

Espaços Psicológicos em Sistemas Tutores Inteligentes Conexionistas

Weber Martins¹, Francisco Ramos de Melo¹, Viviane Meireles¹, Lauro Eugênio G. Nalini²

¹Laboratório Pireneus

Escola de Engenharia Elétrica e Computação

Universidade Federal de Goiás

²Laboratório de Análise Experimental do Comportamento

Departamento de Psicologia

Universidade Católica de Goiás

weber, chicorm, vmeireles@pireneus.eee.ufg.br, legn@ucg.br

Abstract

*This paper suggests the use of **psychological spaces** in the conduction of **Intelligent Tutorial Systems (ITS)** by using **neural networks**. Such a technique allows the identification of the type of the apprentice and the prediction of the **distribution of probability** of the appropriate steps that should be traveled in the tutor. **Symbolic rules** are added to the system to consider the apprentice's momentary acting.*

1. Evolução do Ensino

Desde há muito tempo, o conhecimento — sua aquisição e sua transmissão — tem sido instrumento utilizado para promover e garantir a sobrevivência humana, a evolução pessoal e social e a soberania das nações [1], [2] e [3]. Como decorrência, os processos de aquisição (aprendizagem) e de transmissão (ensino, instrução) do conhecimento têm sido alvo de muitos questionamentos e pesquisas, assim como têm induzido progressos tecnológicos ao longo da história evolutiva humana [4], [5], [6], [7], [8], [9] e [10].

O modo de transmissão de conhecimentos (ou ensino) mais antigo e ainda vigente é o denominado “presencial.” O modelo presencial caracteriza-se pela presença simultânea do agente transmissor (professor, instrutor, orientador, etc.) e dos aprendizes no ambiente físico onde ocorre o processo de transmissão. Deficiências e limitações econômicas do modelo têm sido apontadas: restrições temporais, altos custos de implementação e necessidade de espaço físico e mobiliário adequados. Com a evolução dos serviços de correios na Europa no começo do século passado e, mais formalmente, com a expansão das tecnologias de rádio e televisão a partir de meados dos anos 30, outra forma de ensino se diferenciou, principalmente no contexto da educação norte-americana e européia. Frente às possibilidades decorrentes da expansão tecnológica e pressionados pela necessidade de levar instrução a contingentes populacionais cada vez maiores e mais diversos com arranjos de custo reduzido, educadores e psicólogos desenvolveram, a partir de 1940, alternativas instrucionais baseadas na idéia de que

parcela significativa do processo ensino-aprendizagem poderia dispensar a presença física do agente transmissor junto aos aprendizes. O conjunto de técnicas, instrumentos, procedimentos e programas que, gradativamente, surgiu deste empreendimento constituiu o campo de investigação e tecnologia educacional que veio a ser denominado “Ensino à Distância” (EAD). Sem as limitações impostas pelo modelo presencial, o EAD tem permitido massiva disseminação de conhecimentos, favorecendo, portanto, a popularização do ensino [11], [12], [13] e [14].

Desde a sua diferenciação no contexto da Educação, o EAD tem sido respaldado por experiências significativas realizadas em todo o mundo. Intuitivamente, pode ser dito que sempre que alguém lê um texto impresso recebido por correspondência, ouve rádio, assiste a um programa de televisão ou acessa a rede mundial de computadores (internet), tal pessoa está, no mínimo, recebendo informação, através da qual, como conseqüência, poderá adquirir algum tipo de conhecimento e ter induzidas mudanças de atitudes e de comportamentos. De modo mais específico, diferentes pesquisadores têm usado intercambiavelmente as expressões “educação à distância” e “aprendizagem à distância” em relação a uma grande variedade de programas, provedores de instrução, audiências, metodologias e meios de comunicação. Há, contudo, algum consenso relativo a quais são as características definidoras do EAD: a) a separação do agente transmissor e do aprendiz no tempo e/ou no espaço [15], b) o controle voluntário do ritmo de aprendizagem pelo aprendiz ao invés de pelo agente transmissor à distância [16], e c) a comunicação não-contígua entre o aprendiz e o agente transmissor, que é, então, mediada por sistemas multimídia, impressoras, ou alguma forma de tecnologia de transdução da informação na sua forma eletrônica para uma forma processável pelos sentidos humanos [17].

