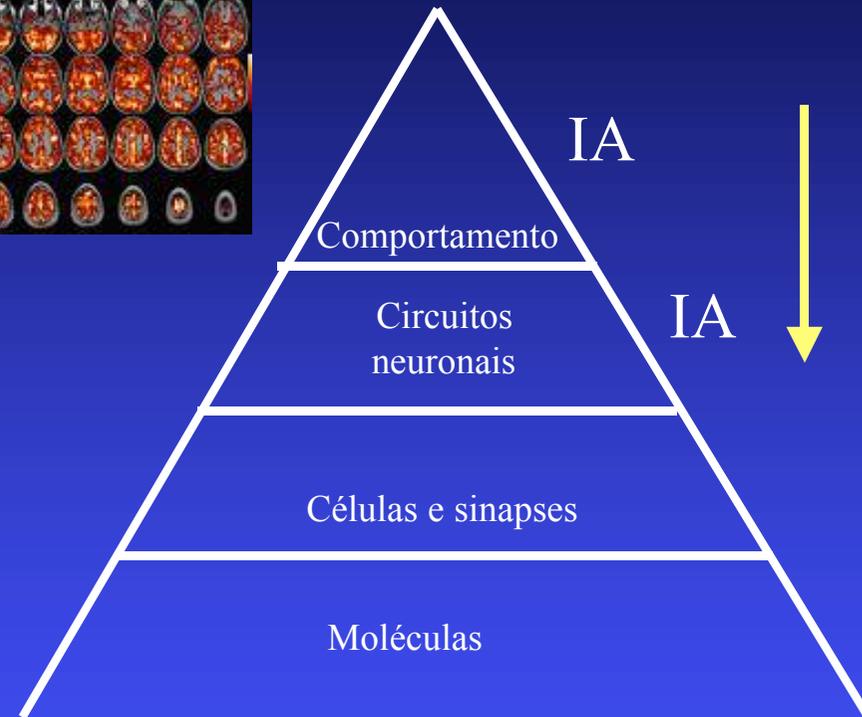
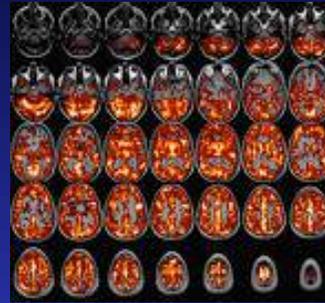
Richard Rorty in “Mind as Ineffable”, 1982, pag. 31.

# Mentes e interacções



# Territórios da Mente

- Psiquiatria
- Psicoanálise
- Psicologia (Cognitiva)
- Neurociências
  
- Biologia (Neurobiologia)
- E, a IA? E, os Agentes?



- Existem mistérios por desvendar, mas nem sempre no mesmo nível!

# Mistérios da mente

- Como trabalham as mentes e nos controlam através das crenças e desejos?
  - Como fabricamos os comportamentos?
  - Como escolhemos o que devemos fazer?
  - Como decidimos e passamos logo à acção?
  - Como descobrimos as consequências (negativas) de uma acção?
  - Como enfrentamos o desconhecimento, sobre o que acontecerá a seguir a um evento?
- (Minsky, 2006)

# Descobrir respostas

- Como se esclarecem os mistérios? A que nível?
- Exemplo de mistério biológico: O que acontece quando uma célula se divide, ou como se forma o centrossoma (torre de controle)?
- Mecanismo para a regulação da divisão e forma (esqueleto) das células: centrossoma. (Estamos num nível muito básico).
- R1: A torre velha serve de molde para a nova (cópia). FALSO.
- R2: Basta ter as plantas da torre (e não o molde): uma molécula, a proteína SAK (Martins, 2007).

# Anti-disciplina

Psicologia/Psiquiatria

“Todos os processos mentais são neuronais.”

Eric Kandel, 2005.

(Neuro)biologia



(Biologia dos processos mentais)

- Para a maioria das disciplinas da ciência existe uma anti-disciplina (Wilson, 1977), que é capaz de gerar uma tensão criativa na disciplina parente, desafiando a precisão dos seus métodos e das suas teses, conseguindo sugerir vias de acesso, metodologias ou pontos de vista.

# (Neuro)biologia

“De maneira geral, acredito que uma Biologia Geral espera por fundação.  
E, acredito que os agentes autónomos serão centrais para esse esforço.”  
Stuart Kaufmann, em Investigations, 2000.

- **A Biologia está hoje em dia preparada para abordar os problemas de ordem mais elevada dos processos mentais, no nível celular: resolver a compreensão dos problemas, fornecendo um novo nível, mais abstracto, do entendimento dos mecanismos, dos dispositivos e dos aparelhos.**
- **Exemplos: olho nos mecanismos moleculares por Bonnie Bassler, Princeton University, e Xiaowei Zhuang, Harvard University.**

# Conversas entre Bactérias

- Bassler descobriu que as bactérias têm capacidade de falarem entre si, a exemplo do que ocorre com as células do corpo humano (linguagem química).
- Mecanismo “quorum sensing”: as bactérias (*Vibrio harveyi*) calculam o seu número para determinarem quando atingem uma massa crítica. E, só então, mudam o seu comportamento em uníssono (emitem luz) para realizarem processos que exigem que muitas delas actuem em grupo para serem efectivas (virulentas).

# Conversas entre Bactérias

- **AI-2: linguagem molecular para construir conversas e conspirações:**
  - ◆ Criar redes sociais (alianças) com outros tipos de bactérias e para benefício mútuo,
  - ◆ Descobrir mudanças no ambiente,
  - ◆ Conspirar com outras da sua espécie,
  - ◆ Ganhar vantagem sobre a competição, e
  - ◆ Comunicar com os seus hospedeiros.
- **Mecanismo de “quorum sensing”:** poder e decisão. Existe uma interligação entre a dinâmica social e a organização.

# Imagiologia Molecular

- Xiaowei Zhuang está a estudar os mecanismos moleculares dos processos biológicos complexos.
- Vias: 1) Explorar as técnicas de imagiologia óptica para acompanhar, em tempo real, o comportamento das moléculas biológicas individuais; 2) Criar filmes moleculares dos processos biológicos visando obter a compreensão desses processos.

Ver para crer!

# Mecanismos e mecanismos...

- Activadores: aprendem com accionar um certo método (uso de conhecimento positivo).
- Censores: impedem que certas coisas sejam feitas (uso de conhecimento negativo).
- Pacificadores: aprendem o que fazer (consenso) quando existe conflito entre 2 ou mais métodos.
- Críticos: reconhecem os tipos de problemas e recomendam múltiplos métodos (de pensar).
- Selectores: activam recursos, que se julgam ser os melhores, para agir como modos de pensar.

# Antidisciplina da IA

- A Neurobiologia é também a antidisciplina da IA e dos Agentes.
- Devemos inspirar-nos nela para sermos mais criativos e inovadores, e deixarmos de ser impressionados apenas com os simulacros.



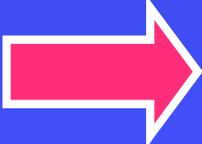
# 2. Agentes

# IA: Olho nos Agentes

- Mais de 126 Congressos em 2005, e só o AAMAS teve 29 Workshops; o AAMAS06 teve 31.
- IJCAI07: Raciocínio (16.5%); Agentes (10.4%).
- ECAI06: Representação do Conhecimento (34.1%); Agentes (22.1%).
- IJCAI05: Aprendizagem (22.2%); Agentes (10.4%).
- 1980: DAI Workshop (EUA); 1989: MAAMAW.

