

Estratégias de Ensino em Sistemas Tutores Inteligentes Modelados através da Tecnologia de Agentes

Lucia Maria Martins Giraffa¹

FACIN/PUCRS

CPGCC/UFRGS

giraffa@inf.pucrs.br

Rosa Maria Viccari²

CPGCC/UFRGS

rosa@inf.ufrgs.br

Resumo

Este artigo descreve as interações entre o agente tutor e os estudantes no sistema MCOE (Multi-agent CO-operative Environment). O MCOE representa o estado da arte do projeto de pesquisa envolvendo o paradigma de agentes para modelar Sistemas Tutores Inteligentes com interface e funcionamento baseados em técnicas de programação de jogos. Os agentes reativos (componentes do cenário onde se desenvolve o jogo) e os agentes cognitivos (estudantes representados pelos seus personagens e o tutor) são modelados através de estados mentais (crenças, desejos, intenções e expectativas). O formalismo de Mora et al [MOR97; MOR98] é utilizado para representar as interações da coreografia deste estados mentais .

Abstract

This paper describes the interaction between the agent tutor and the students of the MCOE (Multi-agent CO-operative Environment) system. MCOE represents the current state of our research project involving the agents' paradigm to model Intelligent Tutoring Systems with interfaces and operation based on computerised game techniques. The reactive agents (elements that compose the scenery of the game) and the cognitive agents (students represented by their characters, and the tutor) are modelled through mental states (beliefs, desires, intentions and expectations). The formalism proposed by Mora et al. [MOR97; MOR98] is used to represent the interaction choreography.

Área de Concentração: Sistemas Tutores Inteligentes, Estratégias de Ensino, Agentes Pedagógicos.

1. Introdução

A utilização de técnicas de Inteligência Artificial (IA) no projeto e desenvolvimento de ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados tem se tornado objeto de maior investigação por parte dos pesquisadores da área de Informática aplicada à Educação, devido às suas potencialidades. Desde o seu primórdio, a IA tem se preocupado com as questões envolvendo a aprendizagem através da utilização em máquina (computador) ou da máquina. Infelizmente, ainda não foi possível atingir as promessas projetadas por Carbonel (1970) e seus colegas para os Sistemas Tutores Inteligentes (STI). A idéia de termos um STI onde o aluno receba auxílio personalizado,

¹ Faculdade de Informática – PUCRS - Av. Ipiranga 6681 – prédio 16, sala 171 - Porto Alegre, RS – Brasil – 90610-900 - Fone: + 55 51 3203611 /Fax: + 55 51 320--3621

² Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação – UFRGS - Av. Bento Gonçalves 9500 – Bloco IV – Porto Alegre, RS – Brazil - 91501-970 - Fone: + 55 51 316-6801

conforme suas necessidades específicas, ainda está distante do que realmente gostaríamos de fazer. As razões para tais limitações são diversas e residem tanto nos aspectos de hardware e software (H&S), quanto nos aspectos psicológicos e pedagógicos. Os recursos de H&S, apesar do grande avanço da tecnologia moderna, ainda são muito limitados e não conseguem reproduzir na sua totalidade a complexidade dos processos mentais de uma pessoa. As pesquisas nas áreas de Psicologia e Educação não oferecem teorias computáveis que possamos aplicar diretamente e fazer simulações mais adequadas. O que fazemos são adaptações e combinações de técnicas geradas pelas três áreas, a fim de melhorar os ambientes computadorizados de ensino-aprendizagem.

O uso das tecnologias de hipermídia, redes e do paradigma de agentes na pesquisa de software educacional foi rapidamente absorvido pelos pesquisadores da área, especialmente na área de IA aplicada à Educação. Alguns STI foram construídos utilizando estas técnicas. Citamos como exemplo os trabalhos de Colazzo (1997), Dillenbourg (1997), Ikeda (1997), Khuwaja (1996), Leroux (1996) e Self (1995). O modelo do estudante, no entanto, ainda é a parte mais fraca de tais sistemas. A fim de construir um STI com um modelo de estudante ideal, precisamos entender o processo que ocorre na cabeça do estudante durante a interação com o tutor artificial e reproduzi-lo na máquina. Vários trabalhos têm sido desenvolvidos a fim de criar um modelo aproximado da coreografia intrínseca aos processos mentais do estudante ao longo da aprendizagem. O trabalho de Winograd e Flores (1984), Devlin (1981), Gagne (1984), Corrêa (1995), Aimeur (1996) e Moussalle (1996) são exemplos de resultados neste sentido .