Após sua diferenciação em 1940, por volta dos anos 60, os cientistas do EAD passam a contar com a possibilidade de ampla utilização de computadores na Educação. Parcela considerável das aplicações educacionais que vieram a utilizar esta tecnologia foi classificada como “Instrução Assistida por Computador” (IAC; expressão traduzida do Inglês

“Computer-Assisted Instruction” (CAI); [18]. O modelo IAC está baseado no paradigma da Instrução Programada (IP) 7, que é definido, dentre outros aspectos, a) pela partição criteriosa, em quadros (frames) e blocos, do conteúdo a ser ensinado, considerados fatores tais como a natureza do conteúdo, o repertório de conhecimentos do aprendiz sobre conteúdos mais ou menos relacionados ao que está programado para ser ensinado, o estágio de desenvolvimento lingüístico do aprendiz, o nível de escolarização, etc.; b) o arranjo da apresentação dos quadros considerado o nível de dificuldade de cada um, de forma que a seqüência de apresentações é organizada dos quadros mais fáceis para os mais difíceis; c) a possibilidade de progressão auto-controlada no sentido do quadros iniciais para o finais de um bloco, ou seja, o aprendiz pode determinar o ritmo em que quer aprender, e d) o que ocorre como conseqüência da resposta do aprendiz e funciona como evento que indica a ele, à medida que caminha pelos quadros, a correção ou a incorreção das suas respostas (feedback) [19], [20] e [21] como exemplos de aplicação prática do paradigma ao ensino do conteúdo da Análise do Comportamento, da Matemática e do Espanhol).

Alguns críticos da IP a interpretam erroneamente afirmando que ela é um método educacional “centrado no agente transmissor”, visto que a) pré-determina o modo como o conteúdo será fraccionado e apresentado, e, portanto, b) a compreensão do aprendiz terminará por ser a de quem programou o ensino, não havendo possibilidade de compreensão criativa — aspecto este entendido como decorrente de ser o paradigma uma extensão aplicada dos princípios do condicionamento operante [22] e [23], entendidos como elementos básicos de uma “teoria comportamentalista skinneriana”, que, de fato, inexistente [24]. Tais suposições são equivocadas pois não se aplicam ao paradigma da IP e nem ao pensamento skinneriano, mas, sim, ao mal uso da primeira e ao desconhecimento do segundo. Deve se ter clareza que não há paradigma de ensino que prescindia de algum tipo de partição do conteúdo e que não cause efeitos sobre o aprendiz. Estes são problemas inerentes à relação ensino-aprendizagem, cuja solução científica demanda investigação conceitual e empírica competentes, sob pena de ser criada uma situação onde se afirma a existência positiva do aprender não tendo ocorrido o ensinar [25].

Por fim, no final dos anos 90, a internet abriu espaços na Educação, encurtando distâncias para cursos e programas em EAD. Tal facilidade veio como conseqüência da associação desta revolucionária tecnologia educacional à Informática e às telecomunicações, o que possibilitou agilidade e velocidade de comunicação interativa nunca antes alcançada pelo homem.

2. Espaços Psicológicos

Segundo Jung, tipologias psicológicas descrevem e explicam a personalidade humana. Jung observou que o comportamento humano não é aleatório, não sendo as

ações humanas o resultado do acaso. Representante importante do mentalismo cartesiano e do inatismo kantiano, Jung observou que padrões comportamentais podem ser concebidos como correlatos à estrutura da mente humana, correlação esta presente desde o nascimento do indivíduo. Desta concepção geral, Jung desenvolveu uma teoria de tipos psicológicos baseada em quatro fatores e em duas disposições. Os quatro fatores são a) o sentimento (F, do Inglês, feeling), b) o raciocínio (T, do Inglês, thinking), c) a intuição (N, do Inglês, intuition), e d) a sensibilidade (S, do Inglês, sensing); e as duas disposições são a extroversão (E, do Inglês, extraversion) e a introversão (I, do Inglês, introversion) [26], [27] e [28].