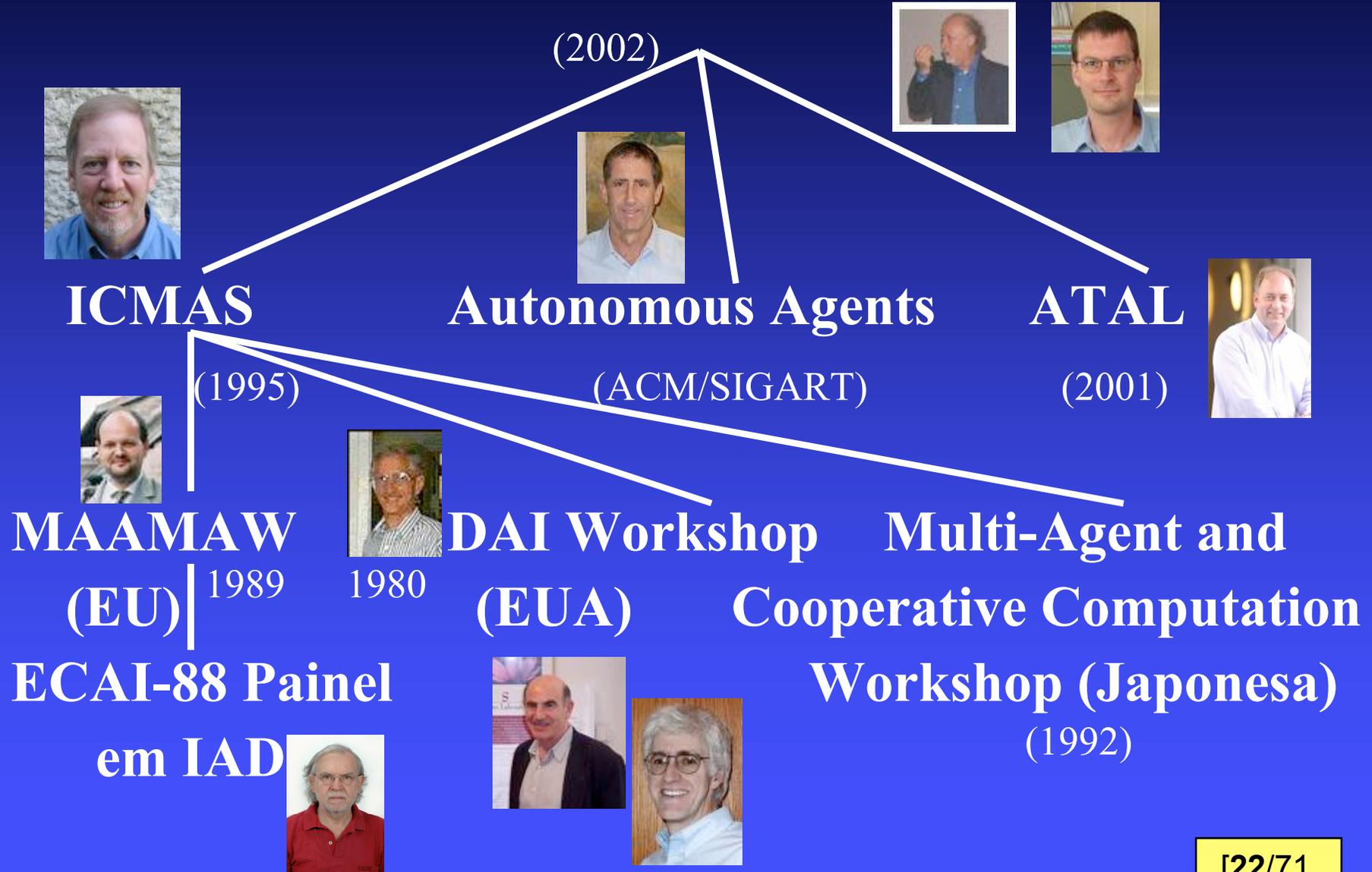
Anos 80

Anos 90

Agentes Isolados  Sistemas Multi-Agente

# AAMAS Conference

(Autonomous Agents and Multi-Agent Systems)



# Últimos AAMAS

## 2008: Lisboa

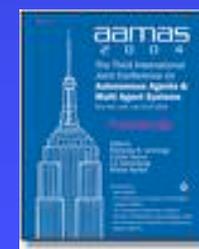
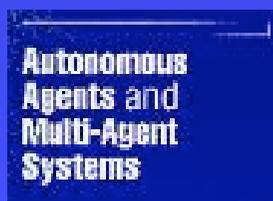
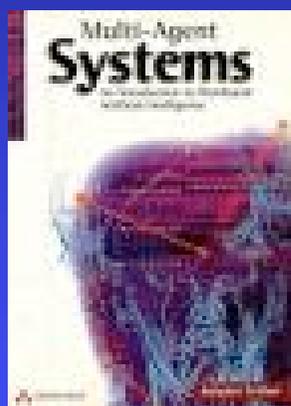
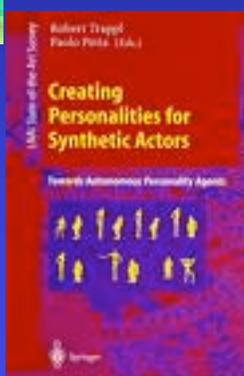
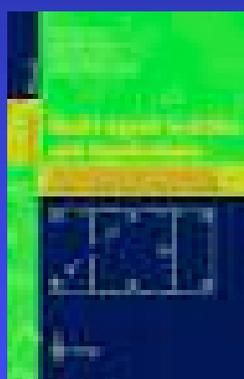
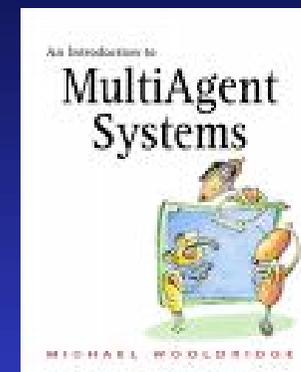
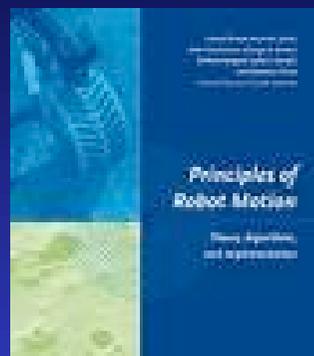
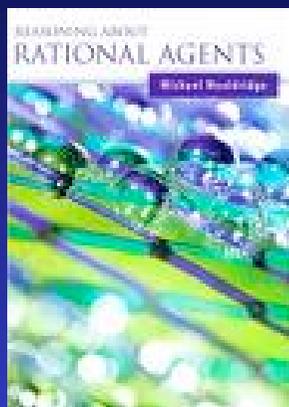
- 2007: Honolulu
- 2006: Hakodate
- 2005: Utrecht



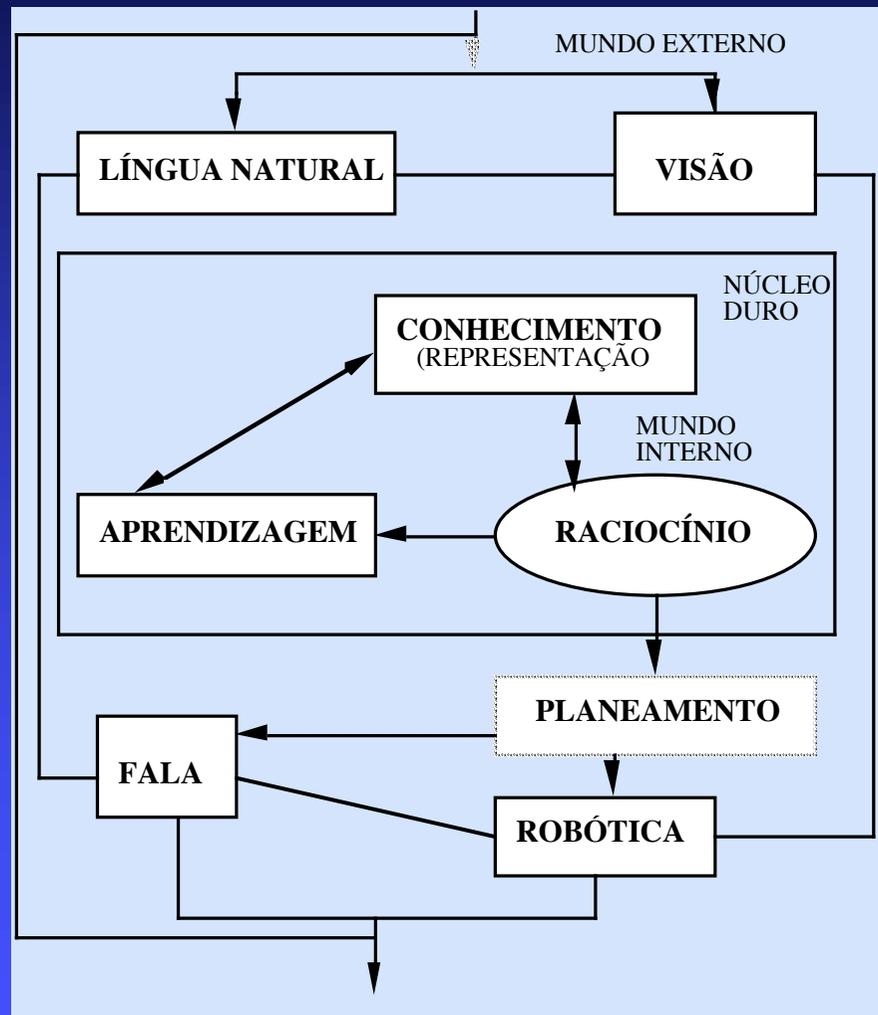
# Áreas Quentes: AAMAS06

- **Argumentação e Negociação.**
- **Planeamento e Procura.**
- **Cooperação e Coordenação.**
- **Aprendizagem.**
- **Lógicas para Sistemas de Agentes.**
- **Confiança e Reputação.**
- **Atribuição de Tarefas e Recursos.**
- **Leilões e Mercados Electrónicos.**

