

Um sistema baseado na lógica difusa para decidir os conceitos finais dos estudantes críticos

Hieda Adriana Nascimento Silva¹, Adriano Del Pino Lino², Thaís Lira Tavares dos Santos², Rafael Freitas de Moraes³, Antônio Moraes da Silveira¹, Eloi Luiz Favero¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal do Pará (UFPA)
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Belém – PA – Brasil

²Departamento de Engenharia Elétrica – Universidade Federal do Pará (UFPA)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – Belém – PA – Brasil

³Faculdade de Computação – Universidade Federal do Pará (UFPA)
Curso de Graduação em Ciência da Computação em – Belém – PA – Brasil

{hieda,adrianod, rafael, morais, favero}@ufpa.br

{thais.tavares@gmail}

Abstract. This paper proposes fuzzy evaluation system to help teachers in deciding the final concept of the critical students who use the environment of distance education. The problem occurs when the final note of the students is on the verge of reaching better concepts, for example, the note 6.8 defines the Regular concept, but missing just two decimals to reach the Good concept. The case study is conducted with the LabSQL, and has the following advantages: (a) provide a recommendation to the teacher regarding the final concept, (b) uses subjective and objective criteria to decide the final concept. The fuzzy logic allows a more real data analysis, which is difficult to obtain using classic logic.

Resumo. Este artigo propõe um sistema de avaliação difuso para auxiliar o professor na decisão do conceito final dos estudantes críticos que utilizam ambiente de educação a distância. O problema ocorre quando a nota final dos estudantes está na iminência de atingir melhores conceitos, por exemplo, a nota 6.8 define o conceito regular, porém faltam apenas dois décimos para atingir o conceito bom. O estudo de caso é realizado com o LabSQL, e apresenta as seguintes vantagens: (a) fornece uma recomendação ao professor referente ao conceito final; (b) utiliza critérios objetivos e subjetivos para decidir o conceito final. A lógica difusa permite fazer uma análise mais real dos dados, situação difícil de ser obtida utilizando-se a lógica clássica.

1. Introdução

A avaliação do aprendizado obtido pelos estudantes é uma tarefa muito difícil para os professores, principalmente quando utiliza ambientes de educação a distância como suporte à disciplina. Em geral o professor utiliza os resultados dos exercícios e das provas, além da freqüência e participação no ambiente escolhido para avaliar os estudantes. É importante ressaltar que as avaliações deveriam focar no conhecimento

adquirido pelos estudantes, bem como se eles têm habilidades de aplicar adequadamente esse conhecimento [Kay 1999; Preston and Robert 2003].

A maioria dos ambientes de educação a distância fornece algum tipo de funcionalidade para avaliar os estudantes, como por exemplo, o Teleduc [Teleduc 2008]; Moodle [Moodle 2008]; LabSQL-Laboratório de SQL [Lino *et al* 2007]; SQL-Tutor, desenvolvido na Universidade de Canterbury, Christchurch, em 1998 [Mitrovic 1998]; AsseSQL, criada na Universidade de Tecnologia, Sydney, em 2004 [Prior and Lister 2004]; eSQL – A teaching System for SQL [Kearns 1997]; SQLator - an online SQL learning workbench [Sadiq 2004]. Esses ambientes utilizam apenas critérios objetivos para compor uma nota final do estudante, fica sob a responsabilidade do professor decidir quais critérios subjetivos serão utilizados para compor a nota final.

Os conceitos finais são definidos de 0 a 10 em: Insuficiente (0 a 4.9), Regular (5 a 6.9), Bom (7 a 8.9) ou Excelente (9 a 10). O problema surge quando a nota final do estudante está próxima de um limite. Por exemplo, uma nota igual a 4.9, significa que o estudante está na iminência de obter o conceito Regular. A nota final está em um limite entre dois conceitos, neste caso entre Insuficiente e Regular e não fica claro para o professor qual conceito deve atribuir àquele estudante (chamado estudante crítico ao longo desse artigo). Quais critérios o professor poderá utilizar para decidir o conceito final desse estudante crítico?

