

# APRENDIZAGEM, COGNIÇÃO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.

LORENA C. B. SANTOS  
RA 038468

*LCSI, DMCSI, FEEC, Unicamp.*  
*Caixa Postal 6101 CEP 13083-970, Campinas, SP, BRASIL.*  
*E-mail: lorenacb@dmcsi.fee.unicamp.br*

**Resumo** — Neste artigo utilizo os conhecimentos gerais obtidos no decorrer do semestre da disciplina de Sistemas Inteligentes para entender melhor o processo de aprendizagem na perspectiva cognitivista. Busco entender como ocorre o processo de aprendizagem da Inteligência Artificial e se ela consegue se equiparar a complexidade da aprendizagem humana.

**Palavras-chave**— Aprendizagem, ciências cognitivas, cognição, construtivismo, inteligência, inteligência artificial, semiótica.

## 1 Introdução

A aprendizagem é uma dos estudos mais importantes de diversas áreas passando desde psicologia até inteligência artificial. Sua definição ainda é alvo de constantes debates. Muitos afirmam que é o ganho de conhecimento, compreensão, aquisição de novas habilidades, entendimento de um fenômeno estranho, encontro de uma explicação satisfatória. Uma das mais populares definições foi sugerida por Kimble no qual ele define aprendizagem como sendo uma “*mudança relativa permanente no comportamento potencial que ocorre como resultado de uma prática reforçada*”. O aprendizado é parte de nossa experiência humana.

O cognitivismo relaciona a natureza do aprendizado com as estruturas cognitivas. Estas são esquemas (pensamentos) que um organismo possui em um dado momento e com os quais interage com o ambiente físico. Uma estrutura cognitiva não só é afetada pela experiência, mas também determina o que pode ser experimentado.

As ciências cognitivas podem ser consideradas como a construção de uma nova ciência dos fenômenos da mente e das interações entre estes fenômenos e os comportamentos humanos (no que se refere também às suas formas altamente simbólicas, tais como as linguagens e as culturas). Com o objetivo de compreender a inteligência humana, as ciências cognitivas têm a finalidade de descrever, explicar, e, eventualmente, simular as principais disposições e capacidades do espírito humano – linguagem, raciocínio, percepção, coordenação motora e planificação, etc. No entanto, a relativa recente evolução das ciências cognitivas dificulta a sua definição segundo os seus objetos de estudo. As disciplinas diretamente ligadas às ciências cognitivas são: as neurociências, a inteligência artificial, a filosofia, a psicologia e a lingüística.

A área teórica que analisa e desenvolve métodos formais para a aquisição, representação, organização, geração, melhoria, comunicação e

utilização do conhecimento é também conhecida como semiótica. Ela é importante no entendimento do processo da aprendizagem, por abordar toda essa área do conhecimento, nos possibilitando entender melhor os signos (unidades capazes de gerar e transmitir esse conhecimento). A semiótica pode ser entendida também como sendo o ramo das ciências humanas que estuda as ciências da significação e da representação, envolvendo principalmente os fenômenos da cognição e da comunicação em sistemas naturais.

O construtivismo é um dos estudos que abordou como ocorre o processo de aprendizagem. Ele é a teoria que modela o aprendizado humano através de um aprendiz. Esse aprendiz busca a solução de problemas e do pensamento crítico relacionado à atividade de aprendizagem em que o ele está envolvido. Segundo o construtivismo, o sujeito constrói seu próprio conhecimento e integra esse conhecimento adquirido ao rol de seus conhecimentos anteriores testando idéias, seu próprio conhecimento e suas experiências anteriores aplicadas a novas situações. Um dos principais colaboradores desse ramo foi Jean Piaget.

Existem inúmeros trabalhos que abordam a aplicação computacional do Construtivismo. Boa parte deles utiliza a Inteligência Artificial.

A Inteligência Artificial envolve a tentativa de criar sistemas que processem a informação de maneira inteligente e eficiente, sem considerar se esses sistemas simulam a cognição humana ou demonstram inteligência, via processos que diferem dos processos cognitivos humanos.

