

---

# IMPLEMENTAÇÃO DINÂMICA DE ATIVIDADES NUM SISTEMA TUTOR INTELIGENTE

Curilem G.M.J.<sup>1,2</sup>, de Azevedo F.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Engenharia Biomédica. Depto. de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina curilem@gpeb.ufsc.br; azevedo@gpeb.ufsc.br	<sup>2</sup> Depto. de Engenharia Elétrica Universidade de La Frontera / Chile. Fone: (56) (45) 32 55 21 millaray@ufro.cl
---	--

**RESUMO:** Este artigo apresenta uma pesquisa cujo objetivo é reconhecer elementos que caracterizem um aluno para obter critérios de seleção de atividades pedagógicas computacionais. A proposta parte de duas observações. A primeira é que os computadores podem criar ambientes pedagógicos ricos em estímulos de aprendizado utilizando as tecnologias disponíveis para construção de interfaces. A segunda observação é que algumas teorias cognitivas definem características comuns a grupos de pessoas, classificando usuários segundo suas preferências cognitivas. O reconhecimento destas permite orientar o uso das ferramentas tecnológicas, para implementar atividades pedagógicas personalizadas. Assim, pretende-se aumentar a ergonomia didática do software.

**PALAVRAS CHAVE:** Inteligência Artificial aplicada à educação; Sistemas Tutores Inteligentes; Interfaces

## 1. INTRODUÇÃO

As Instituições de Ensino, estão tendendo a centrar seus esforços mais na aprendizagem, que no ensino, portanto elas estão se focalizando nos aprendizes [1], [2]. Desta forma os processos educacionais estão precisando uma adaptação cada vez mais sistemática do ensino a características que identifiquem preferências de aprendizado nos alunos. A personalização é uma tarefa particularmente importante na educação em saúde. As doenças crônicas - degenerativas, que estão em aumento no mundo moderno, requerem de processos educativos altamente adaptados às características sociais, econômicas, culturais, etc. dos indivíduos afetados [3]. No Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina está sendo realizado, no contexto de uma Tese de Doutorado, o projeto de um Sistema Tutor Inteligente (STI) para apoiar processos educativos de pessoas com Diabetes Mellitus tipo 1. As pessoas diabéticas conformam um grupo extremamente heterogêneo, pelo que qualquer intervenção educativa deve ser compatível com as condições e contextos reais de vida dessas pessoas e de suas famílias.

Os impasses provocados pelos sistemas de Instrução Assistida pelo Computador (IAC) tradicionais, seqüenciais e rígidos, levaram os programadores a introduzir técnicas de Inteligência Artificial (IA), gerando assim a Instrução Inteligente Assistida por Computador (IIAC), sendo os STI o principal resultado. Numa primeira etapa, a IA foi utilizada para representar os conhecimentos que o STI desejava transmitir [4]. Numa segunda etapa, a IA foi utilizada para representar conhecimentos psico-pedagógicos dentro do sistema, ou seja, ela foi utilizada para representar estados cognitivos do Aprendiz e conhecimentos didáticos de Tutor. Surgiu portanto a Instrução Inteligente Assistida por Computador Psico-pedagógica [5]. Nesta etapa os STI passam a ter uma estrutura composta por quatro Módulos. Uma resenha sobre a história do desenvolvimento dos STI, assim como o projeto de seus Módulos pode ser achada em [6], [7] e [8].

## 2. DESCRIÇÃO DO PROJETO

O Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) é uma condição crônica que atinge, geralmente, pessoas com idade inferior a 30 anos, principalmente na adolescência. Um grande estudo nos Estados Unidos 'The Diabetes Control and Complications Trial' [9], mostrou que a incidência de complicações decorrentes do DM é reduzida em 50%, se um controle glicêmico rigoroso for adotado. Os requisitos para o autocontrole do Diabetes estão compostos por dietas, exercícios e medicação. A abordagem educativa tem como objetivo contribuir para o entendimento do tratamento, possibilitando uma participação efetiva da pessoa portadora deste distúrbio. O Grupo Multidisciplinar de Atendimento ao Diabético do Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina (GRUMAD/HU/UFSC) vê como uma necessidade básica o ensino para o portador jovem, e pessoas que convivem com ele, dos sintomas e cuidados do DM. Surgiu, portanto, a idéia de projetar um STI para auxiliar as pessoas diabéticas na convivência com este distúrbio metabólico e contribuir para elevar o nível de educação e suporte, necessários para cada grupo que o utiliza, sendo assim necessária uma adequação às necessidades individuais.