Resumidamente, Jung argumenta em sua teoria que, quando a mente humana está em atividade, ela está realizando uma de duas tarefas: ou está obtendo informações (processo perceptual) ou está organizando e priorizando as informações obtidas para decidir (processo judicativo). Jung conjectura que as mentes humanas percebem e julgam as coisas e os fatos de dois modos. Mentes percebem através da sensibilidade ou da intuição. Para julgar, utilizam-se do raciocínio ou do sentimento. Preferências mentais inatas na forma de perceber e julgar influenciam, essencialmente, o tipo de atenção prestada e o processo pelo qual são tomadas decisões. Além disto, como mencionado acima, extroversão e introversão, concebidas como disposições mentais opostas já presentes no nascimento do indivíduo, moldam o modo pelo qual ele interagirá com o mundo.

Os tipos psicológicos se revelam ou atuam à medida que diferentes demandas experienciais no ambiente fazem com que haja direcionamento diferencial das energias do indivíduo para cada extremo dos pares de fatores e de disposições opostos: sensibilidade-intuição, raciocínio-sentimento, e extroversão-introversão. Segundo a teoria, devido ao fato de um dos extremos dos pares prevalecer e atuar mais freqüentemente, a tipologia prediz que os padrões comportamentais correlatos se tornarão cada vez melhor estabelecidos e mais predizíveis. Por sua vez, a ocorrência habitual dos padrões prevalentes conduz às diferenças individuais, estas definidas por padrões comportamentais de alta regularidade. Jung denominou esta teoria de “psicologia da consciência” por acreditar que seus elementos representavam e poderiam explicar as estruturas básicas da mente humana consciente. Segundo Jung, há interação dinâmica dos fatores e disposições prevalentes na consciência do indivíduo. Contudo, para cada indivíduo, resultam desta dinâmica um fator e uma disposição mental dominante ou superior que constitui o cerne da personalidade do indivíduo, sua identidade psicológica básica.

A definição e a classificação dos tipos na tipologia de Jung está baseada em divisões binárias (dicotomias) tendo como referência básica os opostos extroversão e introversão. Na linguagem cotidiana, os termos “extrovertido” e “introvertido” têm um uso regular: o primeiro significa “expansivo” e o segundo significa o oposto, ou seja, “retraído”. A definição de Jung, embora consoante com tais noções, é mais interessante

filosoficamente. Para Jung, “introversão” é o interesse do sujeito por seus estados internos, enquanto “extroversão” é o interesse pelo objeto. A partir das dicotomias pensamento-sentimento e sensibilidade-intuição, os tipos psicológicos junguianos passam a ser oito. Além disto, Jung categorizou os fatores raciocínio e sentimento como “racionais” e os fatores sensibilidade e intuição como “irracionais”. Na concepção de Jung, diferentemente do que poderia ser o entendimento de alguém, a prevalência do fator sentimento não implica em deficiência do fator raciocínio, visto que podem haver tanto emoções racionais quanto irracionais. Para Jung, todos os fatores estão presentes na estrutura mental de qualquer indivíduo, dado que são tanto sujeito quanto objeto na constituição da experiência. O espaço e a dinâmica psicológica definida pelos fatores prevalentes numa mente determinada são descritos metaforicamente por Jung como uma “construção operativa consciente”, enquanto que os fatores opostos (não-prevalentes) possuem forte potencial de atuação nos níveis subconsciente e inconsciente. Assim, na dinâmica dos fatores e disposições mentais, a atuação de conteúdos conscientes é balanceada por conteúdos subconscientes e inconscientes.

