

# Um Sistema de Avaliação em EAD Baseado em Lógica *Fuzzy*

Robson S. Lopes, Fabiano A. Dorça, Márcia A. Fernandes e Carlos R. Lopes

<sup>1</sup>Faculdade de Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
38400-902 – Uberlândia – MG – Brasil

robsonsilvalopes@hotmail.com, {marcia, carlos}@ufu.br

**Resumo.** *Este trabalho apresenta um sistema de avaliação do desempenho do estudante para cursos de ensino à distância baseado na teoria da Lógica Fuzzy, que permite expressar numericamente valores imprecisos. Este sistema de avaliação está dividido em duas partes: Avaliador de Conhecimento e o Avaliador de Comportamento, os quais se interagem de forma que ao final resulte em uma única avaliação. O desenvolvimento deste trabalho se apóia em uma plataforma multiagente, onde diferentes agentes atuam para obter as informações necessárias ao sistema de avaliação.*

## 1. Introdução

Em ambiente de Educação à Distância (EAD) quanto no ensino presencial, para que todos os objetivos de um curso sejam atingidos, faz-se necessário uma avaliação eficiente que analise o comportamento do estudante durante o processo de ensino. Para isto, este trabalho apresenta uma ferramenta baseada na Teoria dos Conjuntos *Fuzzy* [Falcão 2002], que avalia o estudante continuamente durante todo o processo de ensino-aprendizagem com a mínima interferência do tutor humano. O sistema de avaliação do desempenho do estudante está dividido em duas partes: Avaliação do Conhecimento e Avaliação do Comportamento. A primeira avalia o conhecimento adquirido pelo estudante e a segunda avalia o seu comportamento.

Este trabalho está organizado como se segue. A seção 2 apresenta o sistema multiagente que compõe junto com o SIMEduc um ambiente para EAD. A seção 3 descreve o sistema de avaliação do desempenho do estudante. As conclusões se encontram na seção 4.

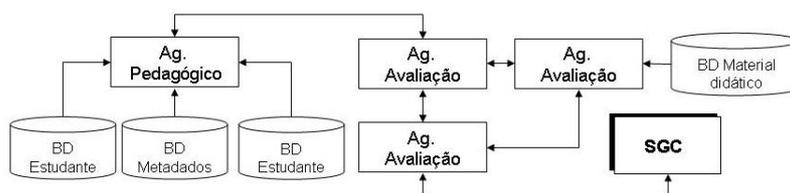
## 2. Sistema Inteligente Multi-Agente - SIMEduc

O sistema SIMEDUC é uma arquitetura para educação a distância com características de adaptatividade e inteligência [Dorça, F. A. 2004]. A arquitetura do Sistema SIMEDUC é baseada na abordagem de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e Sistemas Multi-agentes. Sistemas Tutores Inteligentes é uma área tradicional de pesquisa que investiga os problemas de se desenvolver sistemas educacionais usando técnicas de Inteligência Artificial. A utilização de agentes em EAD na Web (EADW) torna-se viável por proporcionar ao ambiente características como autonomia, comunicação e possibilidade de distribuição do peso computacional. Sendo estas características necessárias para se obter sistemas tutores inteligentes eficazes. [Tapejara 2001].

A arquitetura deste sistema é constituída dos seguintes módulos: a) O Módulo do estudante contém informações que são específicas para um determinado estudante; b) O

Módulo pedagógico fornece um modelo do processo de ensino; c) O Módulo do Domínio do Conhecimento contém o conteúdo do curso que está sendo ensinado; d) O Módulo do especialista contém além do conhecimento do conteúdo que está sendo ensinado, a capacidade para utilizar este conhecimento na solução de problemas; e) O Módulo de comunicação é o responsável pela interação com o estudante.

Neste Sistema Multiagente, os agentes se comunicam e interagem para alcançarem objetivos comuns e individuais [Weiss 1999]. Nesta linha de pesquisa sobre ambiente para EAD tem-se que definir as sociedades de agentes virtuais usando-se de técnicas da Inteligência Artificial Distribuída (IAD). Assim, na Figura 1, apresenta-se a arquitetura do componente SIM (Sistema Inteligente Multiagente) do ambiente de EAD SIMEduc. Como pode ser visto, definiu-se quatro agentes que implementam as capacidades e características de um STI, agentes especialista, avaliação, pedagógico e assistente. O segundo componente deste ambiente é o SGC (Sistema de Gerenciamento de Curso), que é detalhadamente descrito em [Dorça, F. A. 2004].