A utilização de agentes na modelagem e projeto de STI permite-nos resgatar antigos problemas em aberto, como por exemplo a melhoria da interação entre tutor e aluno e a possibilidade de investigação dos processos mentais a nível mais estratificado. O estado de arte pode ser avaliado pelos trabalhos de Andre (1997), Collazo (1997), Costa (1997), Cook (1997), Dillenbourg (1997), Elliot (1997), Frasson (1997), Hayes-Roth (1997), Hietala (1997), e Morin (1997).

O ambiente MCOE descrito neste artigo utiliza uma metodologia que vem sendo aplicada ao projeto de STI, na qual são contempladas diferentes formas de se trabalhar com um determinado conhecimento (estratégias de ensino e táticas

associadas), levando em consideração o tipo de usuário que está interagindo com o sistema. A diferença entre trabalho e os demais reside no fato de que a seleção e adoção de uma nova estratégia, por parte do tutor, acontece durante a mesma sessão de trabalho com o aluno. Nos demais ambientes, isto ocorre somente ao final da interação. Além disto, utiliza-se os estados mentais contidos no modelo de aluno para dirigir o comportamento do tutor no que concerne à seleção e adoção de estratégias de ensino.

O MCOE foi concebido numa abordagem construtivista, onde se pretende que o tutor seja menos diretivo e menos controlador das ações do aluno. O controle existe na forma de monitoração, para que o tutor funcione como um parceiro, um facilitador do trabalho do aluno. Porém, devido às características da modalidade escolhida (jogo educacional), precisamos ter algumas atitudes no tutor que garantam que o sistema não entre em colapso e inviabilize o trabalho do aluno. Nestas situações críticas, o tutor vai se comportar de maneira mais diretiva. Cabe salientar que a abordagem construtivista não significa liberdade total ao aluno, nem ausência de assistência. O que muda é o grau de interferência do tutor, isto é, o quanto ele interfere no trabalho do aluno e se ele permite ou não que este siga um caminho alternativo àquele que ele tem como ideal para resolver o problema (heurísticas do tutor sobre o problema e forma de solução).

Este artigo está dividido em 5 seções. A seção 2 apresenta a descrição do ambiente do jogo e sua implementação. A seção 3 apresenta as estratégias e táticas de ensino utilizadas no MCOE. A seção 4 apresenta algumas considerações sobre os resultados obtidos pelo grupo com a utilização de agentes, recursos de multimídia e hipermídia no projeto e implementação de STI. A seção 5 apresenta a bibliografia utilizada neste artigo.

2. O ambiente do jogo

Os jogos educacionais e as simulações são modalidades que adquiriram uma projeção maior nos últimos anos devido ao desenvolvimento dos recursos de hardware e dos programas disponíveis no mercado. As diferenças conceituais entre os jogos e as simulações podem ser caracterizadas pelo fato de que o jogo é um processo intrinsecamente competitivo, onde existe a vitória e a derrota, e a simulação é a simples execução dinâmica de um modelo previamente definido.

A simulação implica em um modelo computacional para suportar os eventos que acontecem no ambiente. Os eventos acontecem de forma contínua em relação ao

tempo e de forma discreta em relação às ações, uma vez que são interrompidos e podem ser retomados. Outro aspecto a considerar é a diferença entre simulação determinística (o resultado é sempre o mesmo quando determinados parâmetros são colocados) e estocástica (existe uma aleatoriedade nos parâmetros, que faz com que a simulação produza resultados diferenciados). No planejamento de jogos e simulações, é de vital importância a definição e fixação dos objetivos da atividade, a determinação do contexto, a identificação dos recursos utilizáveis para se alcançar os objetivos finais e a determinação da seqüência de interações, ou seja, a ordem de acontecimento das intervenções. Além da vantagem de ordem motivacional, os jogos e as simulações facilitam muito a solução de problemas de forma intuitiva, incentivando desta forma o desenvolvimento do pensamento intuitivo, que vem despertando o interesse de educadores por ser uma forma de raciocínio alternativa ao usual pensamento analítico, e por estar intimamente relacionado ao desenvolvimento da autoconfiança e auto-estima do aluno.