Na tipologia junguiana, existem oito tipos básicos de personalidade, cada um definido por seu fator dominante. Os oito tipos são os seguintes: 1) sensível extrovertido (SE), 2) sensível introvertido (SI), 3) intuitivo extrovertido (NE), 4) intuitivo introvertido (NI), 5) racional extrovertido (TE), 6) racional introvertido (TI), 7) sentimental extrovertido (FE) e, 8) sentimental introvertido (FI). Neste ponto, cabe frisar que Jung desenvolveu esta tipologia com base na estruturação e funcionamento de indivíduos normais, não levando em consideração modelos psicopatológicos de qualquer tipo.

Tabela 1: Categorização dos tipos psicológicos de Jung.

		Extrovertido	Introvertido
Racional	Sentimento	FE	FI
	Raciocínio	TE	TI
Irracional	Intuição	NE	NI
	Sensibilidade	SE	SI

O principal desenvolvimento subsequente da tipologia junguiana ocorreu com Myers & Briggs [29]. A abordagem apresentada por elas sobre os fatores diferiu da junguiana devido a terem adicionado outro conjunto de estruturas (o julgar e o perceber) e por defenderem que na mente individual não se realiza uma dinâmica simples. Assim, Myers & Briggs classificam o indivíduo pela prevalência de uma das dicotomias sobre cada uma das outras três, incluindo o par introversão-extroversão, como ilustrado na Figura 1.

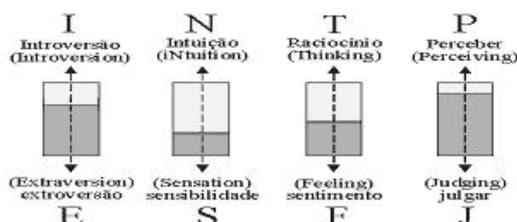


Figura 1 - Modelo de Myers-Briggs.

Keirsey, outro seguidor do pensamento junguiano, propôs um outro modelo [30] e [31]. Neste modelo, apesar dos diferentes rótulos dos tipos, a proposta teórica é paralela à do trabalho de Myers & Briggs. O modelo proposto por Keirsey considera a influência dos fatores como um conjunto, o que implica numa estrutura não-linear, onde é possível maior variação de espaços.

Tanto em Myers & Briggs quanto em Keirsey, podemos notar que existe uma variação grande para definir um determinado indivíduo, ao mesmo tempo em que a diferença entre um e outro tipo pode ser pequena.

3. Sistemas Tutores

O uso de computadores na Educação [32] iniciou nos anos 50 com a criação de sistemas tutores. Tais programas são considerados simples “viradores de páginas eletrônicos”.

Para contextualizar a proposta de tutores, utilizando sistemas inteligentes [33] baseados em redes neurais artificiais, é importante apresentar as principais estruturas utilizadas. Normalmente, uma introdução marca o início da lição e, no final, um resumo é apresentado para revisão dos conceitos, seguido de teste ou outra atividade para medir o conhecimento adquirido.

No tutorial clássico (ver Figura 2), progressivamente, apresenta-se o conteúdo em níveis básico, intermediário e avançado. No tutorial focado em atividades, uma preparação com conhecimentos ou motivações adicionais precede a realização da própria atividade. No tutorial customizado pelo aprendiz (ver Figura 3), entre a introdução e o resumo, há ciclos de páginas de opções (navegação) e páginas de conteúdo. A página de opções apresenta uma lista de caminhos para escolha pelo aprendiz ou um teste no sentido de definir o próximo passo.

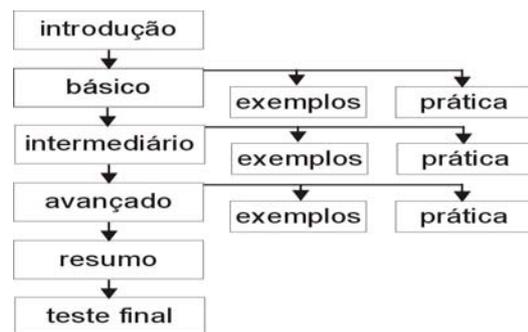


Figura 2 - Tutorial Clássico.