# Livros



# Mapa da IA: olhar o agente



# Agente: Mente e Corpo

Agente =  $\langle P, A, I, in, out \rangle$

Ambiente =  $\langle A, P, ver, fazer \rangle$



# Evolução da Informática

70's	80's e 90's	90's e 00's
Programação	Programação	Programação
Estruturada	Orientada a	Orientada a
(SP)	Objectos (OOP)	Agentes (AOP)

Máquinas de Turing → Máquinas de Interação

Algoritmos → Interação

*(Wegner, 1995)*

# Norma

- Os múltiplos agentes são a norma para representar:

- ◆ Descentralização natural
- ◆ Diversos locais de controlo
- ◆ Várias perspectivas
- ◆ Interesses em competição

*Grande Complexidade*

- Hipótese da Adequação: As abordagens orientadas a agentes podem aumentar a nossa capacidade para modelar, projectar e construir sistemas de programas distribuídos e complexos.

# AAMAS2007

- **Ataque a problemas complexos (muitas vezes NP completos, com muitos estados e acções) do mundo real, com soluções (multi-agente e redes):**
  - ◆ **Afectação de recursos em ambientes estocásticos (Planeamento),**
  - ◆ **Processos de fabrico de semicondutores (Coordenação),**
  - ◆ **Optimização de políticas locais (afectação distribuída de tarefas) com aprendizagem por reforço e auto-organização,**
  - ◆ **Gestão de fluxos de tráfego aéreo (Coordenação),**
  - ◆ **Optimização de apostas em leilões de artigos de 2<sup>a</sup> mão.**

# Organizações

## ■ O contexto organizacional:

### ◆ Influencia o comportamento dos agentes

- ◆ As relações necessitam de ser explicitadas: pares (“peer”), equipas, coaligações, cadeias de autoridade.

### ◆ É sujeito às mudanças em progresso:

- ◆ Fornece um aparelho computacional para criar e desmembrar as estruturas.

# Ataque à Complexidade

- **Complexidade Fisiológica: tamanho da aplicação.**
  - ◆ **Solução: Decompor em partes mais pequenas, mais manipuláveis e reutilizáveis (via cartesiana).**
- **Complexidade Social: número e complicação das interacções. Exemplo: Software (serviços da Web).**
  - ◆ **Observação: As componentes podem ser autónomas e a natureza das interacções ser aberta**
  - ◆ **Solução: Via (holística) dos agentes.**
- **A complexidade relaciona-se não só com a estrutura da entidade ou sistema, mas também com a mudança e a evolução da estrutura.**

# Analogias

## Sistema Complexo

Sub-sistemas

Componentes Sub-sistemas

Interacção entre Sub-sistemas  
e componentes Sub-sistemas

Relações entre Sub-sistemas  
e componentes Sub-sistemas:

- muda ao longo do tempo
- trata colecções como unidades  
coerentes únicas.

## Sistema Baseado em Agentes

Organização de agentes

Agentes

Cooperando para alcançar  
objectivos comuns

Coordenando as suas acções

Negociando para resolver conflitos

Mecanismos explícitos para  
representar e gerir relações  
organizacionais

Estruturas para modelar colectivos.

# Dos Agentes aos Multi-Agente

- O que é novo?
- Como é útil?
- Onde está a ciência?

**Agentes**



Acção autónoma persistente em mundos complexos...

**Agentes Sociais**

Interacção social e Personalidades



**Sistemas Multi-Agente**



Coordenação complexa

# Trança de Tópicos

## ■ O que é novo?

- ◆ Agência autónoma,
- ◆ Interação e sociabilidade,
- ◆ Colaboração e coordenação.

## ■ Como é útil?

- ◆ Educação, Comércio Electrónico, Entretenimento.  
Produção Fabril, Exploração, Investigação, Cultura...

## ■ Onde está a ciência interessante?

- ◆ Dinâmica e adaptação de agentes/multi-agente para obter robustez e escalabilidade.

# Computação como Interação

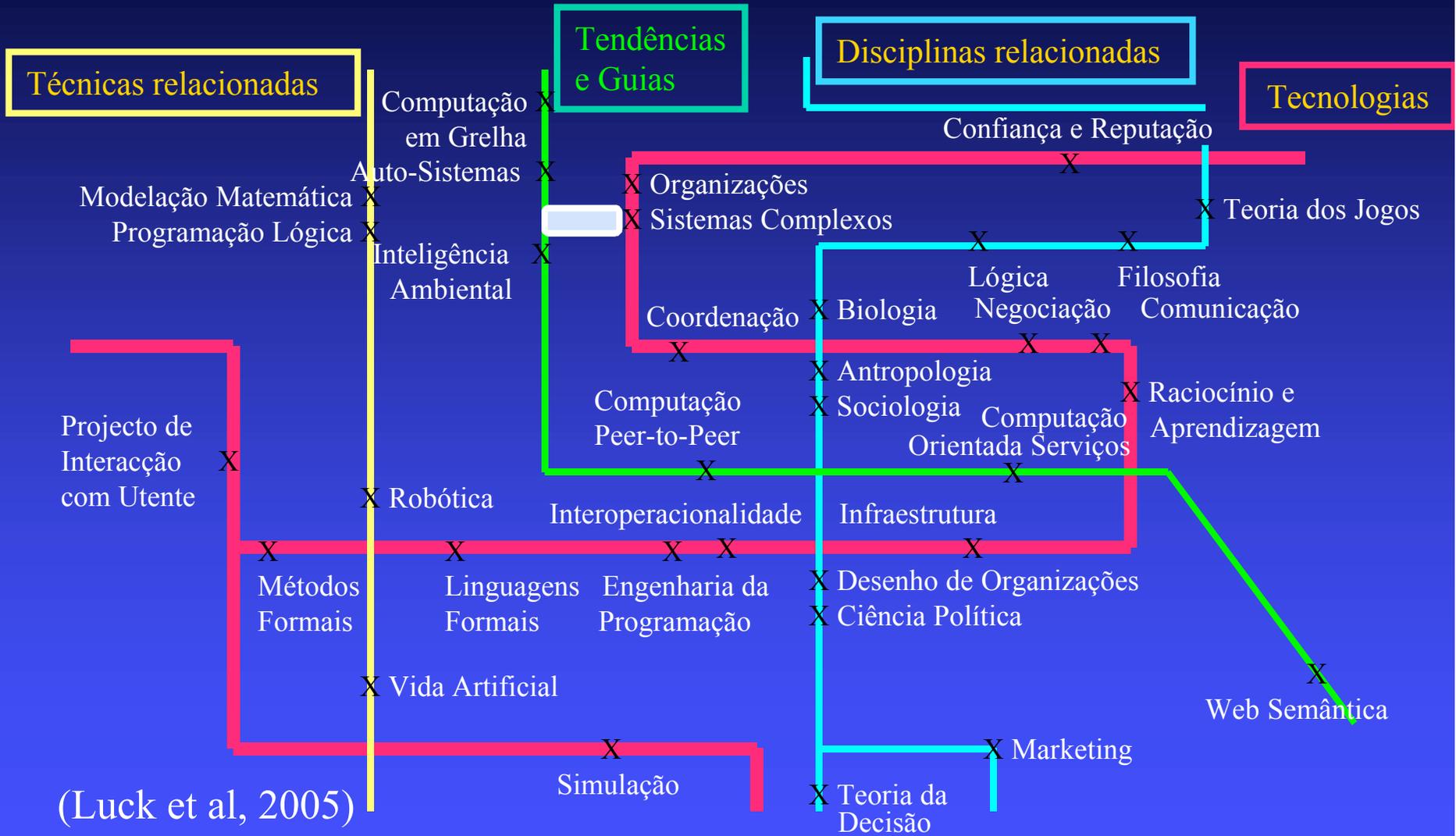
- **Agentes actuam independentemente: são autónomos.**
- **Adequam-se ao ambiente: exploram convenções.**
- **Tomam decisões informadas: são conhecedores.**
- **Enfrentam diversidade: são de banda larga e flexíveis.**
- **Não falham: exibem persistência e continuidade.**
- **Adaptam-se à mudança: reorganizam-se e aprendem.**

**Construir estas aptidões em infraestruturas!**

# Agentes hoje em dia

- A área pode tombar para a vertente tecnológica (sem fundamentação científica) se não se recorrerem a métodos independentes e objectivos.
- Por exemplo, a Psicanálise ao fugir da ciência privilegiou o predomínio da perspicácia clínica em detrimento de experiências criativas e críticas capazes de confirmar as suas conjecturas.
- Consequência: A evolução científica consegue-se propondo novos métodos para testar ideias mais excitantes. Adotar 2 vias, a conceptual e a experimental, sobre como a mente trabalha!