No MCOE, o aluno tem um ambiente onde aparecem inúmeros problemas ao longo da sua sessão de trabalho, os quais ele deverá solucionar utilizando seu conhecimento prévio e combinando ferramentas na construção de uma estratégia de ação. O sistema é um jogo educacional multimídia modelado e implementado através de agentes reativos e cognitivos. Os agentes reativos foram modelados e implementados através de objetos (Visual C++) e visualizados com o uso de técnicas de Computação Gráfica. Os agentes cognitivos foram modelados através de programação lógica e utilizando o formalismo proposto por Mora et al. (1997, 1998).

O jogo é composto por um lago onde existe um ecossistema formado por peixes, plantas, água e microrganismos que possuem um sistema de reprodução em equilíbrio até a intervenção de poluentes que provocam alterações no seu estado normal. Estes poluentes aparecem de forma aleatória ao longo do jogo e são combatidos através de ferramentas do personagem escolhido por cada aluno (Giraffa et al. 1997, 1998, 1998a, 1998b, 1998c). O aluno tem a liberdade de escolher as ferramentas que quiser e vai interagir com um colega para construir uma estratégia comum para resolver o problema da poluição do lago. Ele pode ou não cooperar com seu parceiro e isto ocorre externamente ao sistema. O que o sistema percebe são as suas ações e estados mentais associados. Baseado nestas informações é que o tutor vai decidir a forma de se comportar com o aluno.

O projeto MCOE foi antecedido por dois projetos (etapas) anteriores, onde foi possível construir um conjunto de conhecimentos que viabilizou o ambiente atual. A fase inicial foi composta pelo jogo educacional com recursos multimídia denominado Eco-Lógico (Raabe, 1996), onde foi possível observar os alunos trabalhando e retirar subsídios para compor os diálogos e estados mentais que compõem o conjunto de dados utilizados como testes para a simulação atual. A segunda etapa foi constituída pelo Multi-Ecológico (Giraffa et al., 1997)], onde o primeiro ambiente foi redesenhado para compor uma sociedade de agentes heterogêneos (reativos e cognitivos), mas ainda com apenas um aluno jogando. Ou seja, criou-se um sistema utilizando agentes, mas não um sistema distribuído de fato. A fase atual, composta pelo sistema MCOE, apresenta avanços em relação às etapas anteriores. Tem-se um ambiente distribuído onde dois alunos jogam e são monitorados por um tutor (ecologista) que recebe informações do ambiente e de cada aluno através de sensores e utiliza estas informações para enviar mensagens aos alunos.

A modelagem do MCOE utilizou pacotes gráficos como o Paint (do Windows 95) e Corel Draw para as figuras em duas dimensões-2D e o 3DSTUDIO Max para os elementos em três dimensões-3D (elementos que compõem o cenário do lago). A opção por modelar o lago em 3D foi uma resposta aos usuários da antiga versão, que acharam o sistema muito lento e pouco dinâmico. A resposta encontrada para superar estas limitações foi a modelagem de agentes, o uso de recursos 3D e de técnicas tradicionalmente utilizadas em jogos computadorizados comerciais. Esta combinação de técnicas se mostrou bastante satisfatória e acrescentou uma grande melhoria à interface.

3. As Estratégias de ensino utilizadas no MCOE

A seleção do conjunto de estratégias de ensino que constituirá o STI é um aspecto muito importante para garantir a qualidade pedagógica do ambiente. A seleção de uma estratégia depende de vários fatores: o nível de conhecimento do estudante, o domínio, a motivação e as características afetivas do mesmo. A utilização da mesma estratégia não produz um efeito satisfatório para todos os estudantes. Segundo Frasson (1997), cada estratégia tem vantagens específicas e é muito útil saber qual estratégia fortalecerá adequadamente o processo de aquisição para um determinado estudante. Bons professores apresentam o mesmo material de modos diferentes. As situações em

que isto pode ocorrer não são previsíveis (até mesmo se o domínio é). O que se pode fazer é procurar diversificar o auxílio oferecido ao aluno, levando em consideração os indicadores retirados do próprio trabalho progressivo do estudante.