O LabSQL apresenta uma abordagem para avaliação automática de consultas SQL. Durante os semestres letivos, o estudante realiza várias atividades, como resolução de listas de exercícios, atividades em grupos e provas. O professor pode definir o conceito final dos estudantes a partir dos resultados das atividades e outros relatórios como freqüência e participação no ambiente (número de acessos, comandos executados, tópicos acessados, cliques efetuados em exemplos executáveis, entre outros).

Neste artigo, é apresentado um sistema baseado na lógica difusa para auxiliar o professor a decidir o conceito final do estudante crítico baseado em critérios objetivos e subjetivos os quais foram sugeridos pelos professores. No estudo de caso realizado o sistema difuso proposto decidiu 96% dos casos críticos de um total de 105 estudantes críticos.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 1 consiste de introdução, a seção 2 define a ferramenta de programação ensino de SQL, a seção 3 apresenta o sistema de decisão baseado na Lógica Difusa; a seção 4 mostra os resultados quando aplicamos o modelo proposto utilizando as notas reais dos estudantes; a seção 5 apresenta as considerações finais desse trabalho.

2. Descrição do Cenário

O LabSQL apresenta uma abordagem para avaliação automática de consultas SQL, que propõe uma solução para o desafio de estimular o estudante a aperfeiçoar a sua solução: buscando, além de uma resposta que retorna o resultado correto, uma consulta com complexidade próxima da solução ótima. Através de métricas de engenharia de software e métodos estatísticos o LabSQL atribui uma nota na consulta SQL submetida pelo estudante, que em essência é a distância da consulta do estudante em relação à solução ótima, inicialmente cadastrada pelo professor. Quando o estudante realiza uma solução menos complexa, automaticamente essa consulta passa a ser a solução ótima.

O LabSQL foi testado em dez turmas, todas da Universidade Federal do Pará, dentre dessas turmas três são de Especialização em Banco de Dados, as outras turmas são de graduação de Bacharelado em Ciência da Computação e Sistema de Informação. O sistema foi utilizado por trezentos e dez usuários e possui um total de cento e dezessete mil e setenta e seis respostas cadastradas, e as três maiores quantidade de respostas efetuadas por usuário são: a) Estudante 1 do curso de Bacharelado em Sistema de Informação com dois mil e quatrocentos e cinqüenta e três respostas submetidas; b) Estudante 2 do curso de Especialização em BD com dois mil e duzentos e oitenta e duas respostas submetidas; c) Estudante 3 do curso de Bacharelado em Ciência da Computação com um mil novecentos e cinqüenta e sete respostas submetidas. A tabela abaixo apresenta um inventário dos dados coletados no LabSQL.

Tabela 1. Inventário das informações do LabSQL

Descrição	Quantidade
1. Quantidade de questões:	179
a. Discursivas	31
b. Múltipla escolha	78
c. Programação SQL	70
2. Quantidade de turmas da Universidade Federal do Pará:	10
a. Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação	5
b. Curso de Bacharelado em Ciência da Computação	2
c. Curso de Especialização em Banco de Dados	3
3. Quantidade de usuários:	310
a. Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação	165
b. Curso de Bacharelado em Ciência da Computação	69
c. Curso de Especialização em Banco de Dados	76
4. Quantidade de respostas dos usuários:	117.076
a. Quantidade de respostas discursivas	6.856
b. Quantidade de respostas de múltipla escolha	9.827
c. Quantidade de respostas de programação SQL	32.619
d. Quantidade de execuções de comandos SQL no SQL-Livre	67.774
5. Usuários que mais efetuaram respostas no LabSQL:	
a. Total de respostas do usuário Estudante 1	2.453
i. Quantidade de respostas discursivas	61
ii. Quantidade de respostas de múltipla escolha	69
iii. Quantidade de respostas de programação SQL	617
iv. Quantidade de execuções de comandos SQL no SQL-Livre	1.706
b. Total de respostas do usuário Estudante 2	2.282
i. Quantidade de respostas discursivas	36
ii. Quantidade de respostas de múltipla escolha	48
iii. Quantidade de respostas de programação SQL	321
iv. Quantidade de execuções de comandos SQL no SQL-Livre	1.877
c. Total de respostas do usuário Estudante 3	1.957
i. Quantidade de respostas discursivas	23
ii. Quantidade de respostas de múltipla escolha	37
iii. Quantidade de respostas de programação SQL	439
iv. Quantidade de execuções de comandos SQL no SQL-Livre	1.458

O acompanhamento do estudante pode ser realizado por meio de diversos relatórios. A figura 1 ilustra um relatório da lista de exercício realizado pelos estudantes contendo a pontuação, número de tentativas, nota final e links para o detalhamento e encaminhamento do *feedback* personalizado pelo professor.