# Mapa de Estradas da AgentLink



# 3. GIA/FCUL



# Estudar os percursos

- **Trabalhar em ciência é como andar à procura de rotas imaginativas numa grande cidade. Mas sem mapas, sem olhar e estudar os espaços de navegação dos outros cientistas não captamos a floresta, descortinamos apenas algumas árvores. Viramos cartesianos, simples e modestos reducionistas.**
- **Como progredir? Como resolver os problemas? Como desbloquear os impasses? Como dar saltos em frente? Como olhar para o lado e reparar que ali está algo que faz muito sentido? E, a política?**

# Controvérsia e crítica

- Inexistência de um paradigma de programação bem definido para sistemas distribuídos.
- O termo *agente* é usado incorrectamente para descrever programas em geral, porque as suas definições são vagas e pouco rigorosas.
- O paradigma dos agentes tenta resolver o “problema do mundo fechado” na orientação a objectos.
- A comunicação social confunde e manipula o público, como na IA, porque visa o espectáculo.

# O que Somos

- Q: Agentes que planeiam num mundo social?
- R: Preparamos planos de acção, antecipadamente, e suportamos formas complexas de organização para interactuar com o ambiente que nos envolve face ao estado futuro do mundo.

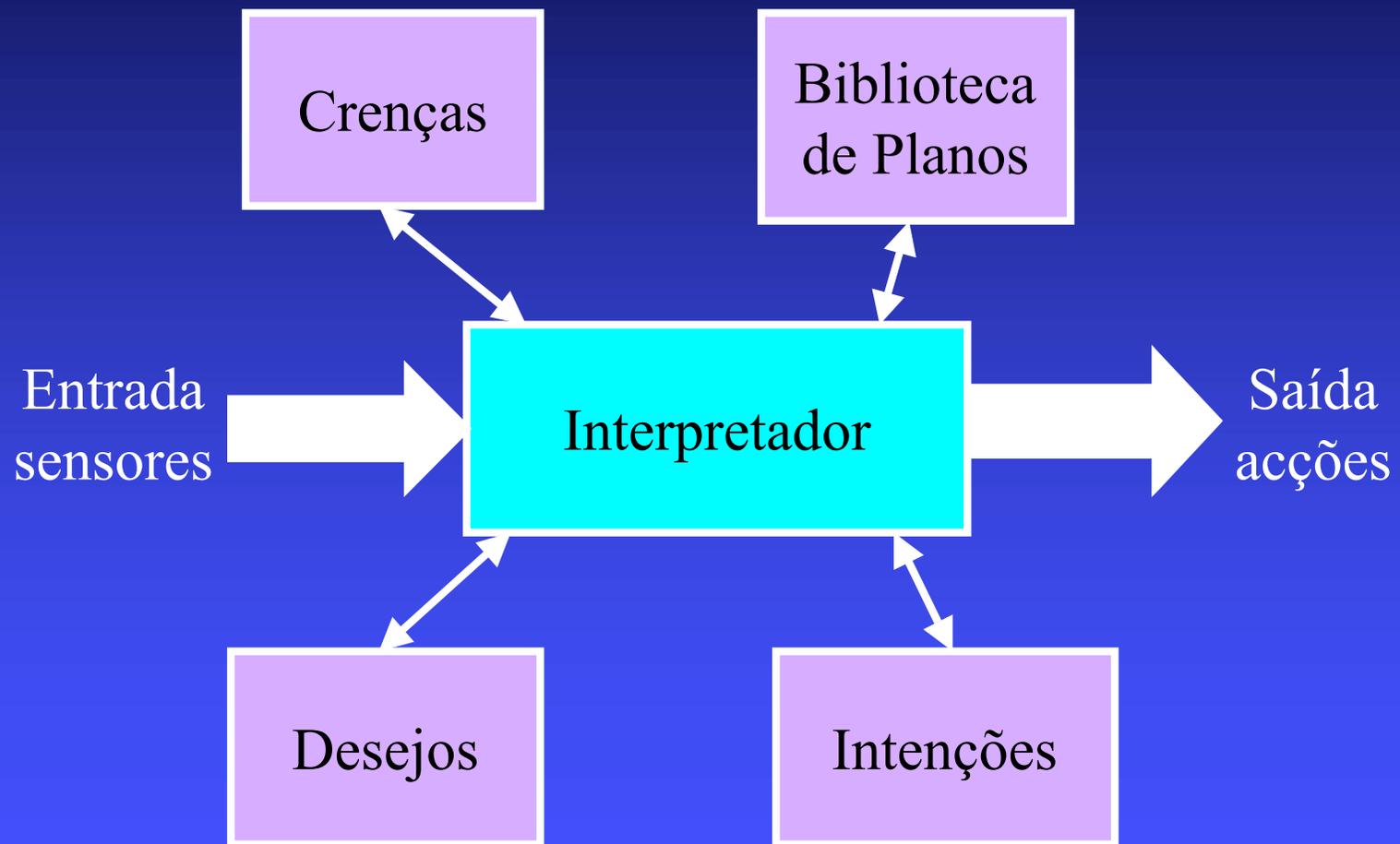


# Escala da Cognição

(Explicar como uma mente funciona)



