WILLIAM ROBERTO MALVEZZI

UMA FERRAMENTA BASEADA EM TEORIA FUZZY PARA O
ACOMPANHAMENTO DE ALUNOS APLICADO AO MODELO DE
EDUCAÇÃO PRESENCIAL MEDIADO POR TECNOLOGIA.

São Paulo

2010

WILLIAM ROBERTO MALVEZZI

UMA FERRAMENTA BASEADA EM TEORIA FUZZY PARA O
ACOMPANHAMENTO DE ALUNOS APLICADO AO MODELO DE
EDUCAÇÃO PRESENCIAL MEDIADO POR TECNOLOGIA.

Dissertação de mestrado em
engenharia elétrica apresentada à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo.

São Paulo

2010

WILLIAM ROBERTO MALVEZZI

UMA FERRAMENTA BASEADA EM TEORIA FUZZY PARA O
ACOMPANHAMENTO DE ALUNOS APLICADO AO MODELO DE
EDUCAÇÃO PRESENCIAL MEDIADO POR TECNOLOGIA.

Dissertação de mestrado em
engenharia elétrica apresentada à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo.

Área de Concentração:

Sistemas Digitais

Orientador: Profa. Dra. Graça Bressan

São Paulo

2010

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência do seu orientador.

São Paulo, 18 de agosto de 2010.

Assinatura do Autor

Assinatura do Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Malvezzi, William Roberto

Uma ferramenta baseada em teoria fuzzy para o acompanhamento de alunos aplicada ao modelo de educação presencial mediado por tecnologia / W.R. Malvezzi. -- ed. rev. -- São Paulo, 2010.

123 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1. Avaliação da aprendizagem 2. Lógica fuzzy I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II. t.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus e a minha querida família.

AGRADECIMENTOS

A Deus por Sua infinita misericórdia e amor, e a Jesus Cristo por Sua Graça e ao Espírito Santo pela Constante comunhão.

A minha querida família, Ana e Abner por tanta paciência que tiveram durante o transcurso desse trabalho.

A minha amada mãe pelo amor, carinho e o dom da vida.

À FUCAPI pelo total apoio durante o tempo de elaboração deste trabalho.

À SUFRAMA, pelo patrocínio financeiro do programa Minter UEA/USP.

À FAPEAM pela bolsa para o cumprimento do estágio obrigatório.

A CAPES pela criação e regulamentação do Minter UEA/USP.

À UEA por gerar as condições e propiciar o oferecimento do programa de Pós da EPUSP em Manaus.

À USP por oferecer as melhores condições para realização deste trabalho.

Ao Professor Marco Túlio pelo afinho e dedicação na coordenação do Minter.

Ao amigo Antenor pelo apoio e companheirismo.

Aos colegas e amigos pelo apoio e espírito de grupo.

A querida Professora Graça, sem a qual este trabalho não teria sido possível, por sua dedicação e paciência com a qual orientou este trabalho.

RESUMO

Neste trabalho se desenvolveu uma ferramenta que auxilia na obtenção de um acompanhamento e avaliação do aprendizado dos alunos de cursos do sistema presencial mediado oferecidos pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), permitindo aos docentes dos cursos tomar as decisões metodológicas pedagógicas necessárias visando o bom desempenho e o aproveitamento positivo do aluno na disciplina. A ferramenta possibilita a obtenção de médias fuzificadas durante as três semanas de aula, uma a cada semana. A teoria *Fuzzy* foi o modelo adotado devido a vaguidade das informações advindas do ambiente de aprendizagem. Os dados coletados possuem duas fontes distintas, uma se origina no juízo de valor atribuído às atividades realizadas no ambiente virtual de aprendizagem denominado TADS (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) Virtual, a outra fonte são as avaliações escritas realizadas ao final de cada semana pelos estudantes matriculados no curso.

Palavras-chave: Aprendizagem, Avaliação, Presencial Mediado, Teoria Fuzzy.

ABSTRACT

This study has developed a solution that assists in obtaining a monitoring and evaluation of student learning in courses of the face mediated system offered by the University of the State of Amazonas (UEA), allowing both teachers and the coordination of educational courses can to make pedagogical methodology decisions aiming at the good performance of the teacher in discipline and a positive use of students. Fuzzy theory was the model adopted due to vagueness of the information from the learning environment. The collected data have two distinct sources, one originates in the value of judgments assigned to the activities performed in the virtual learning environment called TADS (Technology Assessment and Systems Development) Virtual, and the other source is the written evaluation performed at the end of each week by students enrolled in the course.