05100000801 - Estudante 1											
Pergunta	1-R (Idq.66)	2-R (Idq.67)	3-T (Idq.69)	4-T (Idq.73)	5-T (Idq.78)	6-R (Idq.91)	7-P (Idq.95)	8-P (Idq.98)	9-P (Idq.99)	10-P (Idq.100)	Nota Final
Maior Pontuação:	7.51	7	1	1	1	6.82	102.68	100	100	100	9.13
Nº Tentativas:	1/3	1/3	1/1	1/1	1/1	2/3	4/25	1/25	3/25	12/25	
04088002401 - Estudante 2											
Pergunta	1-R (Idq.64)	2-R (Idq.67)	3-T (Idq.70)	4-T (Idq.75)	5-T (Idq.77)	6-R (Idq.91)	7-P (Idq.95)	8-P (Idq.98)	9-P (Idq.100)	10-P (Idq.101)	Nota Final
Maior Pontuação:	6.28	7.03	1	1	1	5.34	98.73	96.69	94.58	102.75	8.87
Nº Tentativas:	1/3	1/3	1/1	1/1	1/1	1/3	2/25	2/25	3/25	1/25	

Figura 1. Relatório de avaliação

A figura 2 mostra um relatório contendo as avaliações objetivas e um indicador subjetivo que é a freqüência, para composição do conceito final. Neste exemplo, a coluna nota final contém notas críticas, e neste caso o professor alterou o conceito do primeiro aluno para excelente pelo fato do estudante ter 100% de freqüência. No segundo caso, o professor manteve o conceito insuficiente visto que a freqüência deste estudante foi apenas de 40%.

Acompanhamento do Curso em Janeiro de 2008												
Nome	Avaliações											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Campeonatos	Mini Aplicacao	Frequência	Nota Final	Conceito
Estudante 3	9,00	8,64	8,50	9,50	8,75	8,00	9,75	8,00	8,50	100%	8,81	EXC
Estudante 4	2,75	5,00	4,30	5,50	5,30	5,50	4,00	4,50	2,50	40%	4,60	INS
Estudante 5	7,00	7,20	8,90	3,00	7,50	6,75	8,50	7,43	7,65	80%	7,04	BOM
Estudante 6	8,00	4,50	8,00	7,50	8,00	6,00	5,30	8,50	10,00	57%	6,97	REG
Estudante 7	9,50	6,00	10,00	5,00	8,30	8,00	9,50	9,55	8,70	85%	8,05	BOM

Figura 2. Relatório de avaliação com freqüência

Ao término do semestre, o professor revisa todas essas notas e decide qual conceito final deve ser atribuído a cada estudante, conceitos devem ser *Insuficiente*, *Regular*, *Bom* ou *Excelente*. Para calcular a nota final a qual é transformada em conceito posteriormente, é feita uma média entre todas as notas parciais. É importante ressaltar que a nota mínima para o estudante ser aprovado na disciplina é 5.

O problema é apresentado quando a nota final do estudante está próximo do limite entre dois conceitos, por exemplo, um estudante com nota final igual a 6,97 é considerado estudante crítico. Como o professor tem certeza que esse estudante tem menos conhecimento da disciplina se comparando com outro estudante que tem nota final igual a 7? É realmente necessário pôr um limite para decidir qual conceito será dado ao estudante, mas todos os professores acreditam que deveriam ser considerados alguns critérios subjetivos para decidir o conceito final dos estudantes críticos.