# Estrutura de um agente BDI

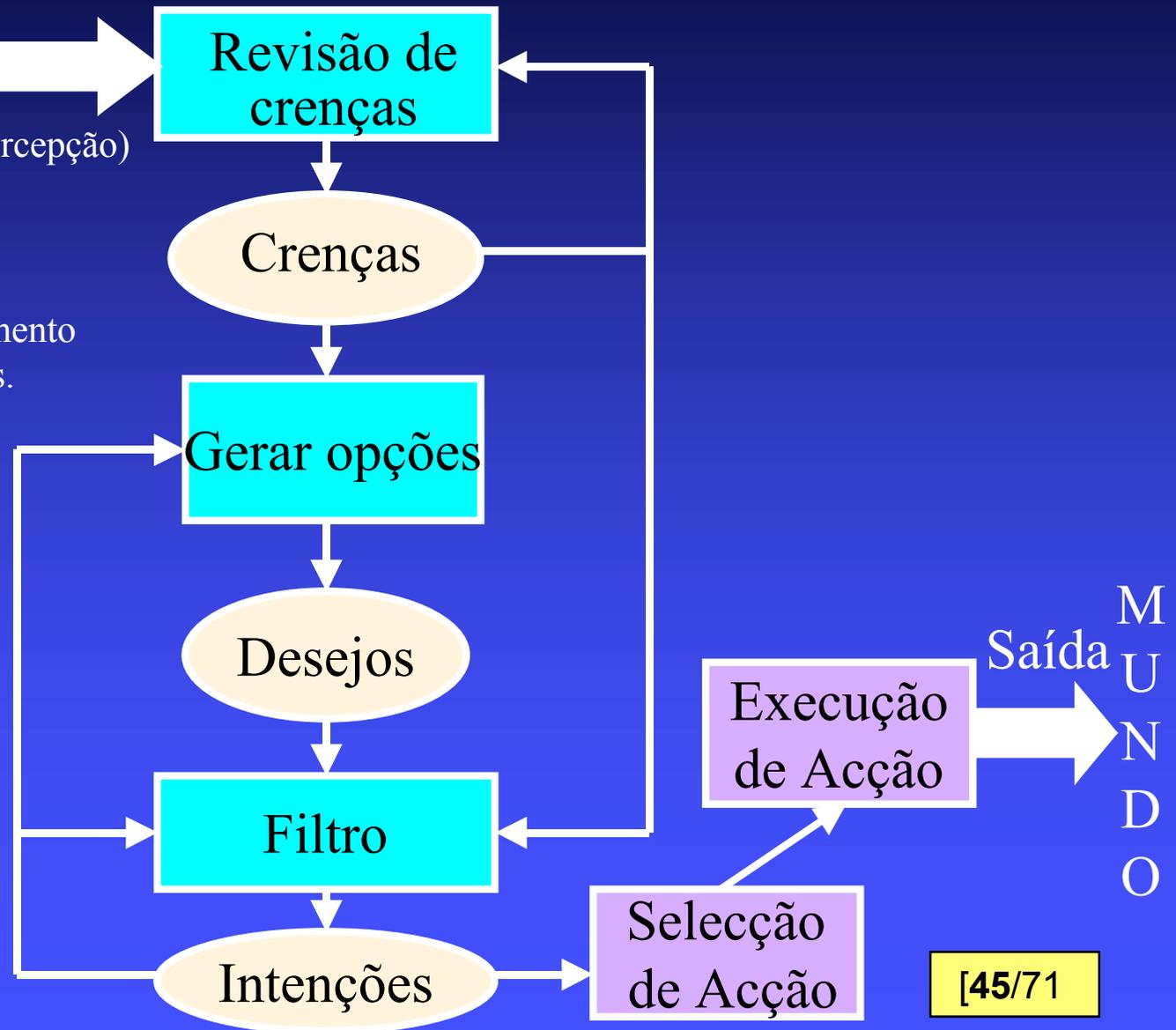


# Função de um agente BDI

M  
U  
N  
D  
O

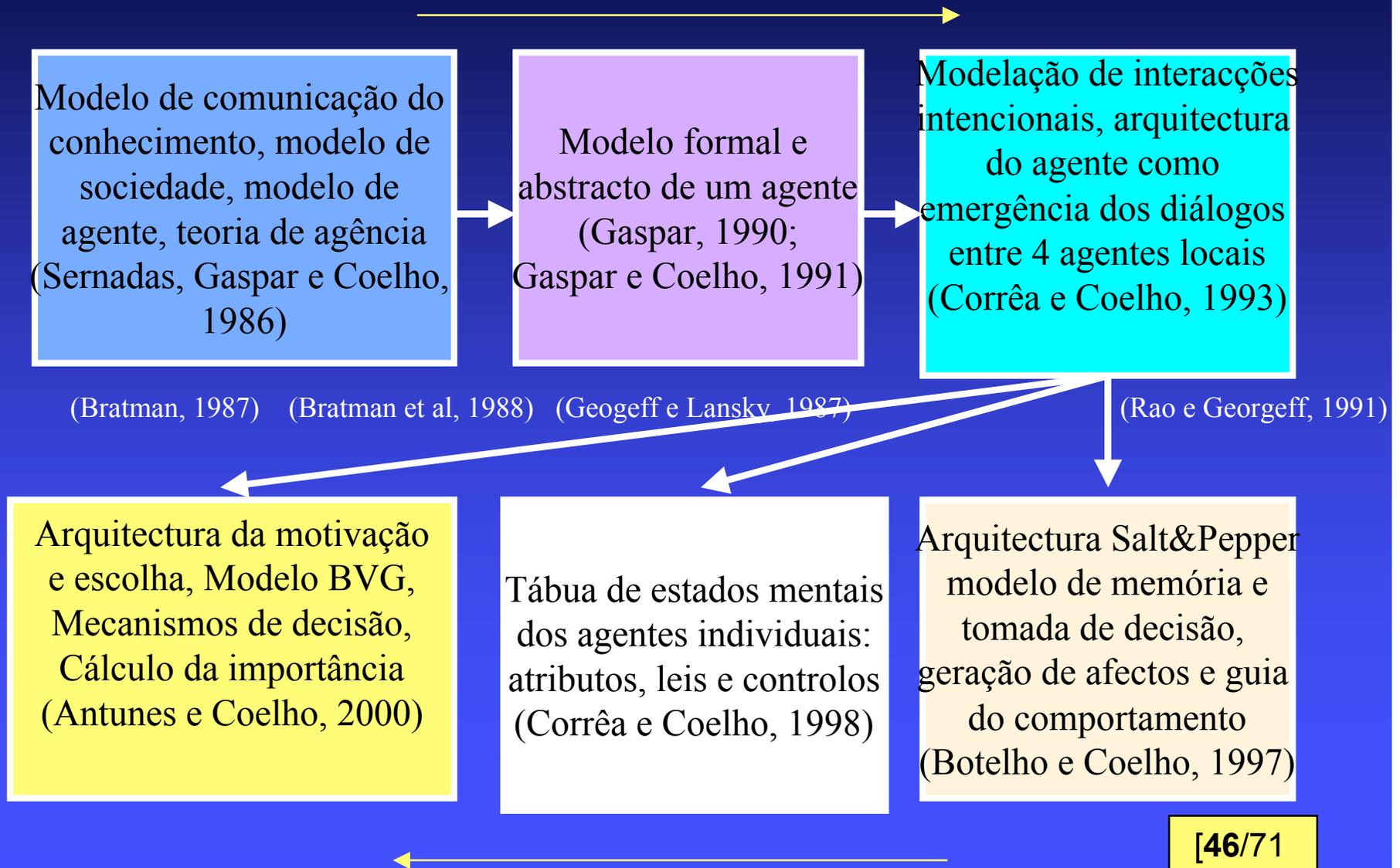
Entrada  
Sensores  
(comunicação e percepção)

Estado interno de processamento  
descrito por estados mentais.



# Evolução das Ideias: 80's e 90's

(Grupo de HC do GIA/FCUL)





# Escolha e Decisão

(Grupo de HC do GIA/FCUL)

**(Caldas, 2000):** Acção e ordem sob a incerteza e a interacção; escolha individual e instituições; coordenação e acção colectiva; ideia de meta-agência.

**(Ladeira, 2000):** Quantificação e manipulação de crenças; raciocínio probabilístico e tomada de decisão com diagramas de influência.

**(Louçã, 2000):** Tomada de decisão estratégica: modelização do raciocínio multidimensional com cartas cognitivas.

**(Flores, 2005):** Negociação pedagógica e probabilística num ambiente multi-agente de aprendizagem colaborativa; interacção argumentativa com redes bayesianas.

# Para além das BDI's

(Grupo de HC do GIA/FCUL)

**(Corrêa e Coelho, 2004):** Tábua de estados mentais para agentes individuais e colectivos; experimentação em Psicologia Clínica.

**(Coelho, 2006):** Modelos de deliberação e controlo de agentes; poder individual e vontade; proto-arquitectura do processo de decisão; qualidade predicativa; meta-agente para construir a mente de um agente dinâmico.

**(Silva, 2007):** Agentes em ambiente estocástico; busca-e-salvamento: arquitectura, método de (re)construção de equipas e modelo de decisão em incerteza (MDP's); coordenação e política de acção.

**(Cascalho, 2007):** Experimentação dos atributos dos estados mentais; sintonização para fixar carácter de um agente.

# Mecanismos e Ferramentas

(Grupo de HC do GIA/FCUL)

**(Moniz, 2003):** Ambientes de desenvolvimento avançado e assistido para a construção de aplicações (para as fábricas de agentes).

**(Urbano, 2004):** Formação descentralizada de consensos (decisão colectiva comum) em sociedades de agentes sem estrutura organizacional: coordenação de agentes e selecção de regras sociais que regulam os conflitos inter-individuais.



**(Nóbrega, 2007):** Ferramentas (editor MetaSketch) para apoiar as linguagens de modelação.

# I&DE do GIA: síntese

## ■ Arquitecturas Cognitivas

### ◆ Deliberação

- ◆ Raciocínio
- ◆ Planeamento
- ◆ Negociação

### ◆ Tomada de Decisão

- ◆ Escolha
- ◆ Acção

### ◆ Poder

### ◆ Emoção

### ◆ Comunicação

## ■ Arquitecturas Reactivas

## ■ Ferramentas

### Pontos de Vista sobre Agentes:

- *Funcional*
- *Mental*
- *Processual*
- *Comportamental*

# Motivação: busca-e-salvamento

Conciliar, em cenário de desastre, as decisões guiadas pelo *interesse colectivo* com as que visam o *interesse individual*.



## ■ Ambiente multi-agente:

- ◆ hostil,
- ◆ estocástico,
- ◆ parcialmente observável, e
- ◆ com restrições à comunicação.