## 2.1. Estratégias Pedagógicas

Para desenvolver um sistema adaptável ao usuário, é preciso conhecer os elementos com os quais o aprendiz se sente mais a vontade no que se refere às entradas, processamento, percepção e compreensão das informações [10]. As estratégias pedagógicas consideradas neste projeto permitiram estabelecer que características devem ser procuradas nos usuários, como identifica-las e, por último, como configurar uma Atividade Pedagógica que permita interagir de forma mais eficiente com os diversos tipos de aprendizes considerados [11]. Diferentes *ambientes pedagógicos* foram projetados, seguindo principalmente as orientações das teorias comportamentalista [12] e construtivista [13]. A implementação da Interface dos ambientes pedagógicos depende das características dos aprendizes que são fornecidas principalmente pelas teorias dos Estilos de Aprendizado [14], das Inteligências Múltiplas [15] e do Ensino Contextualizado [16]. Estas teorias permitem obter características, possíveis de detectar num computador e que permitem tomar decisões a respeito do conteúdo e da interface das atividades pedagógicas [10] [17].

**Tabela 1: Unidades do STI.  
uma Unidade**

Unidades	Tema
1	Descrição do DM
2	Sintomas
3	Complicações
4	Importância de conhecer o DM
5	Controle glicêmico
6	A alimentação e o DM
7	O exercício físico e o DM
8	Medicamentos e DM
9	Exames
10	Situações especiais
11	Aspectos sociais

**Tabela 2: Tópicos de**

Tópicos	Tema
1	Origem do nome
2	Explicação fisiológica
3	Os dois tipos de DM
4	Causas do DM
5	Estatísticas
6	História do DM

## 2.2. Módulo Especialista

Nesta etapa do projeto o Módulo Especialista não foi projetado utilizando técnicas de IA, devido a que a pesquisa está focalizada no Módulo Aluno e no Módulo Tutor. O Módulo Especialista é chamado então Módulo Conteúdo e representa o conjunto de informações sobre o DM que o sistema deseja transmitir. Estas informações estão estruturadas em 11 unidades (ver Tabela 1). Cada unidade está dividida em Tópicos (ver na Tabela 2 os Tópicos da Unidade 1).

A informação dos tópicos pode ser apresentada em sete tipos de *ambientes pedagógicos* que respondem às estratégias pedagógicas vistas anteriormente. Além de estar representada em diferentes ambientes, a informação dos Tópicos está representada mediante diferentes *mídias*. 8 em total estão disponíveis. Os ambientes pedagógicos e as mídias de um tópico estão armazenados separadamente, podendo ser acessados independentemente uns dos outros. Uma vez que o sistema determina o tópico específico que será apresentado, as características do aprendiz servirão como critério de seleção para determinar que *ambientes* e que *mídias* conformarão a atividade pedagógica. Estes elementos são apresentados na Tabela 4.

## 2.3. Módulo Aluno

Este módulo contém as variáveis que caracterizam um aprendiz e que foram denominadas *Características do aprendiz*. Elas serão utilizadas para conformar atividades pedagógicas compatíveis com ele. As teorias escolhidas para projetar este módulo sugeriram quais são as características que devem ser consideradas e como detecta-las. 31 características, divididas em 8 grupos, estão sendo inicialmente consideradas no projeto. A Tabela 3 apresenta os diferentes valores que podem ter as características. Estas são brevemente apresentadas a seguir.

**Etapa de desenvolvimento:** esta característica, extraída da teoria construtivista é uma variável fuzzy inferida a partir da idade do aprendiz.

