

# O estado da arte da Inteligência Artificial em 1983: ano 27

HELDER COELHO

*A IA amadureceu como disciplina. As suas técnicas, metodologias e instrumentos invadiram os campos da engenharia, até há pouco tempo dominado pelo cálculo numérico, e os campos de intervenção da informática nas organizações. As novas aplicações são muito mais sofisticadas do que a resolução de equações ou os salários dos trabalhadores, pois visam apoiar os quadros técnicos e os gestores a tomarem decisões. Os dados, a informação e o conhecimento aparecem articulados em sistemas coerentes, escritos em linguagem de muito alto nível, de fácil modificação e acesso.*

## 1. INTRODUÇÃO

De 8 a 12 de Agosto realizou-se a Oitava Conferência Internacional sobre a *Inteligência Artificial* (IJCAI-83), em Karlsruhe (RFA), sob os auspícios de três sociedades científicas da Inteligência Artificial (designada a partir deste momento neste texto por *IA*) do Reino Unido, Holanda e República Federal da Alemanha e o apoio de nove empresas (entre as quais a ITT, a SHELL, a SIEMENS, a AEG e a DEC).

Esta conferência, realizada de dois em dois anos, surge 27 anos após a célebre *conferência de*

*Dartmouth* (EUA) em 1956, apontada como a origem desta disciplina científica e tecnológica cuja relevância para a evolução da informática é hoje indiscutível.

De facto o programa japonês dos computadores da *quinta geração*, em curso desde Maio de 1982, assenta nas ideias criadoras da IA. Este programa de I&D provocou nos últimos dois anos, e logo após a Sétima Conferência realizada em Vancouver (veja-se o *dossier* que «O Jornal Informática» publicou em 20-11-1981), um leque diversificado de respostas, quer a nível nacional (EUA, RFA, Reino Unido e França), quer a nível das empresas (maior envolvimento das grandes multinacionais da informática como a IBM, a DEC, a Control Data, criação de empresas da IA, agrupamento de empresas para o lançamento de programas e projectos inovadores).

As aplicações do programa japonês reflectem-se já em decisões políticas. Assim, recentemente, realizou-se em Washington (EUA) uma reunião que debateu o tema e a imagem do *pavilhão americano da Exposição Internacional do Japão (Tsukuba) em 1985*, e que juntou representantes do Congresso, Secretaria de Estado e Comunidade Americana da IA. O tema escolhido foi precisamente a IA, isto é o Governo americano decidiu instalar dentro do «castelo japonês» o seu «cavalo de Tróia»! Esta decisão aponta para a importância actual e futura

dos sistemas inteligentes, para as suas possibilidades e implicações.

## 2. O QUE É A IA

O tópico da IA pode ser definido e categorizado de diversas maneiras. Tais pontos de vista reflectem estilos de trabalho e de investigação, que sobredeterminam estudos fundamentais ou aplicações concretas. Mas, é o equilíbrio entre o esforço teórico e o lado de engenharia que caracteriza o estado actual da IA.

Roger Schank, director do projecto de Inteligência Artificial da Universidade de Yale (EUA) afirma que existem duas perspectivas possíveis. Na *primeira*, o importante é encontrar os modos como os seres humanos pensam. Esses modelos, baseados em processos, e realizados em computador, dão origem a um corpo de explicações dos processos mentais humanos, os quais conduzem a algoritmos capazes de replicar aqueles processos. Na *segunda perspectiva*, a IA é uma tentativa para criar uma nova tecnologia computacional. Esta tecnologia está relacionada com as formas de representação do conhecimento, normalmente usado na realização das tarefas quotidianas.

Pamela McCorduck, escritora de temas científicos e filosóficos, afirma que a IA partilha com o alfabeto grego a promessa de permitir novos modos de pensar sobre os objectos, e com a tipografia uma ordem de aumento na disseminação do conhecimento. Contudo a IA é diferente destas duas tecnologias na medida em que estas amplificam a memória humana, a passo que o computador inteligente amplificará o poder do raciocínio humano.