## 2 História do Cognitivismo

Dois filósofos gregos, Platão e Aristóteles, tiveram grande influência no pensamento moderno, no cognitivismo e em muitos outros campos. Aristóteles considerava investigações empíricas da cognição, enquanto Platão considerava o uso do raciocínio no desenvolvimento da teoria. A maioria dos cognitivistas, hoje, procura sintetizar ambas as visões baseando suas observações empíricas na

teoria, mas, sucessivamente, usando essas observações para revisar suas teorias.

No século XVII, o filósofo René Descartes concordou a princípio com Platão, ao considerar que tudo o que se sabia era obtido através dos sentidos, mas ele percebeu que os sentidos podem ser enganosos. Então ele passou a acreditar que as idéias são inatas, que não são adquiridas pela experiência dos sentidos.

Já para John Locke, o estudo da aprendizagem é a chave para a compreensão da mente humana. Para ele não havia idéias inatas absolutas.

No século XVIII, os debates sobre esses dois pontos de vista (empirismo e racionalismo) chegaram ao seu apogeu. O filósofo Immanuel Kant declarou que tanto o racionalismo quanto o empirismo têm o seu lugar, funcionando juntos, na busca da verdade. Para ele o conhecimento é baseado na experiência, mas também pode ser inato, quer o conhecimento esteja na natureza (inato), ou em nossa educação (experiência).

Permaneceu, então, uma questão fundamental: alcançaremos uma compreensão da mente humana estudando suas estruturas ou estudando suas funções?

O estruturalismo é tido como a perspectiva que procurou analisar a consciência em seus componentes constituintes de sensações elementares, usando a técnica de introspecção reflexiva auto-observadora.

Já o funcionalismo considerava que a chave para compreender a mente e o comportamento humanos era estudar os processos de como e por que a mente funciona desse modo, em vez de estudar os conteúdos e os elementos estruturais da mente.

Assim como o funcionalismo, o associacionismo era uma escola que examinava como os seres humanos e outros organismos podiam aprender a ligar eventos ou idéias específicas entre si na mente.

Logo em seguida veio o behaviorismo que pode ser considerado como uma versão extremista do associacionismo. O behaviorismo focalizava inteiramente os vínculos entre os estímulos e repostas observadas, desprezando quaisquer fenômenos mentais que pudessem ser notados diretamente.

A teoria “Gestalt” apareceu em 1912 considerando o aprendizado como um fenômeno cognitivo. Para ela, muitos fenômenos deveriam ser compreendidos como um conjunto de integrais e que a análise em elementos fragmentários, freqüentemente, destruía a integridade desses fenômenos. Nela, o aprendiz pensa sobre todos os ingredientes necessários e os coloca juntos, cognitivamente, de diversas formas até que o problema seja resolvido. Os “Gestaltistas” acreditam que a solução é obtida ou não. Assim o aprendizado seria descontínuo. Eles viam um problema como um desequilíbrio organizacional na

mente do estudante, que persistiria até que o problema fosse resolvido.

Jean Piaget, conhecido como o fundador da Epistemologia Genética, descreve o desenvolvimento intelectual como dependente da maturidade e da experiência. Em seus estudos, Piaget acompanha a evolução da inteligência desde suas primeiras manifestações, observando a criança construindo e coordenando suas ações mentais, elaborando sua intuição espacial até atingir a capacidade de adaptação e criação. Para ele, o desenvolvimento intelectual é contínuo durante a infância. O processo de construção do conhecimento através do desenvolvimento intelectual, segundo Piaget, é conhecido como construtivismo. Este tende a ser mais holístico e menos mecanicista que as teorias tradicionais de processamento de informações. As pessoas tomam sentido de seu mundo retirando a informação do ambiente e assimilando-as em seus esquemas pré-existentes e entendimentos.

Piaget e os behavioristas têm um ponto em comum. Ambos consideram que a educação deve ser um processo individualizado. No entanto, Piaget enfatiza o processo e não os empenhos finais. O caminho para o desenvolvimento é resultado das estruturações e reestruturações progressivas, que ocorrem da ação do sujeito sobre o meio e vice-versa.