**Cultura:** esta característica foi extraída do Aprendizado Contextualizado [16] e é inferida a partir da cidade de origem do Aprendiz, tendo inicialmente previstas duas cidades, Florianópolis em Santa Catarina, Brasil e Temuco, na IX<sup>a</sup> Região do Chile (está previsto que o sistema seja testado em hospitais públicos dessas duas cidades, pelo que pensou-se numa adequação a ambas situações culturais).

**Interesse:** é uma pergunta específica que o aprendiz pode selecionar se ele deseja que o sistema responda. Uma lista de 7 interesses é oferecida, cada um deles corresponde à informação específica de cada unidade do Conteúdo.

**Fase de diagnóstico:** esta característica é inferida a partir do tempo que o aprendiz leva conhecendo o diagnóstico de DM. Existem 3 fases [18]. Cada fase precisa de informações diferentes para apoiar o aprendiz no seu processo de adaptação à convivência com o DM.

**Nível sócio – econômico:** esta característica, extraída do Aprendizado Contextualizado é inferida a partir de um questionário [19], utilizado pelas assistentes sociais do GRUMAD-HU. Este dado é utilizado para determinar o tipo de exemplo que serão oferecidos ao aprendiz, em particular no que se refere à alimentação, exercícios, medicação e exames.

**Estilos de Aprendizagem:** são um conjunto de características pessoais, biológica ou ambientalmente impostas, e que fazem que um mesmo método de ensino seja efetivo para alguns estudantes e inefetivo para outros [14]. A teoria sugere ambientes e tecnologias que podem aprimorar o aprendizado para cada estilo [10]. Existem 8 estilos, todos eles utilizados no modelo do Aluno.

**Inteligências Múltiplas:** as inteligências foram obtidas a partir da teoria de H. Gardner [15]. A teoria das inteligências múltiplas é uma visão pluralista da mente, que reconhece muitas facetas diferentes e separadas da cognição. A teoria sugere que existem diferentes formas de inteligência que cada indivíduo possui em diferentes graus e que diversas tecnologias podem ser utilizadas para atingir melhor cada inteligência. Inicialmente a teoria contempla 8 inteligências, das quais cinco são utilizadas no projeto.

**Tabela3: Características que conformam o Modelo do aluno**

Característica	Valores
Estagio de Desenvolv.	Pré-operacional, Operacional Concreto, Operacional Formal.
Cidade de Origem	Florianópolis, Temuco.
Fase de Diagnóstico	Fase de sobrevivência (Fase 1), Fase de Aprofundamento (Fase 2).
Recursos econômicos	Baixos Recursos, Disponibilidade de Recursos
Sexo	Feminino, Masculino.
Interesses	O que é o Diabetes Mellitus, Como controlar a glicemia, O que fazer em caso de sinais preocupantes, O que vai mudar no dia a dia da pessoa diabética, Porque é preciso conhecer o Diabetes Mellitus, Como planejar a alimentação.
Estilos de Aprendizado	Visual, Verbal, Ativo, Reflexivo, Intuitivo, Sensitivo, Global e Sequencial.
Inteligências Múltiplas	Lógico-Matemática, Cinestésica, Interpessoal, Musical e Ecológica.

#### 2.4. Módulo Interface

A Interface é o módulo que permite a comunicação entre o aprendiz e o sistema. Este módulo reflete o resultado do processamento das características dos aprendizes. Ela reflete, portanto, o caracter adaptativo do sistema. O desenvolvimento de sistemas hipermédia adaptáveis é de grande interesse, particularmente quando aplicados à Internet. Alguns exemplos destes sistemas podem ser achados em [20], [21]. Nestes exemplos a ênfase principal da adaptabilidade é dada à navegação. No presente projeto a adaptabilidade que se deseja obter é mais abrangente e considera tanto a forma de apresentação do conteúdo, a navegação entre as unidades e tópicos, os tipos de ambiente pedagógico que são oferecidos e o grau de interatividade sistema-aprendiz.