# Alvos interessantes

- **Como enfrentar situações de emergência e catástrofe salvaguardando os benefícios individual e colectivo:**
  - Complexidade
  - Força individual (para intervir)
  - Necessidade de equipas (entra-ajuda)
- **Situações de interacção: atitudes de cooperação ou de dissidência, onde as decisões individuais influenciam-se umas às outras.**

# Lugares de decisão

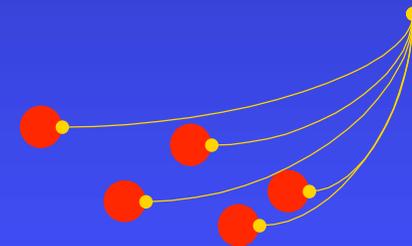
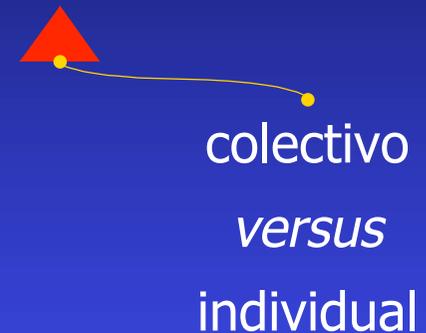
Simulação



RoboCupRescue ( $\pm$  130 agentes numa cidade)

Centro de Comando

Atitude: **coordenar**



Indivíduo

Atitude: **cooperar**

# O que falta ainda fazer?

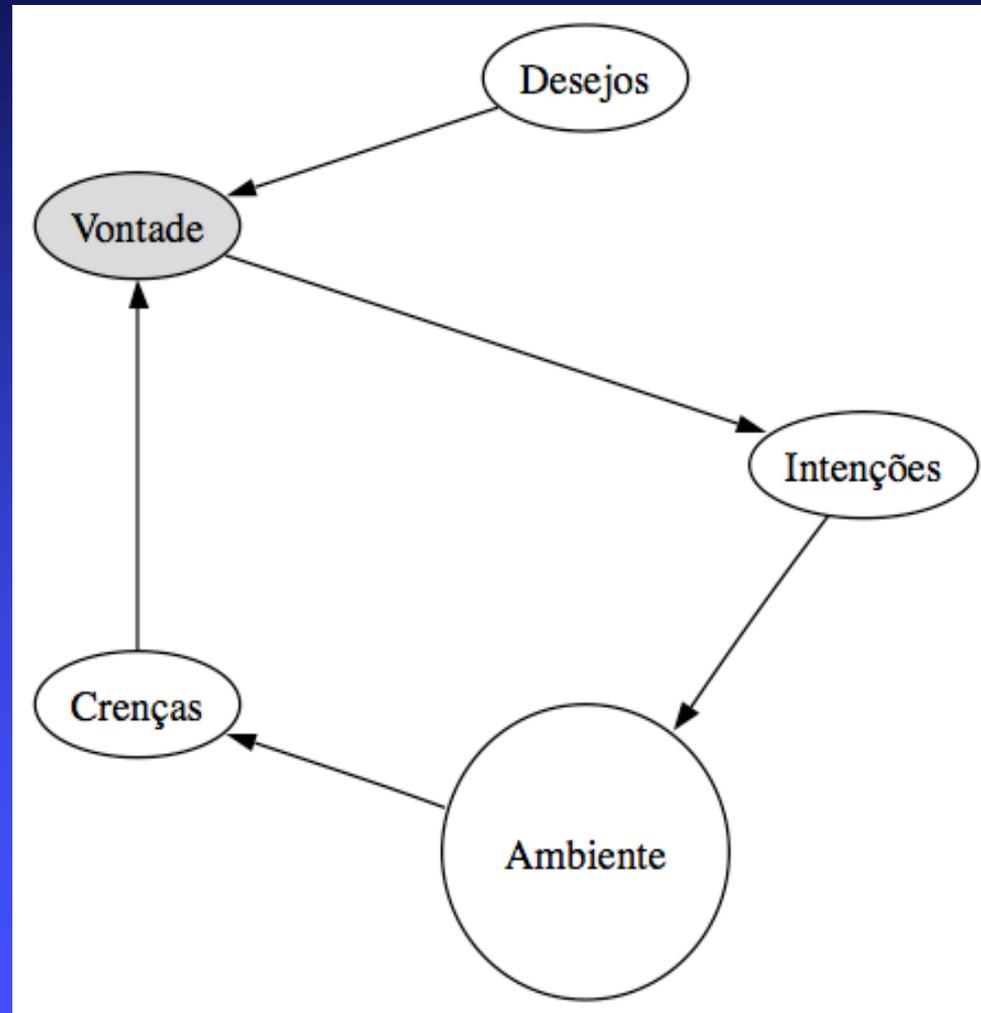


## ■ Dentro da Mente:

- \* Que estados mentais? BDI, BDIE, BVG, BDIV, ...
  - \* Que aparelhos: Deliberação, Reacção, Geração, Reconsideração, Decisão, ....
  - \* Que mecanismos: Filtros, Anotadores, Sintonizadores, ...
  - \* Que instalações: mundos, cenários, ambientes, ...
- Mix de BDI's e MDP's para a complexidade: aliança das heurísticas com a decisão teórica para alcançar o óptimo.