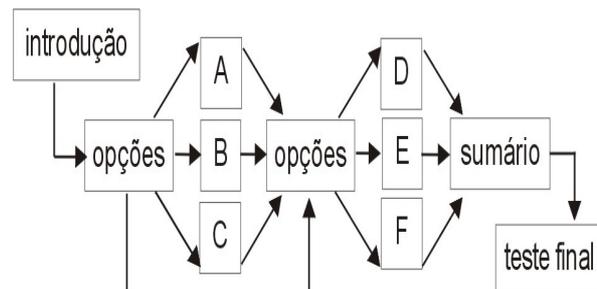


Figura 3 - Tutorial customizado.

No tutorial de avanço por conhecimento, o aprendiz pode omitir conteúdos já dominados, sendo submetido a testes de dificuldade progressiva para determinar o ponto de entrada na seqüência de conteúdos. No tutorial exploratório, existe a página inicial de exploração com links de acesso a documentos, bancos de dados ou outras fontes de informação. No tutorial gerador de lições (ver Figura 4), o resultado do teste define a seqüência personalizada de tópicos a ser exposta ao aprendiz.

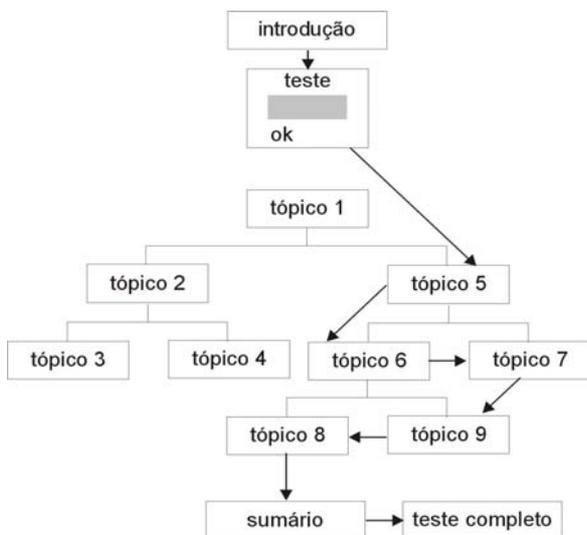


Figura 4 - Tutorial gerador de lições.

Outra estrutura recente propõe sistemas tutores connexionistas (ver Figura 5) [34] e [35]. O conteúdo é particionado em vários tópicos (contextos). Cada contexto é subdividido em cinco níveis: facilitado, médio, avançado, perguntas/respostas e exemplos. A entrada em cada contexto é realizada através do nível médio. Após cada nível, realiza-se um teste. Após esse teste, o aprendiz pode escolher (navegação livre) ou ser conduzido (navegação guiada) para qualquer um dos outros níveis ou para o próximo contexto.

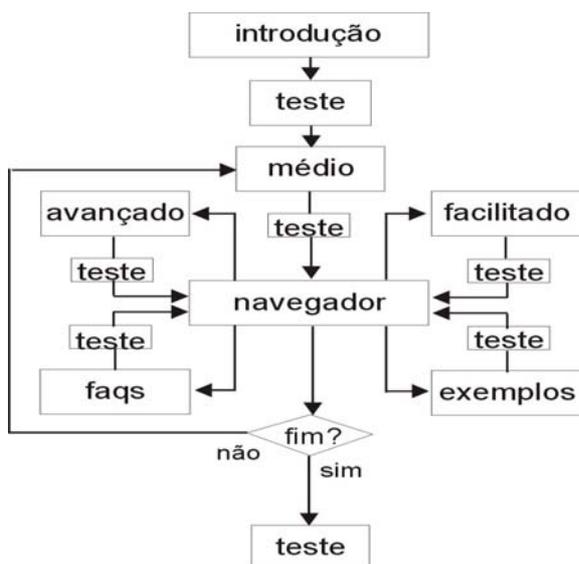


Figura 5 – Sistema Tutor Conexionista.

