

---

**Artigo Científico**

---

## Ciência da computação e ciência cognitiva: um paralelo de semelhanças

*The computer science and the cognitive science: a similarity parallel*

Caroline Andréia Eifler Saraiva<sup>✉</sup> e Irani I. de Lima Argimon

Programa de Pós-graduação em Psicologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

### Resumo

O presente artigo tem por objetivo apresentar a inter-relação existente entre a área da Ciência Cognitiva e a área da Ciência da Computação, fazendo um paralelo entre suas concepções. Foram abordados aspectos históricos de cada ciência, suas definições, aplicações e críticas. Constatou-se a permanente investigação sobre os processos da mente em ambas áreas de conhecimento, criando uma intersecção de visões onde a mente segue o funcionamento do computador e o computador busca imitar as funções da mente. Nesse contexto, a Ciência Cognitiva, por ser multidisciplinar, busca encontrar uma teoria unificada de cognição, integrando as diversas áreas do conhecimento em torno do estudo da mente. © Ciências & Cognição 2007; Vol. 12: 150-155.

**Palavras-chave:** ciência cognitiva; ciência da computação; inteligência artificial; redes neurais; conexionismo.

### Abstract

*The aim of the present paper was to present the relations between the Cognitive Science Area and the Computer Science Area, making a parallel between their conceptions. Historical aspects of each science were approached, as well as their implications, censures and definitions. It was identified evidences of a great search on the processes of the mind in both knowledge areas, creating a correlation of views, in which the mind follows the functioning of a computer and the computer recreates mind's functions. In this context, the Cognitive Science, intends to find a unificated Cognition theory, putting all the knowledge areas together around mind's study. © Ciências & Cognição 2007; Vol. 12: 150-155.*

**Key Words:** *cognitive science; computer science; artificial intelligence; neural nets; connexionism.*

### 1. Introdução

A história do processamento de infor-

mação teve origem em tempos muito remotos, quando os primeiros habitantes viviam em cavernas. Ao se comunicar através de pinturas

---

<sup>✉</sup> - C.A.E. Saraiva é Bacharel em Informática (PUC-RS), com MBA em Tecnologias da Informação e da Comunicação em Educação (PUC-RS) e Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Psicologia (PUC-RS). Atua no ensino de informática para idosos. E-mail para correspondência: [caroline@atividadepoa.com.br](mailto:caroline@atividadepoa.com.br). I.I.L. Argimon é Doutora em Psicologia. Atualmente é Coordenadora do Grupo de Pesquisa "Avaliação e Intervenção no Ciclo Vital" do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Psicologia (PUC-RS). E-mail para correspondência: [argimoni@puers.br](mailto:argimoni@puers.br).

rupestres, o homem primitivo já trocava idéias, demonstrando sentimentos e preocupações cotidianas. Na antiga Mesopotâmia, com a invenção da escrita, iniciou-se o processo de tratamento da informação que incluía não apenas escrever, mas armazenar, combinar e transmitir o que estava sendo produzido.

Segundo Levy (1993), o advento da imprensa, por Gutemberg, em 1445, foi um grande marco para os meios de comunicação, iniciando o período denominado de “oralidade secundária”, quando a oralidade cedeu espaço à objetividade da palavra escrita. Desde então, houve um processo evolutivo intenso em toda a forma de comunicação, com o aparecimento das transmissões de voz, em seguida de imagens e culminando com a transmissão de dados. Para esta, o computador apresenta-se como condutor mestre de um processo de facilitação de tratamento de informação, pois armazena, classifica, compara, combina e compartilha dados, de forma eficiente e com grande velocidade.

Em razão da capacidade dessas máquinas para lidar com materiais simbólicos, muitos pesquisadores se convenceram de que uma ciência da cognição poderia ser moldada à imagem do computador (Gardner, 2003).

Na primeira metade do século XX, tem início, então, a ciência cognitiva que, por sua conceituação, estuda o funcionamento mental baseado no modelo computacional, sendo caracterizada como uma área de estudos interdisciplinar que se inter-relaciona com a Psicologia, a Linguística, a Ciência da Computação, as Ciências do Cérebro e a Filosofia, entre outras (Lima, 2003).