Keywords: Learning, Assessment, Attendance-mediated, Fuzzy Theory.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Etapas de construção da ferramenta.	19
Figura 2 – Organização da dissertação.....	20
Figura 3 – Funções de pertinência para a variável <i>vltarefa</i>	38
Figura 4 – Função de Pertinência para o conjunto “ <i>muitobom</i> ”	39
Figura 5 – Sistema Fuzzy.....	41
Figura 6 - Ambiente de atuação da ferramenta.....	58
Figura 7 - Composição das Notas.....	59
Figura 8 - Composição da Média Final na Universidade do Estado do Amazonas..	59
Figura 9 – Casos de Uso da Ferramenta AVATads.	63
Figura 10 – Arquitetura da ferramenta AVATads.	70
Figura 11 – Resumo da ferramenta AVATads.	73
Figura 12 – Diagrama de Classe da ferramenta AVATds.	75
Figura 13 – Diagrama de classes (MVC - Modelo, Visualização e Controle) Manter Variáveis de Entrada.	76
Figura 14 - Diagrama de Sequência “Manter Variáveis de Entrada”	77
Figura 15 - Estrutura da Function Block.....	78
Figura 16 - variáveis de entrada e saída da ferramenta.....	78
Figura 17 – Funções de pertinência.....	79
Figura 18 - Funções de pertinências associadas à primeira variável de entrada (<i>vlchat</i>) e o seu código correspondente.	79
Figura 19 - Funções de pertinências associadas à variável de saída (<i>naprendizagem</i>) e o seu código correspondente.	80
Figura 20 – Amostra da Base de Regras	80
Figura 21 - Gráfico de representação da defuzificação da variável <i>naprendizagem</i> ..	81
Figura 22 - Representação do modelo de inferência da ferramenta AVATads.	82
Figura 23 - Tela Principal da Ferramenta AVATads.....	83
Figura 24 - Cadastro do Período.....	84
Figura 25 – Cadastro de Cursos	85
Figura 26 - Cadastro de Docente	86
Figura 27 - Cadastro de Disciplina	87

Figura 28 - Cadastro de Discente	88
Figura 29 - Classes de Aula	89
Figura 30 - Informações da Classe de Aula	90
Figura 31 - Inserção de Discentes na Classe de Aula.....	91
Figura 32 - Inserção de Notas	92
Figura 33 - Acompanhamento gráfico do aluno	93
Figura 34 - Acompanhamento da Turma.....	94
Figura 35 - Gráfico da Classe de Aula	95
Figura 36 - Níveis abstratos da tarefa de realizar o acompanhamento do estudante.	96
Figura 37 - Notas Parciais.....	97
Figura 38 - Conjunto de Entradas	98
Figura 39 - Acompanhamento das Classes de Aula	98
Figura 40 – Evolução do desempenho dos alunos na disciplina de IHC.....	99
Figura 41 - Gráfico comparativo das médias.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis Taxiconômicos de Bloom	30
Tabela 2 – Exemplos da aplicação da Taxonomia de Bloom	31
Tabela 3 – Correspondência dos objetivos e dos níveis taxonômicos	32
Tabela 4 – Comparação modelos de avaliação em ferramentas EAD.....	45
Tabela 5 – Comparação de ferramentas em AVAs.....	46
Tabela 6 – Atores do sistema.....	60
Tabela 7 – Casos de Uso	63
Tabela 8 – Descrição dos Casos de Uso da ferramenta AVATads.....	64
Tabela 9 – Resumo dos Parâmetros do Sistema	74
Tabela 10 – Variáveis linguísticas do sistema Fuzzy	74

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CENÁRIO.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 OBJETIVO	18
1.4 MÉTODO	18
1.5 ORGANIZAÇÃO	19
2 FUNDAMENTOS	21
2.1 PRINCIPAIS CONCEITOS DE AVALIAÇÃO.....	21
2.1.1 Por que Avaliar.....	21
2.1.2 Como Avaliar.....	22
2.1.3 Conceitos de Avaliação	22
2.1.4 Histórico da Avaliação.....	24
2.1.5 Mensurar e Aferir os Resultados da Aprendizagem	25
2.1.6 Planejar para Avaliar	29
2.1.6.1 Objetivos e a taxonomia de Bloom	30
2.6.1.2 Classificação e Finalidade da Avaliação.....	33
2.1.7 Diagnóstico dos Resultados Obtidos	35
2.2 TEORIA FUZZY	36
2.2.1 Variáveis Linguísticas	37
2.2.2 Conjuntos Fuzzy	39
2.2.3 Base de Regras	40
2.2.4 Sistemas de Inferência Nebulosa	40
4 O ENSINO PRESENCIAL MEDIADO POR TECNOLOGIA	51
4.1 A ESTRUTURA DOS CURSOS	53
4.2 ASPECTOS QUE DISTINGUEM O MODELO PRESENCIAL MEDIADO.....	54
5.1 O ACOMPANHAMENTO FEITO PELA FERRAMENTA AVATads.....	56
5.2 ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS	56
5.2.1 Antecedentes do esforço do projeto.	57
5.2.2 Metas do Projeto	57
5.2.3 Cliente e Atores.....	60
5.2.4 Usuários da ferramenta	60
5.2.4.1 Participação do usuário	60
5.2.5 Restrições do Projeto.....	61