Harry Pople, co-director do Laboratório de Sistemas de Decisão da Universidade de Pittsburgh, afirma que a IA abraça um espectro largo de estudos cujo objectivo é a articulação das teorias do conhecimento, inferência, resolução de problemas e tomadas de decisão, aquisição e uso da linguagem, aprendizagem, memória, percepção e outros aspectos do comportamento humano, geralmente relacionados com o termo inteligência. Deste modo, a IA toca em fragmentos significativos da Filosofia, da Psicologia, da Linguística, da Neurobiologia, da Fisiologia e das Teorias do Comportamento. O que distingue a IA de todos os outros campos é a ênfase que os seus cientistas colocam

na *elaboração de teorias e modelos da inteligência* como *programas de computador*, os quais podem por sua vez ser sujeitos a um novo tipo de investigação empírica. Assim, desde os primeiros anos que a disciplina IA adoptou um *paradigma da investigação* que envolve o estudo de aspectos do comportamento humano inteligente, no contexto de domínios de problemas relevantes, tais como o xadrez, a lógica simbólica, a demonstração de teoremas, a síntese orgânica e o diagnóstico médico. O campo de problemas abordado pela IA tem-se diversificado nos últimos anos, e o surto dos denominados *sistemas periciais* (engenharia do conhecimento) é disso exemplo.

## 3. IJCAI - 83

A conferência apresentou uma perspectiva da investigação contemporânea e internacional em IA. O alcance e as direcções futuras da IA foram identificadas nas lições proferidas por conferencistas convidados e nos painés. Durante cinco seminários, nos dois dias que precederam a Conferência, cientistas reputados apresentaram os temas principais do campo da IA. Em complemento, na exposição industrial realizaram-se demonstrações do *software* e do *hardware* mais recente, e as editoras de publicações mostraram uma variedade de novos títulos dentro das suas colecções já consagradas à IA.

— *Lições por conferencistas convidados:*

«A origem, a forma e a lógica das leis físicas qualitativas»

por Seely Brown

«Uma perspectiva sobre a programação automática»

por Dave Barstow

«O processamento da língua natural: cadinho para as teorias computacionais da cognição»

por Stan Rosenschein

«Sobre a visão dos objectos, de novo»

por Alan Mackworth

– Painéis:

«O projecto japonês da 5ª geração»  
com Edhu Shapiro  
Hervé Gallaire  
John McCarthy  
Toshio Yokoi

«IA: o seu impacto nas ocupações humanas e na distribuição dos salários»  
com Nils Nilsson  
Sandra Cook  
Denniz Chant  
Faye Duchin  
Margareth Boden

«Sob que condições pode uma máquina atribuir significado aos símbolos?»  
com Aaron Sloman  
Drew McDermott  
Pat Hayes  
Bill Woods  
Stan Rosenschein

«Força industrial das bases de conhecimento: aspectos e experiências»  
com Tom Kehler  
Peter Friedland  
René Reboh  
Steve Rosenberg  
William Clancey

«IA e Bases de Dados»  
com Ray Reiter  
Hervé Gallaire  
Jonathan King  
John Mylopoulos  
Bonnie Lynn Webber

– Seminários sobre IA (aulas tutoriais):

«Representação do conhecimento»  
por R. J. Brachman e H. J. Levesque

«Visão computacional»  
por Harry Barrow e J. M. Tenenbaum

«Sistemas periciais»  
por L. Erman

«Robótica»  
por K. G. Kempf  
«Processamento da língua natural»  
por J. G. Carbonell e P. J. Hayes

A apresentação das comunicações seleccionadas foi organizada em subcampos, tais como: *sistemas periciais, visão, língua natural, modelação cognitiva, planeamento e procura, programação lógica, programação automática, representação do conhecimento, robótica, demonstração de teoremas, aprendizagem, aquisição do conhecimento e ambientes de programação*. Cada um dos subcampos principais foi acompanhado de uma apresentação dos novos desenvolvimentos, a saber na:

*Programação automática*

«Programação automática usando tipos de dados abstractos»  
por Gerard Guiho

*Sistemas periciais*

«Extraíndo conhecimento dos sistemas periciais»  
por John McDermott

*Aprendizagem*

«Progresso na aprendizagem por máquina»  
por Doug Lenat

*Programação lógica*

«Prolog em 10 figuras»  
por Alain Colmerauer

*Robótica*

«Locomoção com pernas»  
por Marc Raibert

*Demonstração de teoremas*

«Raciocínio automático: usos reais e usos potenciais»  
por Larry Wos

«Teorias formais da aquisição da linguagem»  
por Scott Weinstein

Realizaram-se também três sessões de interesses especiais para a apresentação de comunicações não seleccionadas, que constituíram um fórum para a troca de pontos de vista sobre um assunto particular da IA: «Conjuntos fluidos e representação do conhecimento», «Lógica não monotónica: em honra do 70º aniversário de Alexander Lerner» e «Subsídios para a IA».

Finalmente, salienta-se a distribuição de quatro prémios, e o anúncio de mais um outro, para 1985 em Los Angeles. O prémio entitulado «Computers and Thought», cujo nome relembra o título do primeiro grande livro da IA, foi atribuído desta vez a Tom Mitchell, pelos seus trabalhos em *aprendizagem*. O prémio dos Serviços Especiais foi atribuído pela segunda vez a um dos pioneiros da IA, Arthur Samuel, cujo programa para jogar as damas ficou na história da IA. O prémio da *Computação Simbólica*, atribuído pela primeira vez pela editora Springer-Verlag, foi oferecido a Andy Witkin, pela legibilidade de apresentação do seu trabalho, sem o sacrifício da clareza e de valor técnico e científico. O prémio John McCarthy, outro dos pioneiros da IA ainda em actividade, foi atribuído a Robert S. Boyer e J. Strother Moore pelo seu trabalho em *verificação de programas*. Nomeadamente, o demonstrador de teoremas escrito por estes dois cientistas, implementado em lógica e combinando o poder das heurísticas com o de uma interface, é capaz de apoiar um ser humano a conduzir demonstrações que não podem ser realizadas automaticamente. O demonstrador foi alargado com um gerador de condições de verificação para a linguagem FORTRAN, tornando-se assim um instrumento prático e comercial. De facto, o demonstrador foi já usado para testar algoritmos de criptografia e sistemas simples para o controlo aéreo. Finalmente, foi anunciado o *prémio Fredkin* de 100000 dólares para ser atribuído em 1985, durante a 9ª IJCAI, a um trabalho de vulto no subcampo da *programação automática*.

#### 4. SÍNTESE: TRAVES MESTRAS DA IA

A IA é uma disciplina nova, de fronteiras fle-

xíveis, cujo conteúdo científico e métodos continuam a emergir. A sua juventude revela-se também nos seus cientistas, e apesar dos pioneiros ainda continuarem activos nos subcampos que começaram a desbravar. Mas, com o recente surto comercial e industrial, um grande número dos seus mais reputados investigadores abandonaram as universidades para se instalarem na indústria ou permanecerem a meio tempo na universidade em conjugação com a actividade nas empresas que criaram. Abriam-se novos postos de trabalho, mas a disciplina encontra-se num período de expansão apoiada apenas por um número reduzido de especialistas a tempo inteiro nas universidades. Quer isto dizer, que as actividades de formação e de investigação fundamental estão a ser prejudicadas.