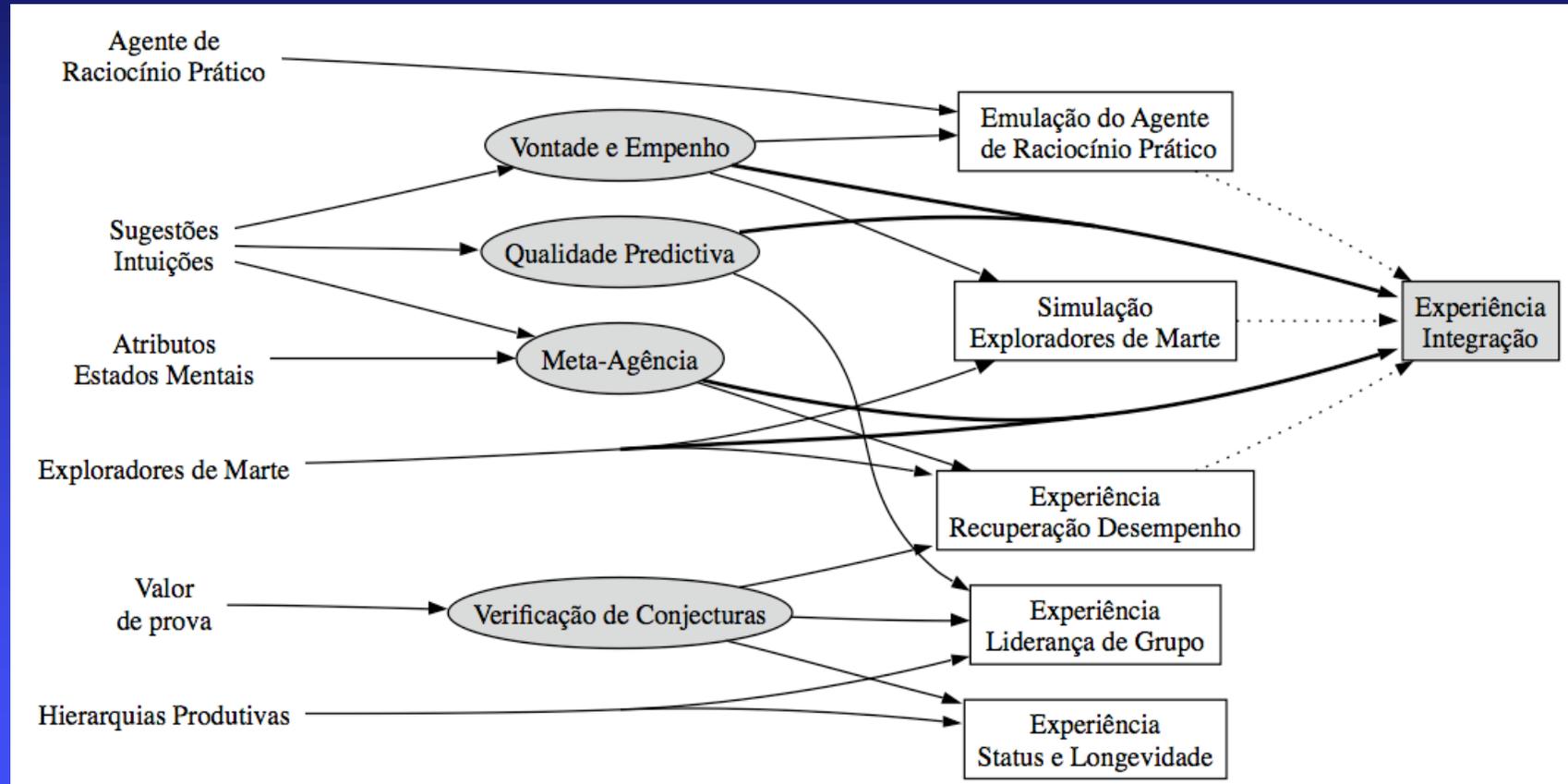


# Revisão da BDI: vontade



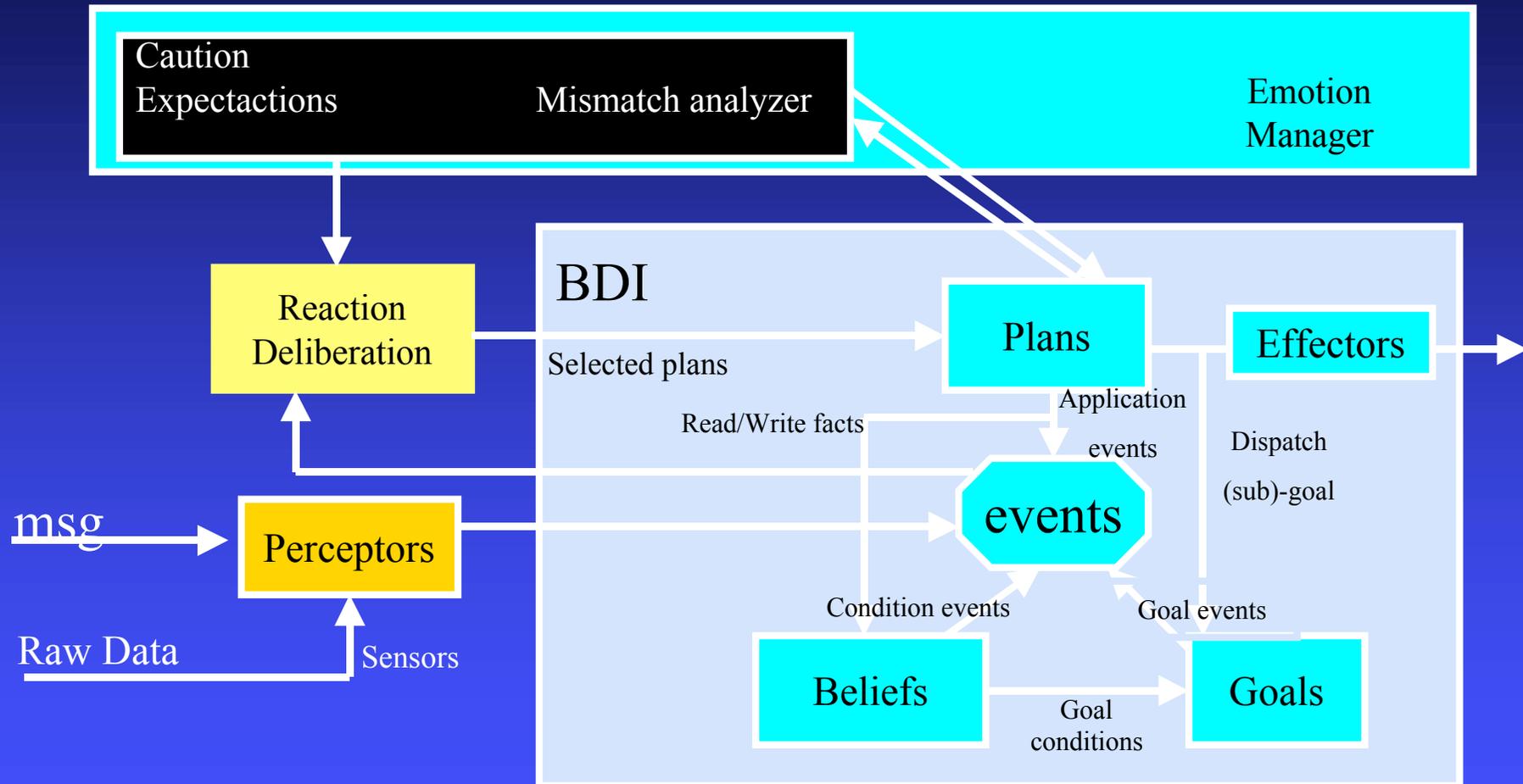
F. Coelho, 2006

# Agente interventor



F. Coelho, 2006

# Agente cauteloso



Agent Core Architecture (Castelfranchi et al., 2006) no projecto MindRaces da CEE

# Arquitectura para a diversidade

- Um agente para ser inteligente não precisa apenas de procurar formas alternativas de resolver problemas e de alcançar objetivos, é preciso que ele consiga:

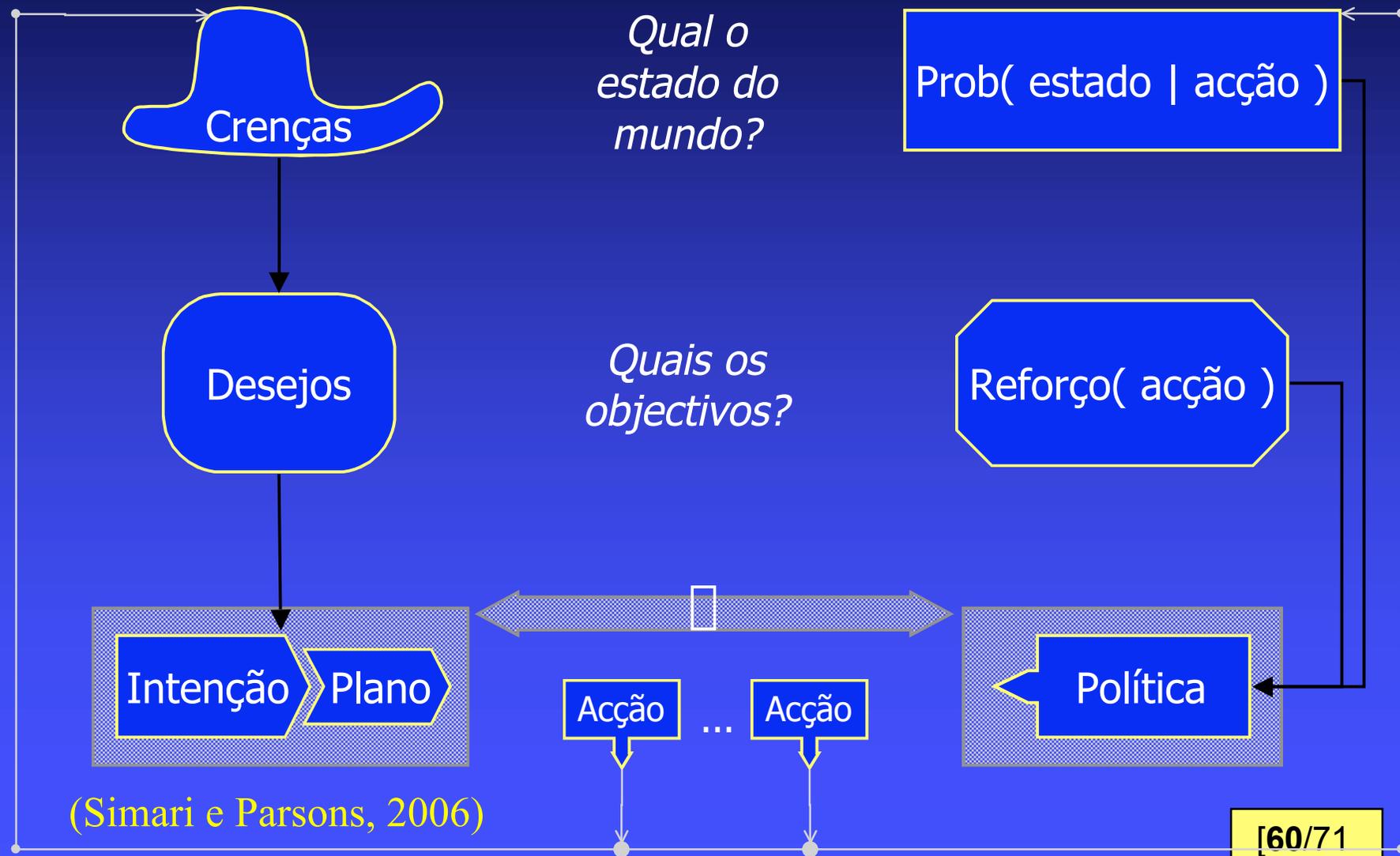


- ◆ Manipular múltiplas representações.
- ◆ Explorar o espaço do próprio pensar.