5.2.6 Restrições de solução.....	61
5.3 CONVENÇÕES E DEFINIÇÕES DE NOME	61
Base de regras: coleção de regras linguísticas que são utilizadas para se atingir certos objetivos.....	62
5.4 FATOS E RESTRIÇÕES RELEVANTES.....	62
5.5 ESCOPO DO TRABALHO	62
5.5.1 Escopo da ferramenta.....	62
5.6 REQUISITOS FUNCIONAIS (RF)	65
5.7 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS (RNF).....	67
5.8 NOVOS PROBLEMAS	69
6 PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO DA FERRAMENTA AVATADS.....	70
6.1 ARQUITETURA DA FERRAMENTA AVATADS.....	70
6.2 PROJETO	75
6.3 IMPLEMENTAÇÃO DO AVATADS	77
6.4 ESPECIFICAÇÃO DA INTERFACE.....	83
7 ANÁLISE DOS RESULTADOS	97
8 CONCLUSÕES.....	102
8.1 CONTRIBUIÇÕES.....	102
8.2 TRABALHOS FUTUROS	104
REFERÊNCIAS	105
GLOSSÁRIO.....	116
APÊNDICE A – BASE DE REGRAS DA FERRAMENTA AVATADS.....	118
APÊNDICE B – ARTIGOS ACEITOS:.....	124

1 INTRODUÇÃO

As imensas diferenças regionais existentes no Brasil do começo do século XXI evidenciam a necessidade de medidas capazes de promover a busca de um equilíbrio. A educação, segundo Fávero (2006), é um dos caminhos a percorrer para alcançar tal objetivo. Conscientes dessa necessidade e tendo diante de si uma vasta região a alcançar, tem-se observado projetos educacionais que vem apresentando um grande potencial de alcance de populações em seus mais remotos municípios. A adaptação desses projetos de ensino à realidade desses vastos estados é uma tarefa árdua, pois exige estudo de diferentes modelos educacionais vigentes e talvez a criação de novos modelos capazes de trazer melhoria no desenvolvimento humano dessas regiões.

No estado do Amazonas foi desenvolvido um projeto de ensino presencial mediado que evoca recursos e ferramentas dos modelos tradicionais de ensino como o ensino a distancia e o presencial. Apesar de esse projeto ter alcançado sucesso em seus primeiros objetivos, observou-se a falta de ferramentas que pudessem vir a auxiliar no acompanhamento do aprendizado dos estudantes. Já existem no ensino presencial, meios que auxiliam o professor nesse processo de observação da aprendizagem e tem-se observado também um grande esforço acadêmico relativo ao ensino à distância.

Trazer à realidade um novo modelo híbrido que possui características tanto presenciais como remotas é um desafio para o estudo do processo de aprendizagem do aluno. Aulas transmitidas via satélite assistidas à distância, mas de maneira síncrona, professores assistentes nos locais onde as aulas ocorrem, uso de ferramentas LMS (*Learning Management Systems*) são algumas das características desse modelo desenvolvido no projeto de ensino presencial mediado por tecnologia.

1.1 CENÁRIO

Falar de ensino é, hoje, um dos grandes e mais polemizados temas. Tem-se observado os mais divergentes métodos e meios para alcançar um único objetivo, promover a aprendizagem por meio de práticas que permitam ao aluno adquirir conhecimentos e competências.

As classificações das modalidades de ensino segundo o Conselho Nacional de Educação (2001) puderam ser por muito tempo, feitas através de um único parâmetro, a presença ou não do professor, ou seja, ensino à distância ou presencial. O poder público tem marcado presença neste processo, principalmente a partir da promulgação da Lei 9.394 a LDB (Lei das Diretrizes Básicas da Educação) de 20 de dezembro de 1996 que regulamentou o ensino a distância e enquadrou-o como uma modalidade que pudesse ser aplicável ao sistema educacional do Brasil.