A Inteligência Artificial Construtivista pode ser capaz de auxiliar na adaptação de modelos tradicionais e estratégias instrucionais para projetar sistemas de ensino nos quais as experiências educacionais devem ser construídas em torno da estrutura cognitiva do estudante. Os construtivistas evitam a formulação de modelos para o processo de ensino-aprendizado. Os modelos construtivistas não são sistemas construídos. Assim, suas teorias são mais parciais e por tentativas, procurando conectar o conhecimento à prática. Embora a tecnologia seja uma parte integrante da Informática Educativa, qualquer programa que pretende obter êxito, tem que focar as necessidades instrutivas dos estudantes, em lugar da própria tecnologia. É essencial considerar os fatores culturais e sócio-econômicos, interesses e experiências, níveis educacionais e familiaridade com os métodos utilizados.

A Inteligência Artificial, portanto, é um campo de pesquisa que tenta construir sistemas demonstrativos de pelo menos alguma forma de inteligência; embora tais sistemas ofereçam muitas aplicações, os filósofos cognitivos estão particularmente interessados no trabalho concernente ao processamento inteligente da informação.

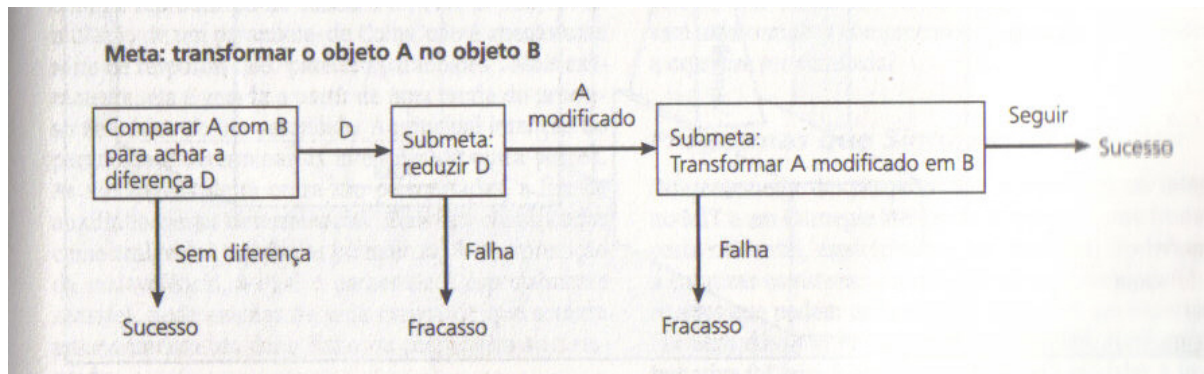


Figura 4.1. Fluxograma do SPG que executa uma análise dos meios e fins para alcançar uma meta.

### 3 Inteligência Artificial

O termo Inteligência Artificial (IA) foi criado por John McCarthy durante o famoso Workshop do Dartmouth College, ocorrido durante dois meses no verão de 1956. Foi o primeiro encontro de cientistas oficialmente organizado para discutir aspectos de inteligência e sua implementação em máquinas.

Grande parte das primeiras pesquisas sobre o processamento da informação concentrou-se em trabalhos baseados em simulações computadorizadas da inteligência humana. Essas simulações eram conhecidas como IA.

Depois do famoso Workshop do Dartmouth College, surgiram duas visões em relação à IA. A primeira, conhecida como “visão fraca”, testa teorias de como os seres humanos talvez executem operações cognitivas. A outra, criticada pelo filósofo John Searle, era conhecida como “visão forte” e considerava que um computador adequadamente programado, é uma “mente”, de forma que os computadores compreendam e possuam outros estados cognitivos.

Os computadores realmente não podem pensar. O que pode ser feito é programá-los para comportarem-se como se estivessem pensando, simulando processos cognitivos.

O que torna os computadores tão interessantes aos pesquisadores é que lhes podem ser dadas instruções altamente complexas que dizem ao computador como responder à nova informação. Esta pode provir de várias fontes: o ambiente, alguém interagindo com o computador ou seus próprios processos.

Provavelmente a primeira tentativa séria para lidar com a questão de se um programa de computador pode ou não ser inteligente foi feita por Alan Turing (1963), baseado em idéias que ele apresentou em 1950. especificamente, Turing delineou um teste pelo qual um humano podia ter acesso à inteligência de um respondente. Esse teste, conhecido como teste de Turing, foi delineado para avaliar em que medida os programas de IA são bem sucedidos em simular a inteligência semelhante à humana.