Alguns critérios subjetivos como progressão, interesse mostrado pelo estudante e outros resultados gerais dos estudantes, podem contribuir para decidir os conceitos

finais dos estudantes críticos. Esses critérios são mais difíceis de aplicá-los igualmente a todos os estudantes, em detrimento da interpretação de cada professor. Apesar dos professores decidirem como aplicar cada critério subjetivo, é muito difícil garantir a aplicação desses com o mesmo senso por todos os professores em detrimento da subjetividade de cada um.

A teoria da lógica difusa pode resolver este problema porque permite uma aproximação com a argumentação dos professores. A teoria difusa foi formalizada por Professor Zadeh em 1965 [Zadeh 1965], [Zadeh 1973] e, desde então, é aplicada para resolver problemas em diversas áreas do conhecimento humano. Aplicação de lógica difusa em sistemas de controle é muito enfatizado [Chuen 1990], [Wang 1997], mas também é encontrada em outras áreas como na educação [Kinshuk and Ashok 2001], [Ahmad 2001], [Alenka et al 2003].

A sessão 3 apresenta um sistema fundamentado na lógica difusa para auxiliar o professor a decidir os conceitos dos estudantes críticos. São tratados critérios como o interesse do estudante, progressão, nota final do estudante e freqüência do estudante no ambiente LabSQL. As regras foram definidas pelos professores para decidir os conceitos finais dos estudantes que utilizam o LabSQL como suporte de ensino de BD.

3. Sistema de decisão baseado na Lógica Difusa

O sistema difuso será empregado no processo de avaliação dos estudantes críticos para decidir suas notas finais. Um estudante é chamado estudante crítico quando a nota final dele, média calculada de todo semestre, for muito próximo de notas que determinam outros conceitos, por exemplo se a nota final é 6.9 (pertencente ao intervalo REGULAR), esse valor está próximo de 7 (pertencente ao intervalo que delimita o conceito BOM). A primeira coisa que devemos definir são os critérios que devemos usar para decidir as notas finais destes estudantes.

Professores de BD tem levado em consideração vários critérios para decidir o conceito final dos estudantes como: interesse e esforço mostrados pelo estudante, a progressão dele ao longo do semestre, dentre outros dados estatísticos que o sistema LabSQL mostra para o professor durante o acompanhamento desse estudante. O sistema de avaliação difuso usa essas informações para oferecer ao professor uma recomendação referente ao conceito final que deve dar ao estudante crítico.

3.1 Variáveis lingüísticas definidas no modelo difuso

As avaliações sobre LabSQL são elaboradas pelo professor que atribui a cada um um grau de dificuldade prevendo o tempo de execução para aquela avaliação. As subseções a seguir, descrevem as variáveis, regras e parâmetros considerados para execução do sistema.

Conceito Final: Essa variável é a saída do sistema difuso que oferece ao professor uma recomendação referente ao conceito final do estudante crítico. Existem quatro possíveis conceitos: *Insuficiente*, *Regular*, *Bom* e *Excelente*. O conceito final recomendado depende de 4 variáveis de entrada: *interesse e esforço*, *progressão*, *nota final do estudante* e *freqüência do estudante no ambiente LabSQL*.

Interesse e Esforço: Ao longo do semestre letivo, os estudantes se submetem à diferentes tipos de exercícios e provas. Todas essas atividades são realizadas por meio

do ambiente LabSQL. Os resultados destes testes e o número de testes apresentados pelos estudantes ao professor permitem calcular o indicador de Interesse e Esforço do estudante, ou seja, se 10 testes foram propostos pelo professor ao longo do semestre letivo e um estudante apresenta todos os testes com resultados satisfatórios, isso significa que o interesse e esforço para o aprendizado é muito alto. Por outro lado, se um estudante apresenta apenas 2 testes e suas notas são baixas, o Interesse e Esforço pode ser considerado como baixo. Os seguintes conjuntos difusos foram definidos para variável interesse e esforço: *nulo, baixo, normal, alto e muito alto*.