Nos últimos quatro anos cinco subcampos mantêm-se como dominantes: *visão*, *língua natural* (leia-se a sua compreensão), *sistemas periciais*, *aprendizagem* e *representação do conhecimento*. Os primeiros quatro apontam para as aplicações, tendo os três primeiros sido os de maior impacto comercial. A importância relativa entre os vários subcampos tem variado (veja-se o quadro comparativo das percentagens de comunicações seleccionadas nas Conferências de 1981 e 1983). A *visão* passou do 1º lugar para o 2º lugar como subcampo de maior actividade, tendo surgido empresas de IA, que comercializam já sistemas de visão para robôs industriais. A *língua natural* que ocupava o 2º lugar em 1981 passou agora a ocupar o 1º lugar, tendo sido comercializados vários interfaces para o acesso em Inglês a sistemas de gestão de bases de dados. O terceiro subcampo mais importante, os *sistemas periciais*, não alterou a sua posição relativa, apesar de ter aumentado a sua importância absoluta. Finalmente, em quinto lugar situa-se a *aprendizagem*, o subcampo mais difícil e complexo e um dos primeiros a ter sido atacado. Após quase uma década de inactividade voltou outra vez a atrair a atenção dos investigadores desde há cinco anos. A sua relevância é indiscutível, pois dos êxitos a alcançar da compreensão dos mecanismos intrínsecos à aprendizagem depende de facto os êxitos anunciados para a IA.

Dos outros subcampos da IA com menor espaço de investigação ressalvam-se ainda a *robótica*, a *programação automática* e a *programação lógica*. O primeiro enfraqueceu a sua posição devido ao corte de verbas da administração Reagan, e à exigência de fortes recursos em meios humanos. Com

a popularização dos robôs industriais, parte da investigação passou para os construtores. Os outros dois subcampos exigem a resolução de numerosos problemas antes que as suas potencialidades se tornem realidade. O programa japonês dos computadores da 5ª geração aposta em cheio nestes dois, mas os êxitos comerciais são anunciados apenas para o fim desta década. De qualquer modo, o subcampo da *programação lógica* ganhou autonomia pela primeira vez na história destas conferências. O significado deste facto é inequívoco, como atestam o grande número das comunicações seleccionadas e a forte animação durante a sua discussão.

## 5. ALGUNS ENSINAMENTOS PARA A IA EM PORTUGAL

A IA para progredir em Portugal necessita de viver nos ambientes das Ciências da Computação, e em ligação profunda com as grandes áreas de aplicação da informática, nomeadamente nas organizações. Esta é uma tese realista, tendo em consideração o evoluir da situação económica e financeira portuguesa e a insensibilidade (leia-se falta de imaginação) dos nossos políticos. É claro que seria desejável para o País que existisse já um envolvimento das tecnologias da informação com a indústria. Nesse caso, teríamos aí um campo fértil para a introdução das metodologias e das técnicas da IA.

Desta tese infere-se que a IA não se pode autonomizar, vivendo em ilha, em relação a outras ciências e técnicas, e nem pode privilegiar estilos/metodologias que neste momento podem só ser potenciais a longo prazo. A diversidade de vias e de instrumentos será a razão da força da IA portuguesa, se os seus cientistas souberem encontrar uma unidade na cooperação de esforços e de conhecimentos. Olhando para as Ciências da Computação, e para o potencial humano português, poder-se-á concluir que a IA terá tudo a ganhar se aliando-se a uma das outras metodologias da computação, a denominada Computação Gráfica, trabalhar para o desenvolvimento de sistemas de informação e de sistemas de apoio à decisão, e para a automatização dos escritórios. Complementarmente, a IA deverá apoiar a construção de sistemas baseados no conhecimento relevante a certas áreas da engenharia portuguesa, e em especial nas áreas

que Portugal se soube afirmar a nível internacional.

## 6. IMPORTÂNCIA DA IA PARA A ENGENHARIA

Com a consagração da IA como metodologia da computação, na classificação das Ciências da Computação da Association of Computing Machinery (ACM) dos EUA, operou-se um desvio significativo de algumas práticas correntes na denominada informática científica (a que se pratica, por exemplo, na investigação científica realizada em instituições como o Laboratório Nacional de Engenharia Civil). E, assim, a nível internacional a IA entrou definitivamente nos ambientes de programação dos sistemas pertinentes para a *engenharia electrotécnica* (assistência ao projecto VLSI, diagnóstico de avarias em redes e cabos telefónicos), *engenharia geológica* (prospecção de minérios e interpretação das medidas da condutividade das rochas), *engenharia informática* (diagnóstico de avarias do *software* e *hardware*, e configuração de computadores), *engenharia civil* (cálculo de estruturas, avaliação de recursos hídricos, e controlo e previsão de cheias), *engenharia mecânica* (diagnóstico de avarias de automóveis) e *engenharia do ambiente* (interpretação das imagens de regiões terrestres enviadas por satélite).