## 2. Uma breve história da Ciência Cognitiva

Os primeiros movimentos rumo a uma nova ciência, denominada ciência cognitiva, aconteceram em 1948, no Congresso sobre Mecanismos Cerebrais do Comportamento, também chamado de Simpósio de Hixon, no Califórnia Institute of Technology, onde a questão clássica de discussão foi a forma pela qual o sistema nervoso central controla o comportamento. Além dessa abordagem, como cita Gardner (2003), esse Congresso foi

especialmente importante por dois fatores: a ligação que fez entre cérebro e o computador e o desafio implacável que lançou ao Behaviorismo.

O Behaviorismo de orientação positivista, cuja idéia principal baseia-se na análise de condutas observáveis, ou seja, evitando conceitos “mentais”, teve lugar durante as décadas de 20 a 40. Por não tentar explicar os processos cognitivos, Eysenck e Keane (1994) destacam sua falha no sentido de ser superficial, o que deu lugar ao surgimento de novas idéias. No Simpósio de Hixon, alguns *inputs* teóricos foram lançados por John Von Neumann - matemático, por Warren McCulloch - neurologista e Karl Lashley - psicólogo, estabelecendo comparações sistemáticas entre o funcionamento do cérebro humano e máquinas do tipo computador eletrônico.

Na metade do século XX, nos Estados Unidos, surgiram os primeiros computadores eletrônicos, criados para operarem com a grande quantidade de números da Guerra Mundial. Conforme cita Hodges (2007), Alan Turing, em 1936, concebeu a idéia de uma máquina simples que utilizava a lógica para executar cálculos. Mais adiante, Turing sugeriu a avaliação de uma máquina que simulasse o pensamento humano, implementada por Neumann com o armazenamento de um programa em memória. Com isso, as operações podiam ser preparadas e executadas internamente, sem que fosse necessário reprogramar as tarefas a cada vez que era ligado o computador.

A partir destes estudos, Claude Elwood Shannon, matemático norte-americano, no final dos anos 30, formalizou o conceito da teoria da informação. Shannon considerou a utilização de duas alternativas possíveis de resposta através da ocorrência de *bits* (*binary digit* em inglês), baseado nos estados dos relés eletromecânicos, ligado e desligado. Pela teoria da informação de Shannon, a informação poderia ser reduzida, assim como os termos verdadeiro e falso do cálculo proposicional, a um dígito binário, que é a quantidade mínima de informação necessária para escolha de uma mensagem afirmativa ou negativa, 1 ou 0.

Foram os *insights* de Wiener que levaram Shannon à proposição de dissociação da informação e seu meio transmissor. “Informação é informação, não matéria ou energia. Nenhum materialismo que não admita isto pode sobreviver nos dias atuais” (Wiener, 1961).

Posteriormente a esses fatos, Warren McCulloch e Walter Pitts, no início dos anos 40, defenderam a tese de que uma rede neural formada pelas conexões dos neurônios poderia ser modelada em termos da lógica, ou seja, um neurônio sendo ativado impulsionaria outro neurônio e isso implicaria numa proposição. Uma analogia entre neurônios e lógica poderia ser pensada em termos elétricos – como sinais que passam ou deixam de passar através de circuitos. Em função disso, a ciência da computação recorreu às pesquisas sobre neurônios e suas conexões para projetar máquinas ou programas cada vez mais parecidos com o cérebro humano.

Mas a consolidação do reconhecimento da ciência cognitiva, por um consenso quase unânime, deu-se a partir do Simpósio sobre Teoria da Informação realizado no Massachusetts Institute of Technology em setembro de 1956. Gardner (2003) cita as publicações que tiveram fundamental importância para tal fato:

- “The Magical Number Seven”, de George Miller: um artigo que discutia a capacidade da memória humana de curto prazo limitar-se a aproximadamente sete itens;
- “Logic theory machine”, de Newell e Simon: a primeira prova concreta de um teorema executada em uma máquina computadora;
- “A study of thinking” de Bruner, Goodnow e Austin: obra capital da psicologia do pensamento que abordou também conceitos artificiais;
- “Syntactic Structure” de Noam Chomsky: versava sobre suas idéias a respeito da nova lingüística, baseada em regras formais e sintáticas, próximas às formalizações matemáticas.