**Tabela 4: Atributos da Atividade**

Atributo	Valores
Unidade	Unidade 1... Unidade 11
Mídia	Texto, Fala, Som, Música, Vídeo, Animações, Imagens, Personagens Animadas
Navegação	Livre, Predeterminada
Interatividade	Alta, Média, Baixa
Ambientes	Exemplos (AEX), Perguntas-Respostas (APER), Dicionário/Enciclopédia (ADIC), Exercícios e Resolução de Problemas (ARES), Jogos (AJOG), Explicação sequencial (ASEQ), Ambiente de exploração (ACON).

Para conformar a atividade, a interface oferece elementos que podem ser ativados ou desativados pelo Módulo Tutor. Estes elementos foram denominados *Atributos* da atividade pedagógica. Cada Atributo possui um número limitado de valores que lhe são conferidos em função das características detectadas nos aprendizes e que são apresentados na Tabela 4. Os Atributos são brevemente explicados a seguir:

**Unidade:** este atributo identifica a Unidade, ou seja a informação que será apresentada.

---

**Navegação:** indica o grau de liberdade que será dado ao aprendiz para se deslocar entre as Unidades.

**Cenário:** indica o entorno gráfico oferecido como segundo plano da Atividade Pedagógica.

**Interação:** está relacionada com o número de hiperlinks habilitados que permitem que o aprendiz interaja com as informações que lhe são apresentadas.

**Mídias:** especifica que meios utilizados para se comunicar com o aprendiz.

**Ambientes Pedagógicos:** Os ambientes pedagógicos são contextos específicos dentro dos quais os aprendizes interagem com a matéria, com diversos graus de liberdade. Como vistos anteriormente, eles respondem a diferentes teorias pedagógicas, principalmente ao comportamentalismo (apresentação seqüencial, perguntas-respostas), ao construtivismo (ambientes de exploração, dicionário/enciclopédia e jogos) e à teoria *Situated Learning* (exemplos e resolução de problemas).

## 2.5. Módulo Tutor

O Módulo Tutor está encarregado de realizar o processamento das características do aprendiz para determinar qual é a atividade pedagógica mais afim com ele. A informação que lhe entrega o Módulo Aluno permite que o Módulo Tutor selecione tópicos, ambientes e mídias mais compatíveis com o usuário. O sistema vai, portanto, conformando uma seqüência de atividades dinâmica e altamente adaptada ao usuário, ao mesmo tempo que tenta otimizar os recursos tecnológicos e o tempo empregados no processo de ensino - aprendizagem.

Para projetar este módulo está sendo implementada uma Rede Neural Artificial de tipo “*Interactive Activation & Competition*” (IAC) [22]. Este tipo de rede, cuja topologia apresenta características de memórias associativas bidirecionais (BAM), está composta de unidades de processamento arranjas em grupos que representam conceitos iguais [23]. As interações dentro de um mesmo grupo são competitivas, ou seja os neurônios de um mesmo grupo têm conexões totalmente inibitórias. Entre grupos diferentes existem conexões excitatórias ou nulas. O princípio de operação não consta de uma fase de aprendizado: o programador estabelece o valor dos pesos das conexões, realizando uma tarefa similar à engenharia de conhecimento. No presente projeto, para determinar a topologia da rede e o valor dos pesos, foi realizada uma análise das diversas teorias pedagógicas que indicaram a relação entre as características e os atributos da atividade.

A rede consta de 124 neurônios reunidos em 15 grupos repartidos da forma a seguir:

- ➤ 8 grupos de características do aprendiz (Tabela 3) : 31 neurônios.
- ➤ 5 grupos de atributos da atividade pedagógica (Tabela 4) : 31 neurônios.
- ➤ 1 grupo de indivíduos imaginários : 31 neurônios.
- ➤ 1 grupo espelho do grupo anterior : 31 neurônios “escondidos”.

**Observação:** o atributo Cenário é obtido diretamente a partir de algumas características, sem precisar o processamento da rede.