Nesse modelo, após a formatação do conteúdo em contextos e níveis, aprendizes navegam livremente pelo tutorial [36]. Tais navegações são registradas para que as melhores sejam selecionadas, baseado na melhoria de desempenho entre o teste inicial e o teste final. Uma rede neural artificial específica é treinada [37] e [38] para cada nível de cada contexto. Para uma sessão tutorial de 15 contextos, são necessárias 75 redes neurais diferentes. Os resultados foram promissores, mas a dependência da formatação do conteúdo impede o rápido desenvolvimento de novos tutoriais. Em outras palavras, qualquer alteração nessa formatação implica na necessidade de novas navegações livres e treinamento de todas as redes neurais envolvidas (além de possível inclusão de outras).

4. Sistema Proposto

Neste trabalho, propomos modificar o uso de redes neurais artificiais na estrutura introduzida em [39]. Na estrutura atual, uma rede neural é empregada para cada contexto. Na nova estrutura proposta, o objetivo é utilizar apenas uma rede para todo o tutor. Redes neurais passam a definir padrões (distribuição de probabilidades) de navegação nos níveis a partir de características psicológicas [40]. Outra alteração na estrutura é a introdução de questionários específicos de avaliação de características do aprendiz. A melhoria de desempenho em navegações livres continua a sustentar o treinamento da rede neural.

As características psicológicas são coletadas a partir da aplicação, em ambiente web, por meio de questionários específicos. Além do desempenho no teste inicial, as respostas do aprendiz ao questionário são entradas da rede neural comprometida a fornecer o padrão de navegação guiada. A representação das entradas será predominantemente binária, considerando todo o conjunto de respostas às questões, cuja tabulação é definida na estrutura do questionário. Dessa forma, a rede neural acessa as características psicológicas do aprendiz e seu nível de conhecimento no conteúdo específico do tutorial. Tal rede neural independe da formatação do conteúdo desde que seja mantida a estrutura (número de níveis em cada contexto). O acréscimo de novos contextos ou alteração do conteúdo, por exemplo, não implicam em mudanças no sistema tutorial, permitindo a reutilização da estrutura em novos tutores.

A capacidade de tratar dados não linearmente separáveis e a característica de treinamento supervisionado apontam o modelo MLP como um dos indicados para implementar a estrutura proposta. Para o treinamento da rede neural, serão utilizados os padrões de navegação coletados e selecionados na navegação livre. A análise do desempenho da navegação definirá os padrões que a rede deverá reconhecer para, a partir das informações da entrada, indicar o padrão de navegação para o estudante. Cada padrão conterá as indicações probabilísticas de navegação em resposta às características apresentadas na entrada da rede neural (ver Figura 6). O padrão fornecerá argumentos de

decisão do próximo passo a ser executado pelo tutor na condução guiada.

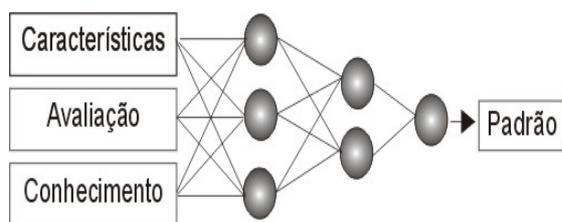


Figura 6 – Representação da RNA

Para complementar a decisão da navegação guiada e exercer controle mais preciso e sensível ao desempenho local do aprendiz (ver Figura 7), um conjunto de regras simbólicas [41] e [42] é adicionado para lidar com situações óbvias. Por exemplo, não se deve permitir a navegação para o nível avançado quando o aprendiz não respondeu corretamente ao teste específico do nível médio.



Figura 7 – STI conexionista proposto

A eficiência do sistema proposto será mensurada pelo desempenho da navegação guiada. O objetivo maior é conduzir o aprendiz para obter um bom desempenho com base nas trajetórias que descartam recursos desnecessários (níveis de contexto) ao perfil do aprendiz. Na equação (1), podemos observar que a eficiência (E) está diretamente relacionada com a produtividade do aluno (P) e inversamente proporcional aos recursos (R) utilizados (níveis visitados, redes utilizadas) [43] e [44].

$$E = \frac{P}{R} \quad (1)$$

O sistema proposto procura ser mais eficiente à medida que reduz os recursos de várias RNAs para apenas uma, sendo esta mais genérica. Sob outro ponto de vista, a nova estrutura, após sua validação, não causará demanda de novos treinamentos com a alteração do contexto atual ou, até mesmo, do conteúdo.