Nas décadas seguintes, houve vários movimentos no sentido de estudar a ciência cognitiva, com muitas publicações de livros sobre o assunto. Em Harvard, um grupo de doze estudiosos, com o objetivo de descobrir as habilidades representacionais e computacionais da mente e sua representação funcional e estrutural do cérebro, elaborou o hexágono cognitivo – um hexágono que mostra as inter-relações entre os seis campos constituintes da ciência cognitiva, que são as áreas da Filosofia, Lingüística, Antropologia, Neurociência, Inteligência Artificial e Psicologia. A reação da comunidade científica foi extremamente negativa a essa proposição, causando a não publicação desse documento.

### 3. Uma breve história da Ciência da Computação

A Ciência da Computação ensaiou seus primeiros passos através da máquina de Turing, criada nos meados dos anos 30, que serviu de referência para John Von Neumann, dez anos mais tarde, na construção dos primeiros computadores. Neumann revolucionou a concepção do funcionamento de um computador, quando afirmou que era possível colocar no mesmo plano, instruções e dados, não sendo necessário o uso de duas memórias. Na área da computação o termo “arquitetura de von Neumann” é muito conhecido, o que define que a arquitetura permite autonomia entre hardware e software (Teixeira, 1998).

Ao mesmo tempo, Norbert Wiener apresentava o termo “cibernética”, definindo em modelos matemáticos toda a atividade psicológica humana. Enfatizou a necessidade das máquinas seguirem o funcionamento do organismo vivo no controle de suas próprias atividades.

Passados os anos cibernéticos, a possibilidade de elaborar programas que simulassem o comportamento inteligente, tomou forma através da expressão “inteligência artificial”, cunhada por John McCarthy no campus do Dartmouth College, em Hanover. Segundo Eysenk e Keane (1994), o homem era visto como um processador de informações, criando uma proximidade na relação entre a

mente e o computador, através da inteligência artificial, que propõe um modelo baseado em sistemas neurais, tentando imitar o homem em sua complexidade, ensinando o computador a pensar.

A Inteligência Artificial proporcionou o passo fundamental para se tentar relacionar mentes e computadores e estabelecer o “*modelo computacional da mente*” (Teixeira, 1998: 13). Não se sabe ainda se seu propósito foi totalmente realizado, mas, como afirma Teixeira, nos obrigou a refletir sobre o significado do que é ser inteligente, o que é ter vida mental, consciência e muitos outros conceitos que freqüentemente são empregados por filósofos e psicólogos.

#### 4. Inteligência artificial e os sistemas especialistas

Com o advento da Inteligência Artificial, preconizado por nomes como John McCarthy e Marvin Minsky, futuros diretores do Laboratório de Inteligência Artificial do MIT e Herbert Simon e Allen Newell, pesquisadores que criaram em Pittsburgh outro Laboratório de Inteligência Artificial, surgiram as primeiras máquinas de jogar xadrez e de demonstrar teoremas. Na visão de Newell e Simon, o computador era um sistema simbólico físico como o cérebro humano e exibia muitas propriedades iguais às do ser humano, sendo ambos sistemas que processavam informação no decorrer do tempo, procedendo em uma ordem mais ou menos lógica.

Mas essa visão gerou polêmica e críticas. Alguns estudiosos argumentavam que toda informação do programa do computador havia sido colocada por um humano; logo, o solucionador de problemas estava apenas fazendo o que fora programado para fazer. Uma outra linha de crítica versava sobre a capacidade dos seres humanos de criar atalhos para solução de problemas, enquanto que os computadores apenas repetiriam processos pré-definidos.

Conforme Gudwin (2005) relata, os filósofos tais como John Searle, Daniel Dennet, Patrícia Churchland, entre outros, ocupavam-se com questões como: pode haver máquinas

dotadas de inteligência comparável à inteligência humana? Paralelamente a esse embate, os cientistas e os engenheiros de computação, passaram a dotar as máquinas de “mentes artificiais”, seguindo os modelos definidos nas ciências cognitivas.