A arquitetura IAC foi escolhida porque apresenta características vantajosas para a presente aplicação. Em primeiro lugar, a arquitetura dos grupos e a competitividade dentro de cada grupo fazem do modelo uma representação muito próxima à realidade do problema colocado. O fato de ter neurônios “vencedores” permite a ativação de poucos atributos na saída, o que aumenta a individualização do sistema. Em segundo lugar, o funcionamento da rede, similar ao da uma BAM, assegura um resultado razoável na saída, mesmo com informações incompletas na entrada. Em terceiro lugar, a rede admite dados fuzzy, o que se adapta muito bem com o formato das características fornecidas pelo Sistema Especialista do Módulo Aluno. Por último, a rede IAC pode ser acrescentada com um algoritmo de aprendizado que lhe permita, em futuras etapas, aprender a reconhecer casos e aumentar a força das decisões acertadas.

## 3. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

### 3.1. Atividades de Diagnóstico

Para poder determinar as características cognitivas do aprendiz, o sistema oferece uma Atividade de Diagnóstico, antes de entrar nas atividades Pedagógicas. Em sua primeira interação com o sistema, o aprendiz é submetido a um diagnóstico baseado num conjunto de questionários. Estes questionários foram obtidos a partir de um estudo bibliográfico [11] [21] [24]. Alguns deles foram adaptados com o objetivo de diminuir o número de perguntas e diminuir assim o tempo de diagnóstico. Cabe salientar que o objetivo do sistema, nesta etapa de implementação, não é identificar em forma exata o aprendiz, mas sim obter informações qualitativas sobre ele.

Algumas características podem ser obtidas diretamente das respostas dos aprendizes aos questionários, mas outras devem ser submetidas a um processamento. Um Sistema Especialista (SE) baseado em regras analisa as respostas do aprendiz e infere suas características. Este SE constrói, a partir das características

detectadas no aprendiz, um modelo simplificado, dando um valor a cada uma de suas características e fornecendo na saída, os valores fuzzy correspondentes. Esta informação é comunicada ao Módulo Tutor.

### 3.2. Processamento

As características detectadas nos usuários permitem determinar que valor irá ter cada Atributo da atividade que lhe será oferecida. Estas características podem influir em vários atributos ao mesmo tempo [11]. A rede IAC é a encarregada de realizar este processamento. A rede entrega, na saída, valores dentro do intervalo  $[-0.2; 1]$ . O limite experimental foi estabelecido em 0.15. Valores superiores ao limite ativarão o atributo correspondente.

### 3.3. Atividades Pedagógicas

A Atividade pedagógica recebe como entrada os Atributos provenientes do Módulo Tutor. Cada atributo está relacionado com as entradas de uma base de dados que armazena os nomes dos arquivos que vão ser carregados na tela. As telas estão sendo implementadas em um software de autoria chamado Everest versão 5.0, que foi adquirido para implementar a Interface do STI. Todas as componentes da tela estão armazenadas em arquivos independentes que serão carregados segundo os nomes obtidos da base de dados ARQUIVOS. Na Figura 1 está representada a tela de uma atividade pedagógica, com seus diferentes atributos.

Desta forma, as atividades pedagógicas que são oferecidas ao aprendiz, vão sendo criadas a medida que vão sendo detectadas suas características cognitivas, gerando um processo altamente dinâmico e adaptável ao usuário.



Figura 1. A Atividade Pedagógica e seus Atributos.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 4.1. Estado atual da pesquisa

A presente pesquisa consta de duas partes. A primeira é projetar um STI capaz de individualizar e se adaptar a seus usuários, mediante o reconhecimento de algumas de suas características. Para realizar esta parte do projeto, foi realizado um amplo estudo sobre o estado da arte das teorias e paradigmas pedagógicos. Este estudo permitiu obter características de aprendizes e suas relações com as diversas tecnologias disponíveis num computador. Além disto, foi analisada uma ferramenta computacional (rede IAC) que permite realizar o processamento das características do usuário, entregando na saída os atributos da atividade. Esta rede IAC já foi implementada e está em fase de teste para determinar, a partir de um grande número de combinações de entrada, qual é a coerência dos atributos obtidos nas suas saídas.