Progressão: A variável lingüística progressão é calculada em função dos testes realizados pelos estudantes ao longo do semestre levando-se em consideração suas notas parciais nos exercícios (exercício do módulo I e exercício do módulo II) e provas (prova I e prova II). A nota do exercício do módulo II é comparada com a nota do exercício do módulo I, e a nota da prova II é comparada com a nota da prova I. Estas comparações permitem gerar um indicador de progressão do estudante. Os seguintes conjuntos difusos foram definidos para variável progressão: *decrecente, constante, e crescente*.

Freqüência do estudante no ambiente LabSQL: A variável lingüística Freqüência no ambiente LabSQL é calculada levando-se em consideração o número de vezes que o estudante acessa, quanto tempo ele fica logado no sistema e quais links ele acessa, comparando-se seus acessos com a média de acesso da turma, por exemplo, se o estudante que mais acessou o ambiente foi 100 vezes, então 90 acessos pode ser considerado um número bom de acessos, no entanto se o maior numero de acessos foi 70 então 15 acessos é considerado um número de acessos ruim. Os seguintes conjuntos difusos foram definidos para variável: *baixa, normal e alta*.

Nota final do estudante: Esta variável é calculada pela média de todas as notas do estudante durante o semestre em diversas atividades que ele realizou como, por exemplo, Exercícios dos Módulos e Provas. Os conjuntos difusos definidos para essa variável foram: *próximo de regular* (pode-se considerar valores como 4.6, 4.7, 4.8, 4.9), *próximo de bom* (pode-se considerar valores como 6.6, 6.7, 6.8, 6.9), *próximo de excelente* (pode-se considerar valores como 8.6, 8.7, 8.8, 8.9). Levando-se em consideração que **regular** são valores maiores ou igual a 5 e menores que 7, **bom** são valores maiores ou igual a 7 e menores que 9, **excelente** são valores maiores ou igual a 9 e menores ou igual a 10 na escala de 0 a 10.

O quadro 1 apresenta as variáveis lingüísticas (“Conceito Final”, “Interesse e Esforço”, “Progressão” e “Freqüência do estudante no ambiente LabSQL”) que foram criadas para desenvolver o sistema difuso. Os valores lingüísticos atribuídos às variáveis foram definidos pelos especialistas, professores da UFPA.

O estudante submete-se a vários testes durante o semestre letivo, a ferramenta avalia automaticamente cada questão executada, e assim, é obtido o percentual de acertos de cada avaliação, por meio das informações fornecidas pelo LabSQL, o sistema difuso faz inferência do conceito final do estudante.

As entradas do sistema difuso são 4 variáveis lingüísticas, resultando 50 regras para Base de Regras. A máquina de inferência processa as variáveis e gera a variável de saída (Conceito Final).

Quadro 1. Variáveis Lingüísticas

Variáveis Lingüísticas		Conjuntos Difusos
Entradas	Nota final do estudante	Próxima de Regular Próxima de Bom Próxima de Excelente
	Interesse e Esforço	Nulo
		Baixo
		Normal
		Alto
	Progressão	Muito alto
		Decrescente
		Constante
		Crescente
	Freqüência do estudante no ambiente LabSQL	Baixa
		Normal
		Alta
Saída	Conceito Final	Insuficiente
		Regular
		Bom
		Excelente

3.2 Base de Regras

A Base de Regras foi construída segundo o conhecimento dos professores da disciplina de BD. Foi usada a linguagem natural para descrever os valores lingüísticos. Alguns professores experientes na área forneceram as informações necessárias para construir as regras do sistema difuso. Um conjunto de regras difusas foi criado como por exemplo:

SE (Interesse e Esforço é *Nulo*) E (Nota final é *Próximo de Bom*) ENTÃO (Conceito Final é *Regular*).

SE (Progressão é *Crescente*) E (Nota final é *Próxima de Excelente*) E (Freqüência do estudante no ambiente LabSQL é *Alta*) ENTÃO (Conceito Final é *Excelente*).

SE (Nota do estudante é *Próxima de Bom*) E (Interesse e Esforço é *Muito Alto*) E (Progressão é *Crescente*) E (Freqüência do estudante no ambiente LabSQL é *Alta*) ENTÃO (Conceito Final é *Bom*).