Segundo Pozzebon e colaboradores (2004), surgiram diferentes teorias na Inteligência Artificial, em razão da indefinição do principal conceito que é o de inteligência humana. Dentre elas, a de Vignaux (1995) questionava se era necessário fornecer ao computador uma avalanche de dados, ou se era necessário basear o estudo da cognição no nível inferior da percepção, conciliando essas duas vertentes em uma terceira teoria híbrida, segundo a qual a máquina seria capaz de raciocinar utilizando conceitos complexos e de perceber o seu meio envolvente.

Por volta dos anos 40 havia dois paradigmas vigentes relacionados à Inteligência Artificial, o simbólico e o conexionista. A Inteligência Artificial Simbólica privilegiou estudar a mente humana, utilizando-se de simulações e representações mentais através de programas autônomos em relação ao hardware. Já a Inteligência Artificial Conexionista acreditava que, construindo-se um sistema que simule a estrutura do cérebro, este sistema apresentará inteligência, ou seja, será capaz de aprender, assimilar, errar e aprender com seus erros.

Na primeira vertente, os sistemas especialistas foram o grande sucesso nas décadas de 70 e 80. Os sistemas especialistas são sistemas dotados de inteligência e conhecimento, que trabalham com bancos de memórias, sendo capazes de estender as facilidades de tomada de decisão para muitas pessoas. Ou seja, são sistemas providos de mecanismos de aprendizagem, capazes de analisar e gerar novas regras na base de dados, ampliando a capacidade de resolver problemas a cada vez que são utilizados (Mendes, 1997).

Os primeiros Sistemas Especialistas que obtiveram sucesso em seu objetivo foram o sistema *DENDRAL* e *MYCIN*. O sistema *DENDRAL* é capaz de inferir a estrutura molecular de compostos desconhecidos a partir de dados espectrais de massa e de resposta

magnética nuclear. O sistema *MYCIN* auxilia médicos na escolha de uma terapia de antibióticos para pacientes com bacteremia, meningite e cistite infecciosa, em ambiente hospitalar (Harmon e King, 1988).

Atualmente os Sistemas Especialistas estão sendo revistos, uma vez que se apresentaram limitados em seu potencial de “aprender” novos conceitos. Estudos apontam para um novo conceito dentro da inteligência artificial que é a utilização de redes neurais.

Para Teixeira (1998), computadores e cérebros são sistemas cuja função principal é processar informação e, assim, podem-se utilizar redes artificialmente construídas para simular esse processamento. As redes neurais, representantes do segundo paradigma anteriormente citado, consistem em um sistema com circuitos que simulam o cérebro humano, inclusive seu comportamento, sendo capaz de aprender regras. Tais redes constituem um intrincado conjunto de conexões entre as *neuron-like units* que estão dispostas em camadas hierarquicamente organizadas.

De acordo com Fischler (1987), Rabuske (1995) e Barreto (1997), a abordagem conexionista trouxe uma nova visão na tentativa de construir um modelo da mente, baseando-se em redes neurais. Apesar das limitações computacionais da época, destacaram-se algumas conquistas relevantes, como o surgimento da cibernética, a modelagem de redes de neurônios como um novo paradigma para a arquitetura computacional e o desenvolvimento de alguns programas computacionais inteligentes que imitavam o comportamento humano.

## 5. Conclusão

A semelhança de conceitos existentes entre a Ciência Cognitiva e a Ciência da Computação surge desde a primeira geração de cientistas, que acreditaram em uma ciência da cognição moldada à imagem do computador. Conforme Gardner (2003) afirma, poderia haver ciência cognitiva sem o computador, mas ela não teria surgido quando surgiu, nem tomado a forma que tomou, sem o aparecimento do computador.

Os fatos se entrelaçaram em toda a história, criando uma intersecção de visões onde a mente segue o funcionamento do computador e o computador busca o funcionamento da mente. Mas a Ciência Cognitiva é uma área em ebulição que ainda tenta firmar seus próprios caminhos – uma área onde o consenso ainda está muito distante (Teixeira, 1998). Para superar esse problema é necessária uma integração entre as várias abordagens no que tange ao estudo da mente e do cérebro. A Ciência da Computação, por sua vez, tem buscado simular o pensamento humano em sua essência, uma tarefa nem um pouco fácil, que vem se aperfeiçoando ao longo dos anos e atualmente trabalha com o conceito de redes neurais. Os sistemas especialistas que tiveram seu auge nos anos 70 e 80 ressurgem com esta abordagem, combinando a arquitetura convencional com uma arquitetura conexionista.