Dos inúmeros programas, considerados atualmente como clássicos, de IA que foram desenvolvidos, entre os mais antigos está o Teórico Lógico (TL), criado por Allen Newell, Clifford Shawn e Herbert Simon, que demonstra teoremas tirados do “Principia Mathematica” de Whitehead e Russell em lógica simbólica. Ele era capaz de manipular símbolos para que pudessem examinar jogos de xadrez, resolução de problemas geométricos e provas de teoremas lógicos.

Newell e Simon perceberam que precisariam de uma linguagem de “nível mais alto” para facilitar o trabalho do programador humano de forma a “traduzir” automaticamente os programas criados para a “linguagem de máquina” do computador. Em 1955, eles criaram o que ficou conhecido como Linguagem de Processamento de Informação que era capaz de processar listas e fazer alocação dinâmica de memória.

Um dos desenvolvimentos significativos dos anos que se seguiram foi o SPG (*Solucionador de Problemas Gerais*), criado também por Newell e Simon para simular os métodos humanos de resolução de problemas, usando a análise de meios e fins.

O SPG foi, de fato, bem sucedido nos primeiros problemas que atacou, mas logo revelou-se insuficiente para modelar todas as particularidades das formas de solução de problemas que os seres humanos apresentam.

A figura 4.1 representa o fluxograma esquemático de como o SPG pode transformar um objeto em outro, usando a análise de meios e fins.

Um programa posterior foi o SHRDLU, que simulava um robô desempenhando várias operações em um mundo em bloco, tais como colocando um bloco sobre outro e colocando um bloco em uma caixa. Ele foi desenvolvido no início dos anos 70 pelo pesquisador do MIT Terry Winograd. A figura 4.2 mostra alguns exemplos dos tipos de elementos que habitam o mundo em bloco do SHRDLU.

Com a descoberta de que as expectativas iniciais da IA eram infundadas, e com a compreensão de que os mecanismos da cognição humana eram “mais profundos” do que imaginados, as pesquisas mudaram de foco para atividades mais

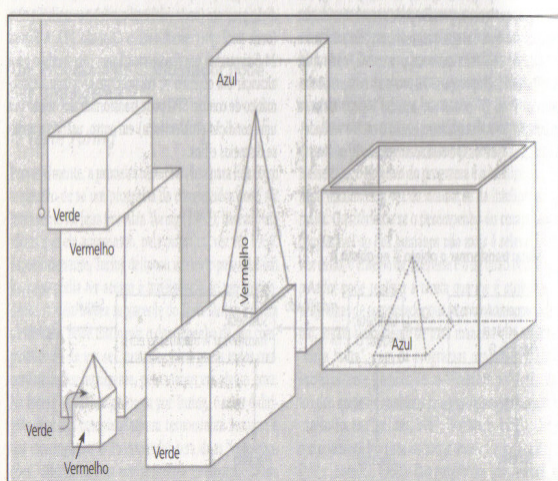


Figura 4.2. O mundo do SHRDLU.

práticas. Em meados de 1980, diferentemente das pesquisas da costa oriental em Yale, no MIT e em Carnegie Mellon, as pesquisas de IA na costa ocidental, especialmente em Stanford, tenderam a enfatizar os Sistemas Especialistas (programas computadorizados que podem realizar o caminho que um especialista faz num domínio razoavelmente específico. Eles incluem o MYCIN, que diagnostica certas doenças bacterianas analisando os resultados de exames sanguíneos, e o DENDRAL, que analisa a estrutura de componentes orgânicos. Embora com uma série de problemas, podemos dizer que os Sistemas Especialistas foram o primeiro "sucesso comercial" da IA, embora não acompanhados do crescimento explosivo que tiveram outros softwares da mesma época. O principal problema com os eles era a falta de "entendimento" de fatos tão básicos que mesmo uma criança era capaz de inferir. Como exemplo, em 1980 um sistema especialista autorizou o financiamento de um carro a uma pessoa que escreveu, no contrato, que trabalhava no mesmo emprego há 20 anos. Nada de excepcional nisto, exceto que essa pessoa mencionou depois que sua idade era de *dezoito* anos.

Em meados de 1980 as redes neurais (*Neural Networks*) retornaram de um longo período de ostracismo. As pesquisas começaram a surgir novamente e produziram algumas aplicações práticas de relativo sucesso comercial (reconhecimento de padrões, predição de ações, data mining). Mas novamente não foi suficiente para ser reconhecido como IA.