**Figura 1. Componente SIM da Plataforma SIMEduc**

Nas próximas seções descreve-se este sistema de avaliação baseado em Lógica *Fuzzy*.

### 3. Sistema de Avaliação

Em um sistema de avaliação que se pretende avaliar o desempenho do estudante algumas características como o tempo para progredir no conteúdo, tempo para resolução e nível de acerto em cada questão de uma avaliação são consideradas relevantes para o processo de avaliação. Além disso, faz-se necessário a análise do tempo de permanência em cada tópico do curso, a movimentação da barra de rolagem, participação em *chats*, Fórum, características específicas em um ambiente de EAD, utilizadas com muita frequência tanto para motivar quanto para facilitar a interação entre todos os participantes do curso. Portanto, estas características podem ser divididas em dois grupos para compor a avaliação do desempenho do estudante, sendo elas: Avaliação do Conhecimento e Avaliação do Comportamento.

Observando tais aspectos, a utilização de conceitos da Lógica *Fuzzy* na avaliação do desempenho do estudante torna o processo mais semelhante ao utilizado no ensino presencial com a característica de se adaptar às características do estudante e minimizar os efeitos causados pela distância entre professor e estudante.

#### 3.1. Avaliação do Conhecimento

Esta etapa do processo de avaliação consiste em avaliar o conhecimento através de questões de múltiplas escolhas. Assim, utiliza-se tanto o número de respostas corretas quanto o tempo para obter estas respostas. Pois, o estudante pode ter grande número de

acertos, mas em um tempo elevado, o que pode caracterizar um certo grau de dificuldade. Desta maneira, faz-se necessário um parâmetro relativo ao tempo ótimo para a realização da avaliação. Este parâmetro é fornecido pelo autor da avaliação. Sendo assim, o sistema de avaliação do conhecimento contém duas variáveis de entrada, Resposta e Tempo de Resposta, e a variável de saída Conhecimento.

Associados à variável Resposta tem-se os conjuntos *Fuzzy* Errada, Mais ou Menos Correta e Correta. As funções de pertinências foram definidas através de simulações computacionais com as funções mais utilizadas em Lógica *Fuzzy*, como por exemplo, a função Gaussiana  $F(x) = e^{-\theta(x-a)^2}$ . Para a variável Tempo de Resposta, os conjuntos *Fuzzy* são Baixo, Razoável ou Alto, sendo considerado o parâmetro Tempo Ótimo para definição das funções de pertinência destes termos. A variável de saída Conhecimento tem os termos lingüísticos Baixo, Regular, Médio, Bom e Excelente. Assim, a partir de 9 regras de inferência obtém-se o grau de pertinência para cada um destes conjuntos. A Tabela 1 apresenta uma destas regras.

**Tabela 1. Exemplo de Regra para Conhecimento**

1. SE Resposta Errada e Tempo de Resposta Baixo ENTÃO Conhecimento baixo
--

### 3.2. Avaliação do Comportamento

Como dito anteriormente, o comportamento do estudante diante do processo ensino/aprendizagem é considerado uma das etapas do sistema de avaliação. Assim, são considerados quatro aspectos do comportamento: participação no *Chat*, participação no Fórum, movimentação da barra de rolagem das páginas e tempo por página, que são representados, respectivamente, pelas variáveis *fuzzy* *Chat*, Fórum, Barra de Rolagem e Tempo. Para cada uma das variáveis *Chat* e Fórum, o resultado da avaliação é expresso pelos termos lingüísticos Ruim, Regular e Ótimo, que são calculados levando-se em consideração o número de participações em cada uma destas ferramentas. O resultado da avaliação da variável Barra pode ser Ruim e Normal e é calculado utilizando um percentual referente à quantidade de retrocesso em relação ao tamanho da página. A variável Tempo representa o tempo de permanência em cada seção de aprendizagem, cujos termos são Lento, Normal e Rápido.