A construção de um ITS com esta característica de utilizar múltiplas estratégias é muito útil para aumentar a qualidade pedagógica de tais ambientes. Porém, a aquisição de conhecimento sobre multi-estratégias pedagógicas, de forma separada da aquisição de perícias de domínio, ainda é um grande desafio para os projetistas de STI.

As estratégias pedagógicas são um conjunto de regras e/ou planos para alcançar metas específicas. Murray (1997) e Keller (1987) sugeriram que o tutor deve ter dois níveis de planejamento: táticas pedagógicas e estratégias pedagógicas. As estratégias pedagógicas têm o conhecimento sobre como ensinar e as táticas pedagógicas contêm as ações para efetivar a estratégia selecionada.

Os STI apresentam os seguintes tipos de estratégias de ensino: *Socráticos*³, *Reativos*⁴, *Treinamento (Coaching)*⁵ e *Assistente (Colaborativo)*⁶. Muitos dos sistemas citados na literatura apresentam mais de uma destas características. Isto porque os projetistas tiveram mais que uma meta ao construir o sistema, além de princípios instrucionais diversificados, métodos diferentes para a estruturação do conhecimento, vários formatos instrucionais para áreas diferentes, e assim por diante. É muito raro achar um ITS puro em sua concepção pedagógica, isto é, com um único enfoque. Isso acontece devido à natureza interdisciplinar destes ambientes e ao fato de que o processo de ensino-aprendizagem não acontece de forma homogênea. É um processo dinâmico, que altera situações de maior e menor controle por parte do tutor.

No final dos anos 80, foi colocada mais ênfase nos aspectos pedagógicos e incrementada a participação do estudante no processo de ensino-aprendizagem. Esta nova geração de STI é conhecida como Sistemas de Aprendizagem Cooperativos ou Sistemas de Aprendizagem Sociais. A arquitetura destes sistemas começou a mudar com esta nova abordagem e foi reforçada pelo uso das técnicas de agente para sua

³ o material apresentado é projetado para induzir os estudantes a identificar enganos e interpretações errôneas acerca do conteúdo. A estratégia socrática utiliza uma seqüência de perguntas encadeadas, baseadas no erro do estudante.

⁴ as lições reagem às perguntas do estudante e hipóteses que simulam os efeitos das idéias do estudante, apresentando as respectivas implicações baseadas em regras prévias.

⁵ o sistema utiliza um conjunto de regras de produção para escolher a forma mais apropriada de instrução para um determinado estudante.

⁶ o tutor age como um participante em uma conversação com estudantes e auxilia-os a clarificar suas idéias utilizando suas próprias perícias em momentos-chave.

modelagem e implementação. O uso de arquiteturas multi-agente permite aos projetistas criar STI onde a abordagem tradicional (módulos funcionais) foi substituída por agentes ou sociedades de agentes (Corrêa, 1995, 1997; Costa 1997; Moussalle, 1996; Frasson, 1997; Giraffa et al. 1997; Murray, 1997). Porém, estes sistemas ainda mantêm a arquitetura básica. Eles têm uma base de domínio, modelo de estudante, estratégias tutorias e o controle distribuído, em maior ou menor grau.

No sistema MCOE existem três agentes (tutor e dois estudantes), que têm o mesmo objetivo (controlar a poluição dentro de um ecossistema) e conhecimentos diferenciados. O tutor possui mais conhecimento do que os alunos e estes possuem conhecimentos diferenciados entre si. Os estudantes trabalham juntos e podem trocar mensagens entre si. O tutor monitora as ações dos alunos e se comporta de forma diferenciada com cada um deles, dependendo das ações individuais dos estudantes.