A segunda parte corresponde à implementação de um estudo de caso, aplicando a metodologia anterior ao ensino do Diabetes Mellitus a pessoas portadoras deste distúrbio e suas famílias. Esta parte do projeto será realizada como trabalho conjunto entre o GPEB/EEL/CTC, com experiência comprovada na área de Inteligência artificial e infra-estrutura para o desenvolvimento do sistema e com o suporte do pessoal clínico do GRUMAD/HU/UFSC (médica, enfermeiras, nutricionistas, psicólogos, assistentes sociais, professores de educação física, etc.). A infra-estrutura hospitalar, com acesso às pessoas diabéticas e suas famílias, permitirá a coleta de dados e poderá permitir a realização de testes. Um trabalho de engenharia de conhecimento já foi realizado com os profissionais do GRUMAD. Este trabalho permitiu, entre outras atividades, selecionar as informações que serão oferecidas pelo sistema.

### 4.2. Tarefas a desenvolver

Um elemento muito importante que deve ser incluído no sistema, é uma avaliação do aprendiz. Esta permite inferir seu andamento nas diferentes atividades que lhe são propostas e é indispensável a todo

---

processo de ensino-aprendizagem. Inicialmente esta avaliação será implementada em atividades como perguntas - respostas, jogos e resolução de problemas. Os acertos e erros dos aprendizes podem dar uma medida de sua compreensão dos tópicos. Este dado será incorporado à rede IAC para que ela possa decidir se o próximo tópico a ser apresentado deve ser o mesmo, com outros meios, ou um novo tópico. A forma como se efetuará seu processamento na rede está ainda sendo analisada. Uma avaliação do aprendiz permitirá realizar uma retroalimentação do sistema, pelo que aumenta sua capacidade de adaptação.

Uma das tarefas mais importantes do sistema é reconhecer as características do aprendiz. Uma atividade de diagnóstico baseada unicamente em questionários apresenta três desvantagens importantes: aborrecer o usuário por ele ter que responder a um conjunto relativamente grande de perguntas; pouca confiabilidade dos resultados do teste, devido à subjetividade de compreensão das perguntas; pouca flexibilidade do diagnóstico, devido a que ele é feito no início e não tem em conta as possíveis mudanças que possam acontecer com o usuário durante o processo. Por esta razão é preciso transformar a Atividade de diagnóstico em uma avaliação constante das escolhas do aprendiz, permitindo mudanças do diagnóstico inicial. Para isto, devem ser implementados ambientes de diagnóstico onde o aprendiz possa escolher alternativas que reflitam preferências cognitivas. A Atividade de Diagnóstico deve ser, portanto, aperfeiçoada.

A integração de todos os módulos a um sistema único, será realizada quando todos componentes estejam prontos e testados. Será avaliada a possibilidade de implementar em Delphi o módulo Tutor e o Módulo aluno e em Everest os conteúdos e a Interface. Este software permite executar programas com parâmetros, pelo que desta forma está sendo inicialmente avaliada a possibilidade de integrar as componentes do STI.