O entusiasmo da IA perdura até hoje, mas a escala é menor, mas os objetivos originais de produzir inteligências similares à dos homens foram substituídos por objetivos mais realistas.

Em 1984 que outra tentativa de peso iniciou-se, atrás de uma das "meninas dos olhos" da comunidade de IA: a iniciativa de introduzir senso comum (*common sense*) em máquinas.

Douglas B. Lenat iniciou em conjunto com a MCC Corporation um projeto de nome CYC. Ele é um modelo de esforço concentrado em cima de um

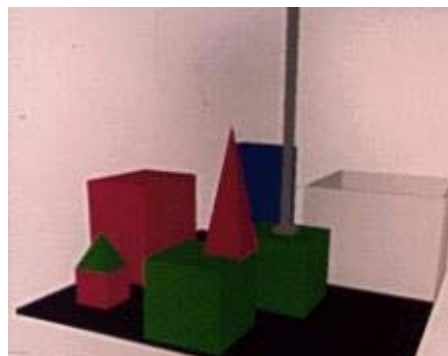


Figura 4.3 O mundo do SHRDLU colorido

bem definido objetivo: é necessária a introdução de uma montanha de dados e fatos interconectados, algo que (se supõe) fará o computador raciocinar com senso comum e tornar-se inteligente. CYC começou, então, a ser "alimentado" por humanos com milhares de fatos cuidadosamente selecionados sobre nosso mundo. O projeto ainda está em franco desenvolvimento e ainda com muito por fazer.

A maior dificuldade da Inteligência Artificial até hoje tem sido fazer computadores raciocinar usando o mais trivial senso comum. Todo mundo sabe que para entrar em uma sala é necessário antes abrir a porta. Entretanto, isto não é "óbvio" para computadores. É esta distinção de "obviedade" que nos intriga acerca das capacidades limitadas das máquinas.

Os críticos da IA questionam tanto a possibilidade quanto o valor de tentar-se obter que as máquinas simulem a inteligência humana, às vezes usando o problema do Quarto Chinês (John Searle) para ilustrar a diferença entre a inteligência simulada e a verdadeira compreensão.

Uma das questões que são levantadas até hoje é a capacidade que um computador pode ter de desenvolver uma inteligência comparada à humana via entradas sensoriais. Eles até conseguem adquirir conhecimento via sensores, mas não podem alcançar alguns tipos de inteligência, tais como a emocional. Como seria possível para uma máquina, ao ver uma determinada cena triste, captar essa tristeza? Não existe um sensor que possa passar essa informação para a máquina.

Portanto, se considerarmos que o objetivo da IA era construir uma máquina com pensamento equivalente ao dos homens, ela é falha até hoje. Porém, se considerarmos que seu objetivo era levantar os principais pontos acerca da inteligência e nos fazer refletir sobre isto, então temos que reconhecer sua significativa contribuição.

Não podemos descartar, também, que muitos estudos têm sido feitos na área de IA e que muitos avanços foram feitos possibilitando às máquinas uma aquisição cada dia maior de conhecimentos,