5. Conclusão

Apresentou-se as bases para o desenvolvimento de sistemas tutores conexionistas no sentido de

implementar o ensino através do uso de espaços psicológicos. A proposta apresentada expande a primeira modelagem conhecida no sentido de agregar o uso de características psicológicas e permitir o aproveitamento da estrutura do sistema tutorial para outros conteúdos sem necessidade de novos treinamentos, além de reduzir o número de redes neurais envolvidas para apenas uma única. O sistema proposto ajusta a navegação guiada de acordo com regras simbólicas preestabelecidas.

Referências

- [1] DEWEY, J. Psychology and social practice. Psychological Review, 1900.
- [2] THORNDIKE, E. L. Educational psychology. Volume II. The psychology of learning. New York : NY, Teachers College, 1921.
- [3] THORNDIKE, E. L. Human learning. New York : NY, Appleton-Century-Crofts, 1931.
- [4] BARLOW, J. A. The teaching and the teaching machine. Auto-instructional Devices, 1961.
- [5] GAGE, N. L. Handbook of research on teaching. Rand McNally, Inc., Chicago, USA, 1963.
- [6] SCHRAMM, W. The research on programmed instruction: an annotated bibliography. Office of Education (OE-34034), Government Printing Office, Washington, D. C., USA, 1964.
- [7] SKINNER, B. F. The technology of teaching. New York, Appleton-Century-Crofts, 1968.
- [8] ROSENBERG, M. J. E-Learning strategies for delivery knowledge in the digital age. McGraw-Hill, New York : NY, USA, 2001.
- [9] LEE, W. W. & Owens, D. L. Multimedia-based instructional design: computer-based training, web-based training, and distance learning. Jossey-Bass/Pfeiffer, San Francisco : CA, USA, 2000.
- [10] HORTON, William K. Designing Web-based Training, 2000
- [11] SHERRY, L. Issues in distance learning. International Journal of Educational Telecommunications, 1996.
- [12] De Vaney, A. & Butler, R. P. (2001). Voices of the founders: early discourses in educational technology. Em Jonassen, D. H. (2001). The handbook of research for educational communications and technology. The Association for Educational Communications and Technology, Bloomington : IN, USA.
- [13] PHELAN, K. C.; Mendoza-Diaz, N. V. & Mathews, S. An example of converting a traditional course into distance learning: an open discussion. Trabalho apresentado na 9th Annual International Distance Education Conference, Austin, Texas, USA, 2002.
- [14] JONASSEN, D. H. The handbook of research for educational communications and technology. The Association for Educational Communications and Technology, Bloomington, USA, 2001.
- [15] PERRATON, H. A theory for distance education. Em D. Sewart, D. Keegan, & B. Holmberg (Ed.), Distance education: international perspectives. New York: Routledge, 1988.