No MCOE são utilizadas três estratégias para guiar o comportamento do tutor (*guia*, *reativo* e *assistente*). Cada estratégia traz implícito um determinado grau de interferência no trabalho do aluno. Quando o tutor é um *guia*, ele sugere de forma mais direta o que o aluno deve fazer e sugere ações específicas. Ele se comportará assim caso perceba, através do conjunto de estados mentais e ações, que o aluno não possui uma linha de trabalho, ou não possui um entendimento do que fazer dentro do jogo, ou que o sistema está em colapso eminente (limitação de tempo de jogo). Na estratégia *reativa*, o tutor se comporta em função dos pontos críticos (problemas) que vão surgindo. O estudante é induzido a pensar em possibilidades de solução através do trabalho cooperativo com seu colega. Na estratégia *assistente*, o tutor se comporta como um parceiro que sugere ações de forma menos invasiva e procura reforçar o aluno a descobrir caminhos e refletir sobre o que está acontecendo no sistema. O tutor não joga e sua interferência se dá através de mensagens e avisos diferenciados para os alunos. A tabela 1 apresenta exemplos das regras associadas aos tipos de mensagem que o tutor pode enviar aos alunos.

O fato de haver um tempo determinado para as ações ocorrerem fez com que os comportamentos do tutor ficassem associados ao controle do tempo, ao estado do ambiente e às ações do aluno. Quando existe tempo suficiente no jogo para o aluno explorar possibilidades de combinações com as ferramentas, o tutor tende a se comportar como assistente. À medida em que o tempo corre, ele tende a ser mais diretivo e reagir conforme os problemas do ambiente e, no caso de um colapso

eminente, ele se torna mais diretivo e passa a guiar as ações do aluno. Estas prioridades podem mudar, caso o tutor perceba que o aluno está com problemas (crenças conflitantes) ou apresenta a intenção explícita de ser guiado pelo tutor. Cabe reforçar que neste trabalho a cooperação ocorre fora do controle do sistema. Os alunos trocam mensagens e o tutor vai perceber o resultado disto através do conjunto de estados mentais apresentados pelos alunos. Pretende-se, futuramente, trabalhar com estas questões através da análise de modelos de grupo, onde as questões referentes ao processo de negociação e resolução de conflitos podem ser mensuradas. Neste momento, o grau de complexidade e a quantidade de questões em aberto (falta de modelo coletivo para grupo, resolução de conflitos nas negociações entre os agentes pedagógicos oriundos das contradições em seus estados mentais e outros) implicariam em um outro trabalho de tese.

Tabela 1: Exemplos de regras associadas aos tipos de mensagem do tutor

Tipo	Conteúdo	Situação
exemplo	Exemplo sobre efeito da poluição sobre a água. Explicando como a perda de energia ocorre em função da perda cumulativa de energia	O tutor acredita que o aluno não está controlando a poluição de maneira correta, mas existe tempo suficiente para reverter a situação. E a água apresenta maior perda parcial de energia em relação a todo o ecossistema.
mensagem	Verifique a energia de cada elemento do jogo	O Ecômetro está com nível de energia inferior a 70% e o aluno deseja receber auxílio do tutor; o tempo de jogo restante é superior a 8min
alerta Visual	Relógio piscando	O nível de energia ecômetro está abaixo de 20% e um dos alunos não joga há mais de 1 min
alerta Sonoro	Sirene piscando	O nível de energia de mais de um elemento do cenário está abaixo de 20% e o tempo de jogo é inferior a 8 min

O formalismo utilizado é o *logic programming extended* com negação explícita (*explicit negation -ELP*), com *Well-Founded Semantics eXtended for explicit negation* (WFSX). ELP com WFSX (ou simplesmente ELP). Maiores detalhes em Giraffa et al.(1998b).

Todas as regras de funcionamento do ambiente são representadas como

crenças, tanto para os alunos como para o tutor. No caso do tutor, estas crenças são conhecimento e não são revisadas; no caso dos alunos, elas podem ser revisadas. As crenças do tutor a respeito dos alunos sofrem processo de revisão uma vez que, ao longo da sessão de trabalho, o tutor pode identificar um conjunto de estados mentais e informações que o façam revisar suas crenças a respeito de um determinado aluno e mudar a forma como o está auxiliando. A figura 2 apresenta exemplo de regras escritas no formalismo, onde o tutor vai enviar o alerta tipo 1 (elemento gráfico intermitente no canto superior direito da tela do jogo) se receber informação do ambiente (através dos sensores) de que a energia do ecômetro está com valor inferior a 20% e o aluno não realizou nenhuma ação para repor energia aos elementos do cenário.

```
bel(tutor, enviar_alerta (1)) if
    bel(tutor, energia(ecometro, Ee)),
    Ee < 20,
    bel(tutor, aluno_sem_acao).
```