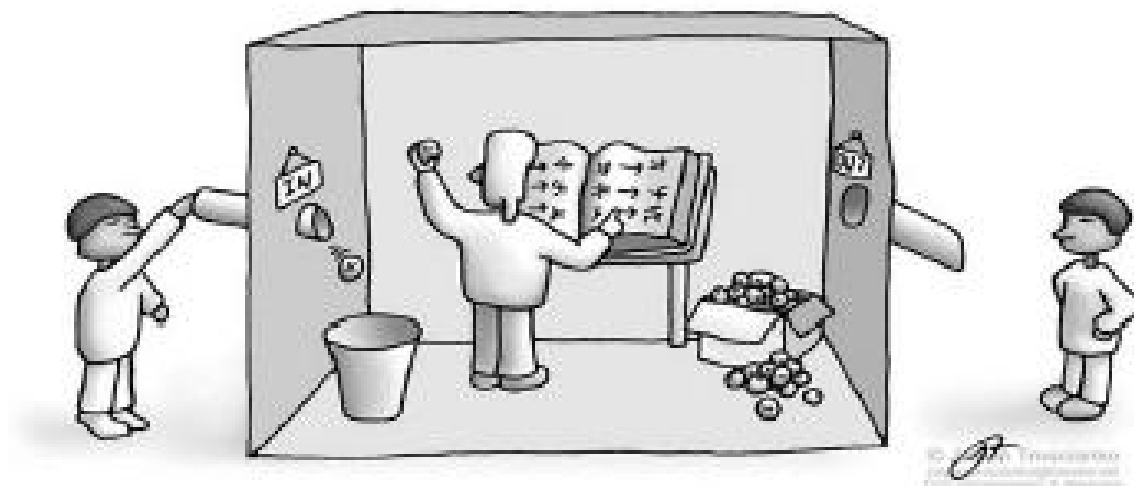


Figura 4.4 Problema do Quarto Chinês.

possibilitada através de diversas entradas sensoriais.

Como nem os sistemas computacionais clássicos, nem os sistemas de redes neurais têm, até hoje, sido eficazes na simulação das capacidades cognitivas humanas, não é ainda possível usar os avanços da IA como testes em relação à constituição da cognição humana. Mas, o desenvolvimento futuro dela pode permitir a construção de testes eficazes deste tipo.

A IA tem, até agora, centrado os seus esforços na simulação de capacidades cognitivas humanas: na simulação da linguagem, da percepção, reconhecimento de padrões, aprendizagem, etc. Mesmo que ela tenha sucesso em simular essas capacidades, este sucesso ainda não pode ser usado no problema Mente-Corpo. Ele indicaria apenas que as capacidades cognitivas humanas são puramente materiais (cerebrais).

Neste novo século as Ciências Cognitivas e a Inteligência Artificial poderão beneficiar de um intercâmbio estreito com benefícios mútuos. A amplitude desse intercâmbio pode ser assumida de forma diferente por cada cientista. Os progressos da Inteligência Artificial não devem e nem podem ser desprezados.

As habilidades intelectuais podem ser ensinadas. Assim, a inteligência é maleável, em vez de fixa. Embora os pesquisadores concordem, em grande parte, que alguns melhoramentos são possíveis, eles discordam quanto ao grau em que acreditam que tais melhoramentos podem ser alcançados, bem como aos meios pelos quais eles seriam feitos.

## 5 Conclusão

Este trabalho buscou esclarecer um pouco como ocorre o processo de aprendizagem e como o mesmo é possível na Inteligência Artificial.

Percorremos um pouco da história dos estudos de aprendizagem e sua abordagem cognitiva.

Finalizamos o trabalho apresentando um pouco da história da Inteligência Artificial, apresentando algumas tentativas que foram realizadas na expectativa de modelar a inteligência humana, de forma que essa modelagem fosse aplicada em máquinas.

Conseguimos perceber com tudo que foi apresentado que apesar de diversos avanços no ramo da Inteligência Artificial, ainda não foi possível simular a inteligência humana nas máquinas, mas que as mesmas conseguem adquirir algum conhecimento via entradas sensoriais.

Notamos também que, apesar de não ter conseguido modelar a inteligência humana como um todo, a Inteligência Artificial serviu como um incentivo para maiores estudos de como ocorre a aprendizagem humana.

## Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, Maria A. F. (1999). *Aprender, atividade inteligente: e se esta inteligência for parcialmente artificial?*, Dissertação de mestrado em Ciência da Computação, UFSC.
- ARISTÓTELES, (1987). *The Work of Aristotle*, (v. 1). Chicago: Encyclopaedia Britannica, Inc. (Original work ca.335 b.c.)
- BRENT, W. (1997). *Reflections on Constructivism and Instructional Design* – Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, Vol. 2, pp. 12-21.
- COSTA, A. C. P. L & BITTENCOURT, Guilherme. *Parla: A Cooperation Language for Cognitive Multi-Agent Systems*.
- COSTA, A. C. P. L & BITTENCOURT, Guilherme. *Dynamics Social Knowledge: A Comparative Evaluation*.