Perguntar-se-á qual a vantagem de recorrer à IA em tais ambientes de programação? A resposta é trivial se olharmos para a natureza dos domínios dos problemas atrás citados (em geral, mal definidos) como exemplos de sistemas já construídos e em funcionamento. Os instrumentos tradicionais, tais como as linguagens de programação ALGOL e FORTRAN, são incapazes de suportar em tempo útil o desenvolvimento de sistemas cujo grau de complexidade extravasa o simples cálculo numérico, e onde o conhecimento (heurísticas e não só) desempenha de facto um papel de relevo.

Com a IA coexistem novos instrumentos (tais como as linguagens de programação) capazes de facilitar a vida aos quadros técnicos, e de os ajudarem a construir de modo mais rápido sistemas mais espertos (leia-se de mais fácil acesso e com capacidades de raciocínio dedutivo).

Com a IA desenvolveram-se técnicas que possibilitam a representação e a manipulação do conhecimento subjacente àqueles problemas. Este

conhecimento pertence a poucos especialistas, os quais se vêm incapazes de responder a todas as solicitações. Com a disponibilidade dos sistemas periciais será possível, por um lado, atacar a resolução de um maior número de problemas, e por outro lado explicitar os processos de raciocínio dos especialistas. Esta segunda consequência, e vantagem, permitirá escrutinar, avaliar e testar esses mesmos raciocínios.

*Em resumo*, pode-se afirmar que o recurso à IA como metodologia de computação é hoje em dia uma necessidade, quer nos laboratórios de investigação que pretender explorar todo o poder dos novos computadores, quer nas empresas (ou escritórios) de projecto de engenharia.

China . . . . .	4
Holanda . . . . .	3
Austrália . . . . .	3
Hungria . . . . .	2
Bélgica . . . . .	2
URSS . . . . .	2
Polónia . . . . .	2
Áustria . . . . .	2
Finlândia . . . . .	2
Israel . . . . .	2
Portugal, Suíça, N. Zelândia, Chile, RDA e Espanha . . . . .	1

FICHA DA IJCAI-83

Participantes inscritos . . . . .	1500	
Comunicações enviadas . . . . .	800	
Comunicações seleccionadas . . . . .	268	
Seminários . . . . .	5	
Lições por conferencistas convidados . . . . .	7	
Painéis . . . . .	7	
Comunicações por países:	em 1983	em 1981
EUA . . . . .	151	(182)
França . . . . .	21	(12)
Reino Unido . . . . .	18	(9)
RFA . . . . .	18	(9)
Japão . . . . .	16	(12)
Canadá . . . . .	6	(9)
Itália . . . . .	5	
Suécia . . . . .	4	

IA : DE 1981 A 1983

Subcampo	1981 %	1983 %
Visão . . . . .	17,8	15,9
Língua natural . . . . .	16,2	16,7
Representação do conhecimento . . . . .	9,2	12,1
Aprendizagem . . . . .	8,1	9,9
Sistemas periciais . . . . .	10,3	14,9
Inferência e raciocínio . . . . .	6,9	—
Robótica . . . . .	5,5	4,6
Ciência da cognição . . . . .	4,3	5,3
Programação automática . . . . .	5,4	3,4
Fundações teóricas . . . . .	3,8	—
Ambientes de programação . . . . .	2,8	1,9
Procura . . . . .	2,8	5,3
Demonstração de teoremas . . . . .	2,2	4,9
Hardware . . . . .	1,6	—
Programação lógica . . . . .	—	5,0