**Tabela 2. Exemplo de Regra para Comportamento**

1. SE <i>Chat</i> Ruim e Fórum Ruim e Barra de Rolagem Normal e Tempo Rápido ENTÃO Comportamento regular
--

Para as variáveis lingüística *Chat*, Fórum, Barra de Rolagem e Tempo valores ótimos são estabelecidos pelo autor do curso e utilizados nas respectivas funções de pertinência. A partir destas quatro variáveis de entrada define-se a variável de saída Comportamento que tem os termos lingüísticos Baixo, Regular, Médio, Bom e Excelente. Na Tabela 2 tem-se uma das 54 regras de inferência referentes a esta etapa da avaliação.

### 3.3. Resultado da Avaliação

E, finalmente, tomando as variáveis de saída Conhecimento e Comportamento como variáveis de entrada para a finalização do processo de avaliação, obtém-se o resultado

final dado pela variável *Fuzzy* Desempenho. Os graus de pertinência para os termos lingüísticos desta variável, representados por Baixo, Regular, Médio, Bom e Excelente, são obtidos a partir de um conjunto de regras que combina todos os termos das variáveis de entrada, perfazendo um total de 25 regras semelhantes as duas apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3. Exemplos de Regra para Desempenho**

- |   |
|---|
| 1. <b>SE</b> Conhecimento Baixo e Comportamento Médio <b>ENTÃO</b> Desempenho Baixo |
| 2. <b>SE</b> Conhecimento Bom e Comportamento Médio <b>ENTÃO</b> Desempenho Bom     |

Após a definição dos termos lingüísticos do desempenho é realizado o processo de "defuzzificação", que utilizou o método do centro de massa. Assim, retorna-se um valor numérico para o Desempenho do estudante, que representa a avaliação global em relação à aprendizagem de conteúdo e ao comportamento durante o processo de ensino/aprendizagem estabelecido.

### **3.4. Interação dos Agentes Pedagógicos e de Avaliação**

Os agentes de avaliação e pedagógico interagem entre si conforme descrito na Figura 1. Assim, tendo introduzido o sistema de avaliação proposto ao agente de avaliação, este fornece ao agente pedagógico os resultados obtidos para que este decida, através de uma rede neural do tipo LVQ (*Learning Vector Quantization*), qual a melhor forma de conduzir ou reconduzir o planejamento de conteúdos para o estudante. O agente pedagógico recebe os resultados das variáveis Desempenho, Tempo de Resposta e Resposta para propor e apresentar ao estudante a seqüência de conteúdo que será visto a partir daquela avaliação. Assim, de acordo com o resultado da avaliação a seqüência de conteúdo pode ser mantida ou alterada.

## **4. Conclusões**

Este trabalho apresentou a especificação de uma ferramenta *Fuzzy* para avaliação do desempenho do estudante em um sistema de EAD, que permite considerar aspectos relevantes nesta modalidade do processo ensino/aprendizagem. A utilização da Lógica *Fuzzy* permite maior flexibilidade ao sistema, pois é possível expressar valores lingüísticos como normal, ótimo, médio, bom e excelente.

Os resultados obtidos são conforme esperado, entretanto, encontra-se ainda em fase de teste no ambiente SIMEduc. Entretanto, a proposta é um sistema de propósito geral, podendo ser utilizado em diferentes ambientes de ensino a distância via Web.

## **Referências**

- Dorça, F. A. (2004). *Um Sistema Inteligente Multiagente para Educação a Distância*. Tese de mestrado, Faculdade de Ciência da Computação, UFU.
- Falcão, D. (2002). *Conjuntos, lógica e sistemas fuzzy*. COPPE/UFRJ, Disponível em <http://www.nacad.ufrj.br/falcao/coe765/Fuzzy2002.pdf> Acesso 20 Dez 2002.
- Tapejara (2001). *Sistemas inteligentes de ensino na internet*. Disponível em <http://www.inf.ufrgs.br/tapejara> Acesso em 10 Dez 2003.
- Weiss, G. (1999). *Multiagent systems - a modern approach to distributed artificial intelligent*. MIT Press, Cambridge, MA.