(Singh, 2005)

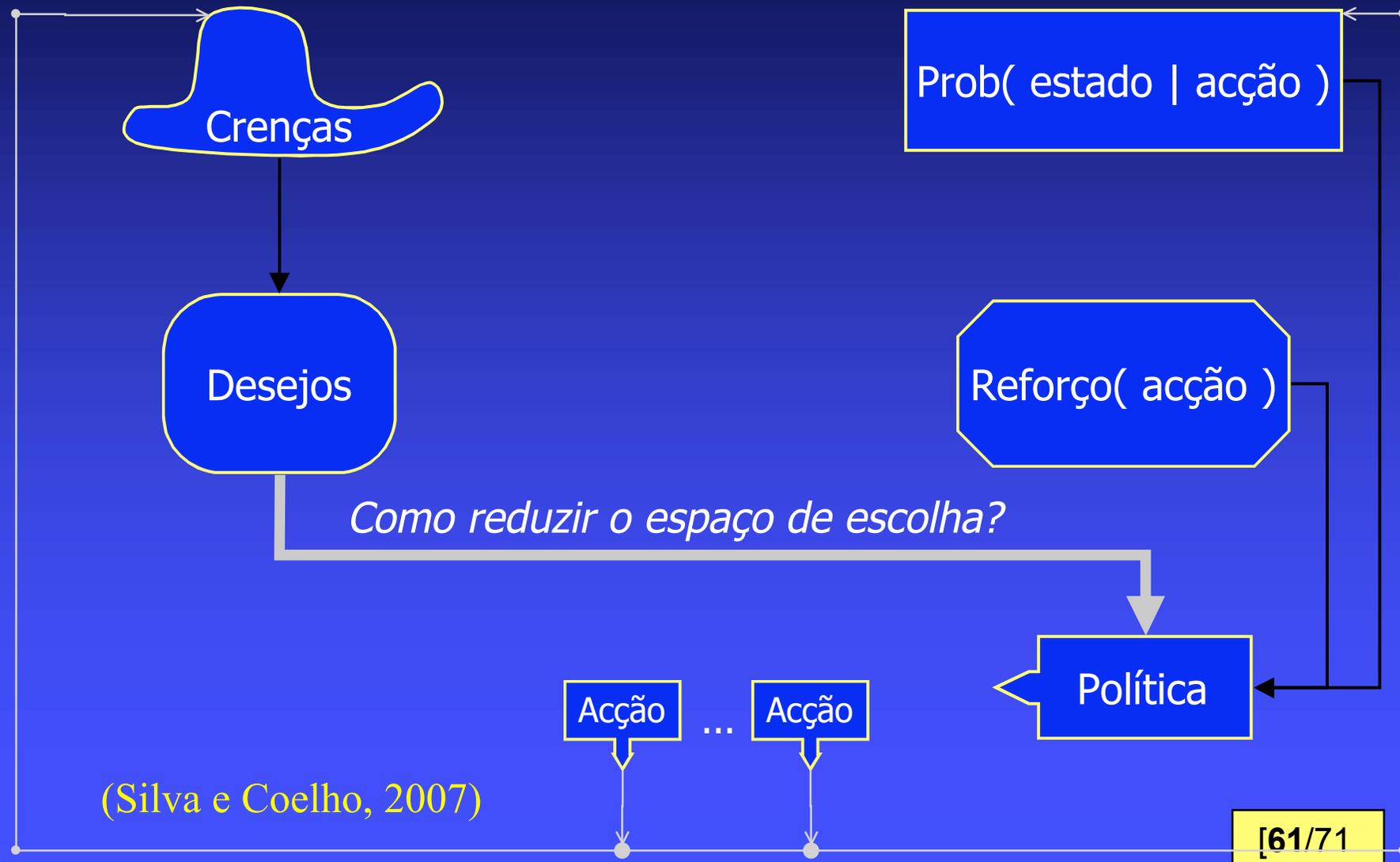
# BDI & MDP

(agente único)



# Intenções Conjuntas & MDP

(CvI e múltiplos agentes)



# Limites do Modelo BDI

(BDI captura o raciocínio que conduz à acção/objectivo)

- Inadequado para certos tipos de comportamentos.
- Discutível para problemas duros e pesados.
- Falta de estruturas para as equipas e o social.
- Estratégias de decisão não realísticas.
- Ausência do conceito de tempo para a acção.
- Falta de competência de aprendizagem e de funcionalidades multi-agente explícita.



# Ter uma Mente

- Não é possuir 3 estados mentais (BDI), um raciocínio prático (“means-ends analysis”), arrumado com dois ciclos de controle (deliberação e filtragem). Que personalidades e temperamentos podemos gerar?
- O carácter de um agente mede-se pela rapidez das suas acções e de acordo com os seus impulsos (grau de tensão e força de vontade). O curso das suas acções regula-se e modifica-se através da sua capacidade de intervenção (poder-de): “quorum sensing”.
- Onde estão os poderes de regular a sua mentalidade? Onde estão a insistência, a importância, a urgência, a satisfação ou a incerteza, e como as explorar?



# Ter uma Mente

- A característica crucial de um agente inteligente é ser pró-activo (e, não apenas reactivo, para sobreviver): capacidade para enfrentar o futuro à custa de representações mentais (dos próximos efeitos e dos resultados intermédios da acção) ou de alguma forma de aprendizagem.
- Ter uma mente quer dizer possuir representações antecipadas, previsões, objectivos (e, não apenas o trio clássico da percepção-crenças-memória), motivos, impulsos, interesses e vontade para os executar. Saber fazer não basta, é preciso agir impiadosamente para sobreviver.

# E, para quê?

- Para guiar e orientar o seu comportamento (acções) de forma autónoma, fugindo dos perigos e das armadilhas inesperadas.



(Corrêa e Coelho, 1993)

(Castelfranchi et al, 2006)

- As expectativas podem ajudar a sintonizar o carácter individual ou colectivo.

# Anatomia Cognitiva

- **As expectativas têm um papel funcional particular no raciocínio prático que é melhor entendido quando aqueles estados mentais são definidos de modo composicional. Por exemplo, expectativas fortes e negativas podem impedir a activação de objectivos.**
- **Os estados mentais podem ter uma dimensão quantitativa: valor de um objectivo e força de uma crença. O carácter subjectivo global de um estado mental pode ser compreendido através de um espectro de parâmetros (atributos).**

# Inteligência Mais

- Não é só a capacidade para ter comportamentos complexos e adaptativos (insectos sociais, aranhas), ou capacidade para resolver problemas (por tentativa e erro).
- Mas, capacidade 1) para resolver um problema através do trabalho sobre a representação interna de um problema; 2) para actuar sobre imagens com acções simuladas, os modelos mentais, as representações simbólicas através de acções mentais, transformações (raciocínios), e, tudo isto, antes de realizar as acções no mundo.

# 4. Conclusão

# Simulacros

- “Hoje a abstracção já não é a do mapa, do duplo, do espelho ou do conceito. A simulação já não é a simulação de um território, de um ser referencial, de uma substância. É a geração pelos modelos de um real sem origem nem realidade: hiper-real.”
- Os simuladores actuais tentam fazer coincidir o real, todo o real, com os seus modelos de simulação. Por isso, é necessário arranjar uma anti-disciplina para a IA (e os Agentes) que desafie os seus métodos e as suas teses. Só assim, poderemos desenhar modelos mais interessantes capazes de incluir mecanismos, dispositivos e aparelhos (da cognição) que estejam subjacentes a comportamentos cada vez mais complexos.



# Apostas

- Ter uma visão unitária quanto às várias escolas da IA. Fazer enfoques e hierarquizações.
- Compor arquiteturas reactivas, deliberativas e reflexivas (da diversidade à la Singh).
- Juntar a intencionalidade com a previsão, a vontade de fazer, a reconsideração e a recuperação.
- Misturar a aprendizagem com a atenção para ajustar comportamentos, e enfrentar a surpresa.



*Distribuição, Integração e Complementaridade.*

# Desafios para os agentes

- Ter bom senso.
- Livre arbítrio.
- Potência de intervir: força de vontade.
- Jogar por antecipação e prever os futuros.
- Pensar em sentido lato, isto é calcular causas ou efeitos (futuros), e ainda gerir riscos em terrenos perigosos.
- Consciência do que está a fazer.