Figura 2: Exemplo do formalismo utilizado no MCOE

4. Comentários Finais

O grupo de pesquisa no qual este trabalho está inserido tem realizado algumas avaliações experimentais, usando STI tradicionais e STI projetados e modelados através de sistemas multi-agente, utilizando redes locais e a WEB (Silveira e Viccari, 1997). Estas experiências permitem identificar as vantagens e restrições de utilizarmos novas tecnologias para construir STI. Os resultados sugerem que a simples mudança do paradigma convencional para uma arquitetura cliente-servidor e o uso de uma interface gráfica não é suficiente para obter resultados significativos. O uso de recursos de multimídia não garante por si só mais eficiência no processo (Silveira e Viccari, 1997). Porém, as restrições destes sistemas podem ser superadas quando integramos a noção de cooperação ao processo de ensino-aprendizagem, através do enfoque de multi-agentes. Estas técnicas e métodos nos permitem trabalhar de um modo cooperativo, levando em conta agentes humanos externos e agentes internos modelados na máquina (computador).

O uso potencial dos recursos combinados (agentes e multimídia) em um ambiente educacional nos permite investigar aspectos da dinâmica do ambiente e do comportamento do usuário, o que não era possível por técnicas convencionais. A utilização da tecnologia de agente aparece como promissora para a melhoria do projeto e

implementação de STI.

5. Bibliografia

- Aimuer, E.; Frasson, C. (1996) Analysing a new learning strategy according to different knowledge levels. In: **Computers Education**. London: Pergamon,27(2).
- Andre, E.; Muller, J.; Rist, T. (1997) Life-Like Presentations Agents: A New perspective for Computer Based Technical Documentation. AI-ED97: Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V: Pedagogical Agents, 8., 1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Carbonell, J.R.(1970) AI in CAI: an artificial intelligence approach to computer-assisted instruction. **IEEE Transactions on Man-machine systems**. [S.l.]:11(4).
- Colazzo, L.; Silvestri, L.(1997) The pragmatics of the Tutor: A proposal of modelling. AI-ED97 : Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents, 8.,1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Corrêa, M.; Mendes, S. (1995) A Computational Approach to Situation Theory Based on Logic Programming to design Cognitive Agents. In: Brazilian Symposium on Artificial Intelligence, 12., 1995, Campinas. **Proceedings...** Campinas: Springer Verlag.
- Corrêa, M; Coelho, H (1997). A Framework for mental States and Agent Architecture. In :MASTA'97: Multi-Agent System: Theory and Applications, 1., 1997. **Proceedings...** Coimbra: DE-Universidade de Coimbra.
- Costa,E.B.; Perkusich,A. (1997) A Multi-Agent Interactive Learning Environment Model.AI-ED97 : Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents, 8.,1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Cook,J. (1997) An Empirically Based mentoring Agent for Supporting Music Composition Learning. AI-ED97 : Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents, 8.,1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Devlin, K. (1991) **Logic and Information**. Cambridge: Cambridge Press.
- Dillenbourg, P; Jermann, P.; Schneider, D.; Traum, D.; Buiú, C.(1997) The Design of MOO Agents: Implications from an Empirical CSCW Study.AI-ED97: Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V: Pedagogical Agents, 8., 1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Elliott, C. (1997) Affective Reasoner Personality Models for Automated Tutoring Systems. AI-ED97 : Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents, 8.,1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Frasson,C.; Mengelle,T.; Aimeur,E. (1997) Using Pedagogical Agents in a Multi-Strategic Intelligent Tutoring System. AI-ED97 : Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents, 8.,1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Gagné, R.M. (1984) **The conditions of Learning**. Montreal: HRW.
- Giraffa, L.M.M.; Nunes, M. A.; Viccari, R.M. (1997) Multi-Ecological: an Intelligent Learning Environment using Multi-Agent architecture. MASTA'97: Multi-Agent System: Theory and Applications. **Proceedings...** Coimbra: DE-Universidade de Coimbra,.
- Giraffa, L.M.M; Viccari, R.M.; Self,J. (1998) Improving tutoring activities using a Multi-Agents system Architecture. Twenty-ninth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, 29,1998. **Proceedings...** Atlanta: Georgia, February 25-March 2.
- Giraffa, L.M.M; Viccari, R.M.; Self, J. (1998a) Multi-Agent based pedagogical games. ITS'98-Fourth International Conference on Intelligent Tutoring Systems. **Proceedings...** San Antonio: Texas.
- Giraffa, L.M.M; Mora, M.;Viccari, R.M (1998b) Modelling the MCOE Tutor using a Computational Model. In: **Lectures Notes on Artificial Intelligence - SBIA'98**. Oliveira,F.(Ed.). Berlin: Springer Verlag.