Não há dúvida de que o computador tem sido uma ferramenta útil àqueles que querem testar virtualmente suas teorias sobre o funcionamento da mente. Nesse sentido, os cientistas vêm usando cada vez mais o computador como instrumentos de análise de dados e como laboratório para simulação dos processos cognitivos. Mas, como aborda Gardner (2003), ainda existem alguns cientistas que o consideram um mero brinquedo, atrapalhando ao invés de acelerar os esforços para entender o pensamento humano. Nos campos da lingüística e da psicologia ainda existem reservas com relação à abordagem computacional.

Nesse contexto, a Ciência Cognitiva, por apresentar-se um elemento multidisciplinar, pode buscar a integração do conhecimento sobre o estudo da mente, encontrando uma teoria unificada da cognição, juntamente com estudiosos de várias áreas do conhecimento. Para Teixeira (1998), o grande desafio da Ciência Cognitiva continua sendo efetuar progressos conceituais e empíricos que permitam saber do que se está falando quando a referência é a mente ou a consciência.

## 6. Referências bibliográficas

- Barreto, J.M. (1997). *Inteligência artificial no limiar do século XXI*. Florianópolis: PPP Edições.
- Eysench, M.W. e Keane, M.T. (1994). *Psicologia Cognitiva: um manual introdutório*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Fischler, M.A. e Fischler, O. (1987). *Intelligence – The eye, the brain, and the computer*. Addison-Wesley Massachusets: Publishing Company.
- Gardner, H. (2003). *A nova ciência da mente*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Gudwin, R.R. (2005). Novas Fronteiras na Inteligência Artificial e na Robótica. 4º Congresso Temático de Dinâmica, Controle e Aplicações Campinas: SP. Retirado em 16/08/2007, do endereço eletrônico: [http://www.dca.fee.unicamp.br/%7Egudwin/ftp/publications/Dincom05\\_Gudwin.pdf](http://www.dca.fee.unicamp.br/%7Egudwin/ftp/publications/Dincom05_Gudwin.pdf).
- Harmon, P. e King, D. (1988). *Sistemas Especialistas - A Inteligência Artificial Chega ao Mercado*. São Paulo: Editora Campus.
- Hodges, A. (2007). A máquina de Turing. Retirado em 28/05/2007, do endereço eletrônico: <http://www.turing.org.uk/turing/>.
- Levy, P. (1993). *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: Editora 34.
- Lima, G.A.B. (2003). Interfaces entre a ciência da Informação e a ciência cognitiva. *Ciência da Informação* jan/abr. 2003, 32 (1), 77-87. Retirado em 28/05/2007, do endereço eletrônico: <http://www.ibict.br/cienciadainformacao/viewarticle.php?id=166&layout=abstract>.
- Mendes, R.D. (1997). Inteligência Artificial: sistemas especialistas no gerenciamento da informação. *Ciência da Informação*, jan/abr. 1997, 26 (1), 39-45. Retirado em 28/05/2007, do endereço eletrônico: [http://dici.ibict.br/archive/00000622/01/inteligencia\\_artificial.pdf](http://dici.ibict.br/archive/00000622/01/inteligencia_artificial.pdf).
- Pozzebon, E.; Frigo, L.B. e Bittencourt, G. (2004). Inteligência artificial na educação universitária: quais as contribuições? *Rev. CCEI* (Editora UNICAMP), 8 (13), 34-41.
- Rabuske, R.A. (1995) *Inteligência artificial*. Florianópolis: Editora UFSC.
- Teixeira, J.F. (1998) *Mentes e Máquinas: Uma introdução à Ciência Cognitiva*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Vignaux, G. (1995) *As Ciências Cognitivas - Uma Introdução*. Lisboa: Instituto Piaget, Coleção Epistemologia e Sociedade (pp. 361), (Original publicado em 1991).
- Wiener, N. (1961). *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and The Machine*. 2ª Ed. Cambridge, Massachusets: MIT Press.