A relevância do projeto deve-se a que ele se propõe procurar uma solução a um problema importante para os softwares pedagógicos, em particular no que se refere ao gerenciamento da interface em função dos usuários de um STI. Por outra parte, o estudo de caso apresenta um impacto social significativo, para as pessoas portadoras de Diabetes Mellitus e seu entorno. Este projeto tem despertado o interesse dos profissionais da saúde envolvidos com a problemática da educação para as pessoas diabéticas e suas famílias. Espera-se, com o presente trabalho aportar soluções ou novas idéias que permitam ampliar e melhorar o uso dos computadores como ferramentas dentro de processos de ensino – aprendizagem. Espera-se também despertar o interesse no uso de este tipo de sistema à área da saúde onde as necessidades educativas se fazem cada dia mais indispensáveis.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Honorez M, Therer J., Cahay R., Monfort B., Remy F. (2000) Les styles d'apprentissage: mode d'emploi. 1er Congresso dos pesquisadores em educação, Bruxelas. Bélgica.
- [2] Ministerio de Educación. Gobierno de Chile. (2001) La Reforma Educacional en Marcha. <http://www.mineduc.cl/>
- [3] Briceño L. R. (1996) Siete tesis sobre la educación sanitaria para la participación comunitaria. Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro, v.12 n.1, p. 7-30, jan-mar 1996.
- [4] Clancey, W.J. (1987) Knowledge Based Tutoring: the GUIDON Program. The MIT Press
- [5] Anderson J.R., Boyle C.F., Corbett A. T. et al. (1990) Cognitive modeling and Intelligent Tutoring. Artificial Intelligence, v. 42, n. 1, p. 7-49.
- [6] Dillenbourg P. and Mendelsohn P. (1991) Le Developpement de l'enseignement Intelligemment Assiste par Ordinateur. Conferência. Reunião da Associação de psicologia científica de Lingua Francesa. Simpósio de Inteligência Natural e Artificial. Roma, 23-25 de setembro
- [7] Charlot J.M. 1998. *Formalisation et comparaison cognitives de modèles mentaux de novices et d'experts en situation de résolution de problèmes*. Tese de Doutorado. Universidade de Sherbrooke. Quebec, Canada. <http://www.gme.usherb.ca/~charlot/These/>
- [8] Chaiben, H. 1999. Inteligência Artificial na Educação. Disponível na Internet. <http://www.cce.ufpr.Br/~hamilton/iaed/iaed.htm>. 25/11/1999.
- [9] DCCT Research Group, (1993) The effect of Intensive Treatment of Diabetes on the Development and Progression of Long-term Complications in Insulin-dependent Diabetes mellitus. N Engl J Med., 329(14):977-986.
- [10] Felder R., (1996) Matters of Style. ASEE Prism, 6(4), 18-23.
- [11] Curilem G.M.J., de Azevedo F. (2001) Utilização de teorias pedagógicas para o gerenciamento da interface de um Sistema Tutor Inteligente. Poster aceito no SBIE2001. Vitória/ES, 21 a 23 de Novembro.
- [12] Gagne R., Briggs L., Wagner W. (1988) Principles of instructional design. 3 edition. NY: Holt Rinehart and Winston.
- [13] Piaget J., (1967) A psicologia da Inteligência. Editora Fundo de Cultura S.A Lisboa .
- [14] Felder R., Soloman B. (1997) Learning styles and strategies.

- 
- <http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/styles.htm>
- [15] Gardner H. (1993) *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*. NY: Basic Books.
  - [16] Brown, J., Collins A., Duguid S. (1989) *Situated cognition and the culture of learning*. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42
  - [17] Campbell L., Campbell B., Dickinson D. (2000) *Ensino e Aprendizagem por meio das Inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artes Médica Sul.
  - [18] Oliveira R.F., Santos M.A.C., (2000) *A educação dos Diabéticos*. *Jornal Multidisciplinar do Diabetes e das Patologias Associadas*. *Diabetes Clínica* 04 (2000) p. 307-310.
  - [19] Graciano M.I.G., (1980) *Critérios de Avaliação para Classificação Sócio-Econômica*. Serviço Social e Sociedade. *Revista trimestral de Serviço Social*. Ano I, n.3 Outubro.
  - [20] Güven S.A. (1999). *Applications of Machine Learning Algorithms in Adaptive Web-based Information Systems*. Tese para obtenção do grau de PhD em Ciências da Computação, Middlesex University. UK.
  - [21] Brusilovsky, P., (1997) *Efficient Techniques for Adaptive Hypermedia*. *Intelligent hypertext: Advanced techniques for the World Wide Web*. *Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 1326, pp. 12-30.
  - [22] McClelland J.L., Rumelhart D.E. (1989) *Explorations in Distributed Processing*. *A Handbook of Models, Programs and Exercises*. Ed. Bradford Book. Massachusetts Institute of Technology.
  - [23] de Azevedo F., Brasil L., de Oliveira R. (2000) *Redes Neurais com aplicações em Controle e em Sistemas Especialistas*. Ed. Visual Books. Florianópolis.
  - [24] Antunes C. (2001) *Como identificar em você e seus Alunos as Inteligências Múltiplas*. Ed. Vozes.