- DESCARTES, R. (1951). *Meditation of First Philosophy*. Trad. L. J. Lafleur. Nova York, Library on Liberal Arts, Liberal Arts Press.
- DOUKIDIS, G.I. (1988). *Using LISP for developing discret events simulations models – Artificial Intelligence, Expert Systems and Language Modelling and Simulation* – Eds. North-Holland, Elsevier Science Publisher B. V., IMACS.
- DRESCHER, G. (1986). *Genetics AI – Translating Piaget into LISP* – Relatório Técnico 890, Massachusetts Institute of Technology – Artificial Intelligence Laboratory, Massachusetts, USA.
- FERNANDES, C. T. & SANTOS, N. (1999). *Pesquisa e Desenvolvimento em Informática na Educação do Brasil – Parte I*. Revista Brasileira de Informática na Educação do Brasil – RBIE, nº 4.
- FERNANDES, C. T. & SANTOS, N. (1999). *Pesquisa e Desenvolvimento em Informática na Educação do Brasil – Parte II*. Revista Brasileira de Informática na Educação do Brasil – RBIE, nº 5.
- FONSECA, Vitor da. (1998) – *Aprender a Aprender – A Educabilidade Cognitiva*. 1ª Edição. Porto Alegre: Artmed.
- GARDNER, H. (2003) – *A Nova Ciência da Mente – Uma História da Revolução Cognitiva*. 3ª Edição. São Paulo, SP: EDUSP.
- GUDWIN, Ricardo R. (2005) – *Notas de aula da disciplina de Semiótica e Sistemas Inteligentes*. Unicamp.
- GUDWIN, Ricardo R. (2006) – *Notas de aula da disciplina Sistemas Inteligentes*. Unicamp.
- HERGENHAHN, B. R. (1988) – *An Introduction to Theories of Learning*. 3ª Edição. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- KANT, I. (1958) – *Critique of Pure Reason*. Trad. N. Kemp Smith. Nova York, Random House.
- KANTOWITZ, Barry H. (1974) – *Human Information Processing: Tutorials in Performance and Cognition*. 1ª Edição. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.
- KIMBLE, G. A. (1961) – *Hilgard and Marquis' conditioning and learning*. 2ª Edição. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- LOCKE, J. (1975). *An Essay Concerning Human Understanding*, Oxford, Clarendon Press.
- MINSKY, M. (1963). *Steps toward Artificial Intelligence*.
- NAVEGA, Sérgio. (2000). *Inteligência Artificial, Educação de Crianças e Cérebro Humano*. Leopoldianum, Revista de Estudos de Comunicações of the University of Santos – Ano 25, nº 72, pp. 87-102.
- NEWELL, A., SHAW, J. C., & SIMON, H. A. (1964). *Elements of a Theory of Human Problem-solving*. In; HARPER, R. J.C.; AMDERSON, C. C.; CHRISTENSEN, C. M., & HUNKA, S. M. (eds.). *The Cognitive Processes: Readings*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.
- NEWELL, A., & SIMON, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.
- PIAGET, J. (1970). *Piaget's Theory*. In: Mussen, P. (ed.). *Carmichael's Manual of Child Psychology I*, Nova York, John Wiley.
- PLATÃO. (1956). *Thaetetus*. In: Edman, I. (ed.) *The Philosophy of Plato*. Nova York, Random House.
- POERSCH, José Marcelino. (2005). *A new paradigm for learning language: connectionist artificial intelligence*. *Linguagem & Ensino*, Vol. 8, nº 1, pp. 161-183.
- SEARLE, John. (1980) *Minds, Brains and Programs*. *The Behavioral and Brain Sciences*, 3:417-457. UFRGS.
- SILVEIRA, Ricardo & VICCARI, Rosa. *Projeto Eletrotutor: Desenvolvimento e Avaliação de Ambientes Inteligentes de Ensino-Aprendizagem*. UFRGS.
- STERNBERG, Robert J. (2002). *Psicologia Cognitiva*. 1ª Edição. Artmed Editora, Porto Alegre.
- TIENNE, André de. (2002). *Learning qua Semiosis*. II Workshop on Computational Intelligence and Semiotics.
- TURING, A. (1963). *Computing Machinery and Intelligence*. In: FEIGENBAUM, E. A. & FELDMAN, J. (eds.). *Computers and Thought*. Nova York, McGraw-Hill.
- WHITEHEAD, A. N. & RUSSEL, B. (1910-1913). *Principia Mathematica*. Cambridge, Cambridge University Press.