- Giraffa, L.M.M; Mora, M.;Viccari, R.M (1998c) Pedagogical game using ITS architecture. IBERAMIA: Workshop on Artificial Intelligence. Toledo, Spain.
- Hayes-Roth,B.; Van Gent,R.; Huber,D. (1997) Acting in Character. In: **Creating Personalities for Synthetic Actors: towards autonomous personality agents**. Trappl,R.; Petta,P. (Eds.). Berlin: Springer Verlag.
- Hietala, P.; Niemirepo,T. (1997) Collaboration with Software Agents: What if the Learning Companion Agent Make Errors? AI-ED97: Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V: Pedagogical Agents, 8.,1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Ikeda, M., Go, S.; Mizoguchi, R. (1997) Opportunistic Group Formation - a Theory for Intelligent Support in Collaborative Learning. IN: AI-ED97: Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education, 8., 1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Keller, A. (1987) **When Machines Teach: designing computer courseware**. New York: Harper & Row.
- Khuwaja,R.; Desmarais,M.; Cheng,R. (1996) Intelligent Guide: Combining User Knowledge Assessment with pedagogical Guidance. International Conference on Intelligent Tutoring Systems - ITS'96, 3., 1996. **Proceedings ...** Berlin: Springer-Verlag Verlag.
- Leroux ,P. (1996) Co-operation between a Pedagogical Assistant, a Group of Learners and a Teacher. In: Euro AI-Ed - European Conference on Artificial Intelligence in Education,1996. Brna,P et alii (Eds.). **Proceedings...**Lisboa: Colobri.
- Morin, J.F.; Lelouche,R. (1997) Tutoring Knowledge Modelling as Pedagogical Agents in an ITS. AI-ED97 : Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents, 8.,1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Móra, M.C.; Lopes, J.G.; Coelho, J.G.; Viccari, R.(1997) Modelling dynamic aspects of intentions. In E.Costa, editor, 8th Portuguese Conference on Artificial Intelligence. Springer-Verlag.
- Móra, M.C.; Lopes, J.G.; Coelho, J.G.; Viccari, R.(1998) Modelling agents with extended logic programa. In International Workshop on Engineering of Intelligent Systems. ICSC co..
- Moussale, N.M.; Viccari,R.M.; Correa,M.(1996) Intelligent Tutoring Systems Modelled Through the Mental States. In: Lectures Notes on Artificial Intelligence - SBIA'96. Borges,D. and Kaestner,C.(Eds.). Berlin: Springer Verlag.
- Murray, W.R.(1997) Knowledge-based Guidance in the CAETI Center Associate. In: AI-ED97: Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V: Pedagogical Agents, 8., 1997. **Proceedings...** Kobe: Japan.
- Raabe, A.L.A; Javimczik, A .M.; Giraffa, L.M.M.(1996) Eco-Lógico: Ambiente interativo para suporte ao ensino de educação ambiental. In: VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 7., 1996. **Anais** Belo Horizonte: DCC/UFMG.
- Self, J. (1995) Dormobile: a Vehicle for Metacognition. In: **Emerging Computer Technologies in Education**. Self, J. (Ed.). Charlottesville, AACE.
- Silveira,R.A.; Viccari,R.M.(1997) Projeto Eletrotutor: Desenvolvimento e Avaliação de Ambientes Inteligentes de Ensino-Aprendizagem. CLEI-PANEL'97:XXIII Conferencia Latinoamericana de Informática.
- Winograd, T.; Flores, F. (1984) **Understanding Computers and Cognition: a new foundation for design**. New Jersey: Ablex Publishing.