- [16] JONASSEN, D. H. Applications and limitations of hypertext technology for distance learning. Trabalho apresentado no Distance Learning Workshop, Armstrong Laboratory, San Antonio, USA, 1992.
- [17] GARRISON, D. R., & Shale, D. Mapping the boundaries of distance education: Problems in defining the field. *The American Journal of Distance Education*, 1987.
- [18] PARK, O., PEREZ, R.S. and SEIDEL, F.J., "Intelligent CAI: Old Wine in New Bottles or a New Vintage ?", em KEARSLEY, G., "Artificial Intelligence and Instruction - Applications and Methods", 1987.
- [19] HOLLAND, J. G. & Skinner, B. F. *The analysis of behavior: a program for self-instruction*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, USA, 1961.
- [20] MALPASS, L. F.; Hocutt, M. O.; Martin, E. & Givens, P. *O comportamento humano: um programa para a auto-aprendizagem*. Editora Renes, Rio de Janeiro, 1970.
- [21] FELTRINI, I. F. & Coelho, D. S. Avaliação da eficácia da instrução programada no ensino de verbos regulares e irregulares em espanhol. *Anais do I Encontro Nacional do Grupo de Estudos de Linguagem do Centro-Oeste*; volume no prelo, 2001.
- [22] CATANIA, A. C. *Learning*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 1998.
- [23] PIERCE, W. D. & Epling, W. F. *Behavior analysis and learning*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 1999.
- [24] SKINNER, B. F. Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 1950.
- [25] OAKESHOTT, M. *Learning and teaching*. Em R. S. Peters (Ed.) *The Concept of Education*. London: Routledge & Kegan Paul, 1967.
- [26] JUNG, C. G., *Psychological Types*, trans. By H. G. Baynes, ver. By R.F.C. Hull. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1971 (originally published in 1921).
- [27] JUNG, C. G., *Psychological Types*, Bollingen Series XX, Volume 6, Princeton University Press, 1971, 1976.
- [28] DANIELS, M. *Self-Discovery the Jungian Way: The Watchword Technique*. London & New York: Routledge, 1992.
- [29] MYERS, I.B. and McCaulley, M.H. *Manual: A Guide to the Development and Use of the Myers-Briggs Type Indicator*. Palo Alto, Ca.: Consulting Psychologists Press, 1985.
- [30] KEIRSEY, D. and BATES, M. *Please Understand Me – Character & Temperament Types*, Intelligence, Prometheus Nemesis Book Company, USA, 1984.
- [31] KEIRSEY, D. *Please Understand Me II – Temperament, Character, Intelligence*, Prometheus Nemesis Book Company, USA, 1998.
- [32] RICHMOND, W.K., "A Revolução no Ensino" tradução do original "The Teaching Revolution", Companhia Editora Nacional, 1975.
- [33] EBERSPÄCHER, Henri F e Kaestner, Celso A A - A arquitetura de um sistema de autoria para construção de tutores inteligentes hipermedia e seu posicionamento na informática educativa - IV Congresso RIBIE, Brasília, 1998
- [34] CARVALHO, S. D., *Mapas Auto-Organizáveis Aplicados a Sistemas Tutores Inteligentes*, Goiânia, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) - UFG - Universidade Federal de Goiás.
- [35] ALENCAR, W. S., *Sistemas Tutores Inteligentes Baseados em Redes Neurais*, Goiânia, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) - UFG - Universidade Federal de Goiás.
- [36] VASILEVA, T et al. *Experimental Data About Knowledge Evaluation in a Distance Learning System*, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Skopje, Macedonia, 2001.
- [37] HAYKIN, S. S.; *Redes Neurais Artificiais - Princípio e Prática*. 2ª Edição, Bookman, São Paulo, 2000.
- [38] TAFNER, M. A. et al. *Redes Neurais Artificiais: Introdução e Princípios de Neurocomputação*, EKO: Ed. da FURB, Blumenau, SC, 1995.
- [39] MARTINS, W; & CARVALHO, S. D. *Mapas Auto-Organizáveis Aplicados a Sistemas Tutores Inteligentes*. VI Congresso Brasileiro de Redes Neurais, pags. 361-366, São Paulo, 2003.
- [40] DUCH, W. *Neural implementation of psychological spaces*, Department of Computer Methods, Nicholas Copernicus University, Grudziadzka, Poland; 1998.
- [41] NORVIG, P. and RUSSEL, S. *Artificial Intelligence: a modern approach*, Prentice-Hall, New Jersey, USA, 1997.
- [42] KAPLAN, Randy e ROCK, Denny. *New Directions for Intelligent Tutoring Systems*. *AI Expert* - February, 1995.
- [43] CHIAVENATO, Idalberto. *Introdução à Teoria Geral da Administração*. Editora Makron Books, São Paulo, 1998.
- [44] BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. *Manual de Organização, Sistemas e Métodos: abordagem teórica e prática da engenharia da informação*. Editora Atlas, São Paulo, 1997.