O quadro 2 mostra algumas regras que foram usadas para modelar as argumentações dos professores. A variável *Conceito Final* significa a recomendação ao professor sobre o conceito que deve ser atribuído ao estudante.

Utilizou-se o utilitário difuso Logic Toolbox [Matworks 2001] para desenvolver o sistema difuso. Esse Toolbox constitui um conjunto de funções desenvolvidas na ferramenta de computação numérica MATLAB®. Foram utilizados fuzzificadores

triangulares porque simplificam os cálculos na máquina de inferência difusa, se as funções de pertinência nas regras difusas SE-ENTÃO são também triangulares.

O defuzzificador centróide foi escolhido para mapear o conjunto de saída para valores reais, também chamado de centro de massa. Esse defuzzificador apresenta simplicidade computacional, é plausível e continuo [Wang 1997], tem sido o defuzzificador mais utilizado em sistemas difusos, pois ele obedece aos três critérios de escolha de um bom defuzzificador. Além de computacionalmente simples, apresenta valor de saída bem intuitivo, contemplando, portanto os propósitos da solução.

Quadro 2. Base de regras do sistema difuso

MATRIZ	SE	E			ENTÃO
		Nota do estudante	Interesse e Esforço	Progressão	
1	Próxima de Regular	Nulo	Decrescente	Baixa	Insuficiente
2	Próxima de Regular	Muito alto	Crescente	Alta	Regular
3	Próxima de Bom	Nulo	Decrescente	Baixa	Regular
4	Próxima de Bom	Muito alto	Crescente	Alta	Bom
...
49	Próxima de Excelente	Nulo	Decrescente	Baixa	Bom
50	Próxima de Excelente	Muito alto	Crescente	Alta	Excelente

4. Análise dos resultados obtidos

O sistema já foi testado em várias turmas diferentes, os resultados obtidos até o momento atingiram os objetivos propostos. Neste trabalho é apresentado os resultados de uma amostragem de 105 estudantes das turmas de Sistemas de Informação da UFPA, para os quais foram disponibilizadas 5 avaliações (sendo 2 exercícios e 3 provas).

As notas dos estudantes são fornecidas pelo sistema LabSQL, assim como as outras informações de cada variável do sistema difuso. Foram utilizadas as notas do 1º e 2º semestre de 2007 para o sistema difuso decidir o conceito final dos estudantes críticos. Estes foram avaliados por professores e também pelo sistema difuso. Todas as recomendações finais eram imediatamente decididas pelo sistema difuso.

O cenário onde o sistema difuso foi aplicado é modelado na figura 3. O critério objetivo *nota final* é obtido por meio da média das avaliações do estudante. Os critérios subjetivos *interesse e esforço*, *progressão* e *freqüência* são obtidos pela interação do estudante com o LabSQL. Estes critérios são as variáveis de entrada do sistema difuso, e o *conceito* é a variável de saída.

Acompanhamento do Curso em Janeiro de 2007					
Nome	Nota Final	Interesse e esforço	Progressão	Frequência	Conceito
Estudante 7	4,80	NULO	Descrecente	30%	INS
Estudante 8	4,90	Muito Alto	Crescente	100%	REG
Estudante 9	6,70	NULO	Descrecente	20%	REG
Estudante 10	6,90	Muito Alto	Crescente	95%	BOM
...					
Estudante 111	8,90	NULO	Descrecente	10%	BOM

Figura 3. Relatório de notas finais do estudante

No processo de avaliação utilizando o sistema difuso os professores concordaram com o resultado fornecido pelo sistema, e discordaram com o próprio conceito fornecido anteriormente aos estudantes que realizaram a disciplina. Dentre os 105 casos, apenas 5 casos o sistema difuso não decidiu o conceito final. Algumas regras podem ser ajustadas para aumentar a acurácia do sistema.

5. Considerações Finais

Este artigo apresentou um sistema difuso para auxiliar professores a decidir o conceito final dos estudantes críticos, isto é, que estão muito perto do limite para alcançar outros conceitos melhores.

O sistema difuso proposto foi testado com notas reais dos estudantes. O sistema proposto forneceu recomendação de conceitos finais que similares às recomendações dos professores em 96% dos casos.