Apesar do processo de reconhecimento legal dessa modalidade de ensino ter ocorrido somente em meados da década de 90, o ensino a distância não é algo novo. Existem relatos de experiências dele desde antes do século XVII, mas sua efetivação se dá durante a década de 60, tais como a educação via correio, onde havia o envio de apostilas, provas e material didático pelo instituto organizador do curso. Logo depois vieram os Telecursos que puderam ser vistos por milhões de telespectadores ávidos por conhecimento fruto de um desenvolvimentismo trazido pela multiplicação das tecnologias. Hoje, segundo Moran (2000), educação à distância refere-se ao processo de ensino-aprendizagem, mediado por tecnologias, em que professores e alunos estão separados espacial e/ou temporalmente. Esta categoria de ensino possui suas próprias peculiaridades, Ruble (1986) e Keegan (1996) citam algumas delas:

- A distância geográfica;
- A retro comunicação;
- O uso de várias mídias;
- A possibilidade de disseminação em massa;
- O isolamento geográfico do aprendiz.

Além dessas peculiaridades, o ensino à distância possui uma cronologia histórica baseada na evolução tecnológica e segundo Freitas (2002), está dividida em três gerações:

Primeira Geração: Textual – onde o auto aprendizado estava baseado em textos e geralmente eram enviados pelo correio. Meados da década de 60.

Segunda Geração: Analógica – onde o auto aprendizado estava fundamentado também em textos só que havia também apoio de recursos audiovisuais. Meados dos anos 70 aos 80.

Terceira Geração: Digital – onde o auto aprendizado possui quase que exclusivamente o suporte a recursos das tecnologias de informação. Dias atuais.

Na atualidade, além dessa polarização existente entre ensino presencial e ensino à distância, tem surgido como resposta natural a necessidades específicas outra modalidade de ensino, que apesar de possuir peculiaridades próprias, herda dos antigos paradigmas as suas melhores características. Esse novo modelo segundo Ramos (2008) possui a denominação de Ensino Presencial Mediado.

Essa variante dos métodos de ensino mais tradicionais está sendo utilizada de maneira intensa nas regiões remotas do Norte do Brasil, principalmente no estado do Amazonas, onde conhecida a sua imensa territorialidade necessitava-se de um método que pudesse de forma prática e eficiente levar a educação a um número elevado de alunos distribuídos pelos mais distantes rincões desse estado.

Segundo Ramos (2008), no ano de 2001, por intermédio de um programa concebido pelo governo desse estado lançou-se o Proformar (Programa de Formação e Valorização dos Profissionais de Educação), onde a Universidade do Estado do Amazonas (UEA) pôde oferecer um curso de Licenciatura em Curso Normal Superior com o objetivo de qualificar professores das redes de ensino tanto da capital como do interior para a Educação Infantil. já utilizando o modelo presencial mediado por tecnologia.

Todo esse grande esforço resultou na formação de aproximadamente 16.000 profissionais que engrossaram as fileiras de professores do Ensino Fundamental.

Obedecia-se então uma grade curricular com carga horária de 1.815 horas de aulas de componentes curriculares científicos e culturais; 420 horas para cumprimento

das práticas curriculares de cada componente; 420 horas para o estágio curricular supervisionado e 200 horas para atividades acadêmicas e científicas, totalizando assim 2.855 horas.

Tudo era feito com o objetivo de alcançar a vasta região que o Estado abarca, 1.570.745,680 km² em seus 62 municípios, com aproximadamente 20.000 km de vias navegáveis, mas com poucos trechos de estradas de rodagem.

O modelo de ensino presencial mediado por TV, segundo Ramos (2008), está baseado em três aspectos que o caracterizam em relação aos outros modelos, os recursos tecnológicos, profissionais qualificados e procedimentos didáticos peculiares a esse modelo. Todas as aulas são ministradas via satélite e em tempo real em estúdios da própria universidade e transmitidas de maneira simultânea a todo o interior do estado. Nos núcleos localizados no interior existe um professor que é denominado professor assistente que administra as transmissões das aulas pela televisão, esse professor é ainda o responsável pela frequência dos alunos, orientação, supervisão e organização das dinâmicas locais. Além disso, é ele quem aplica as avaliações parciais e finais e corrige as parciais, e depois faz o lançamento dos resultados das avaliações parciais. Todas as aulas seguem um roteiro pré-definido, ou seja, são roteirizadas e ministradas via satélite por professores denominados professores titulares. Estes são responsáveis pela elaboração do material didático e dos recursos tecnológicos, sendo ainda responsáveis por elaborar as avaliações e pela correção da prova final. Existe ainda uma equipe técnica educacional que supervisiona todo processo fazendo a integração dos recursos didáticos e dos recursos tecnológicos. Essa equipe está constituída por diretores de produção, cinegrafistas, editores de imagens, técnicos de iluminação e de áudio, produtores e pedagogos. Uma vantagem patente desse modelo é a garantia de que todo o conteúdo programático será cumprido. Isso ocorre devido à roteirização das aulas.