O sistema difuso não decidiu o conceito final em cinco casos. É importante destacar que o sistema não forneceu nenhuma recomendação incorreta. Depois de aplicar o sistema difuso, o número de estudantes críticos que necessitaram ser avaliados por professores foi reduzido de cento e cinco para quatro estudantes.

A proposta aqui apresentada garante uma maneira de aplicar critérios subjetivos para decidir conceitos finais dos estudantes, além de otimizar o processo de avaliação, sendo consumido menos tempo nessa tarefa.

É necessária uma reforma no processo de avaliação do aprendizado, sendo preciso melhorias metodológicas e pedagógicas, por isso, a aplicação de novos métodos de avaliação será necessária. Diferentes critérios subjetivos serão levados em consideração ao longo do processo de avaliação e decisão final será do professor que poderá utilizar os dois critérios: subjetivos e objetivos [Preston 2003].

A implementação de novos sistemas difusos, a fim de ser aplicado quando novos modelos pedagógicos e metodológicos forem utilizados pelos professores é proposta como trabalho futuro. Como estes sistemas difusos podem melhorar seus resultados aplicando diferentes métodos de implicações e defuzzificação [Werner 1999], ou a definição de outros sistemas difusos é proposta para outro trabalho futuro.

6. Referencias Bibliográficas

- Ahmad M. I. (2001). Assessment of distance education quality using fuzzy sets model. Proceedings of International Conference on Engineering Education, Oslo, Norway (2001).

- Alenka K., Rafael P., Harold M., Francisco V., Jess C. A. N. (2003). Student modelling based on fuzzy inference mechanisms. Proceedings of EUROCON, Slovenia (2003).
- Chuen C. L. (1990). Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller-part I. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, Vol.20, (1990) 404-418.
- Kay B. (1999). How to assess authentic learning. *Merrill Prentice Hall*. (1999) 57-95.
- Kearns, R.; Shead, S. and Fekete, A. (1997). A teaching system for SQL. In *Proceedings of ACSE '97*, Melbourne, (July, 1997), pp. 224-231.
- Kinshuk, A. N. and Ashok P. (2001). Adaptative tutoring in business education using fuzzy backpropagation approach. Proceedings of the 9th International Conference on Human-Computer Interaction. New Orleans, USA, (2001).
- Lino, A.D.P.; Silva, A.S.; Santos, T.L.T.; Harb, M.P.A.H.; Favero, E.L. e Brito, S.R (2007). Avaliação automática de consultas SQL em ambiente virtual de ensino-aprendizagem. *Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, CISTI, (2007).
- Matworks (2001). *Fuzzy Toolbox User's Guide: for use with MATLAB*. Natick, MA: The MathWorks. 2001.
- Mitrovic, A. (1998). Learning SQL with a computerized tutor. In *Proceedings of SIGCSE'98*. Atlanta, Georgia, (February, 1998), pp. 307-311.
- Moodle (2008). Disponível em: <<http://moodle.org/>>. Acesso em: 04 fev. 2008
- Preston D. F. and Robert M. V. (2003). Methods of teaching. Applying cognitive science to promote student learning. *Mc Graw-Hill*. (2003) 257-302.
- Prior, J. and Lister, R. (2004). The backwash effect on SQL skills grading. In *Proceedings of ITiCSE'04*, Leeds, UK, (June, 2004), pp. 32-36.
- Sadiq, S., Orlowska, M., Sadiq, W. and Lin, J. (2004). SQLator - an online SQL learning workbench. In *Proceedings of ITiCSE'04*. Leeds, UK, (June, 2004), pp. 223-227.
- Teleduc (2008). Disponível em: <<http://teleduc.nied.unicamp.br/teleduc>>. Acesso em: 01 fev. 2008
- Wang, L.X. (1997). *A course in fuzzy systems and control*. Prentice-Hall. (1997).
- Werner, V. L. and Etienne E. K. (1999). Defuzzification: Criteria and classification. *Fuzzy Sets and Systems* 108, (1999) 159-178.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, (1965) 338-353.
- Zadeh, L. A. (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions Systems Man Cybernetics*, 3, (1973) 28-44.