O modelo apresenta um certo grau de interatividade entre o professor assistente que está no interior e o professor titular que ministra as aulas desde o estúdio de televisão através de uma central de atendimento (*call center*), passando as questões pendentes dos alunos por uma triagem e em seguida são enviadas aos professores titulares. As respostas são dadas ao vivo via satélite, fax ou

respondidas pela internet. Existe também interação entre os alunos e os professores titulares. Isso ocorre após as aulas por meio de ferramentas LMS, onde são utilizados *chats*, fóruns e também são disponibilizados materiais de apoio.

1.2 JUSTIFICATIVA

Desde o começo da chamada revolução tecnológica, as IES (Instituições de Ensino Superior) vem buscando no uso da Tecnologia da Informação (TI) a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem além da redução de custos operacionais entre outros fatores que potencializem o aprendizado transformando o ambiente de ensino. O que se deve levar em consideração no acompanhamento é se o estudante realmente aprendeu, caso contrário deve-se buscar meios para ajudá-lo em suas deficiências. Temos então um problema, como evidenciar a aprendizagem?

No estado do Amazonas por meio de sua Universidade Estadual (UEA), vem sendo desenvolvido o projeto de ensino presencial mediado, onde são ministrados cursos de Licenciatura em Matemática, Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e Bacharelado em Educação Física. Esta modalidade não é classificada como ensino à distância, entretanto, a transmissão das aulas se dá ao vivo via satélite pela televisão e as aulas são ministradas em tempo real. O objetivo desse projeto é oferecer ensino de qualidade a doze municípios distribuídos pelo interior do estado.

Este trabalho é um esforço para a verificação do sucesso dessa nova proposta de ensino, já que toda a diligência desse projeto deve se evidenciar através de mecanismos que comprovem sua eficiência, mostrando à sociedade que apesar das distâncias e carências pertinentes ao ambiente amazônico existem programas que buscam melhorar a qualidade de vida nas cidades do interior do estado do Amazonas através do oferecimento de cursos de nível superior de qualidade.

1.3 OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma ferramenta que apoie o acompanhamento e avaliação do aluno em um curso presencial mediado baseada no recolhimento de informações tanto do aluno quanto do ambiente de interação e aprendizagem.

Por meio de pesquisa sobre aprendizagem, avaliação e de novas tecnologias que possam ser empregadas aos atuais modelos de ensino será implementada uma ferramenta que adota teoria fuzzy e que será alimentada com informações pertinentes ao aluno e ao seu entorno, proporcionando um claro delineamento de características e requisitos para a avaliação da aprendizagem no ambiente proposto. Devido às especificidades do modelo de ensino presencial mediado far-se-á a observação por meio da coleta de notas aferidas do aluno durante as aulas de cada disciplina. Os parâmetros que foram considerados importantes pelos especialistas consultados são:

1. Mensuração das interações entre aluno e professores titulares, baseados em dados coletados no ambiente virtual de aprendizagem (AVA).
2. Desempenho do aluno, isto é, a média obtida nos testes parciais e prova final;

1.4 MÉTODO

Neste trabalho executou-se uma pesquisa na esfera da avaliação e acompanhamento da aprendizagem de estudantes, tanto em ambiente virtual quanto em ambiente presencial. Foi averiguada a existência de vários trabalhos que tratam do tema sempre com um enfoque único, ou o aspecto virtual ou presencial. Descobriu-se, então, a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta onde tanto aspectos presenciais quanto virtuais fossem abordados.

Conforme a figura 1, o trabalho obedeceu à sequência de três etapas iniciais na busca da formação da base de regras, a saber: pesquisa bibliográfica, entrevista e simulação com análise dos resultados preliminares.

Na segunda etapa fez-se o levantamento dos requisitos utilizando o *template* VOLERE, com a posterior implementação da ferramenta utilizando a linguagem de

programação Java com padrões do IEC (*International Electrotechnical Commission*) 1131, *Part 7 - Fuzzy Control Programming*. E finalmente foi realizada a análise dos resultados consolidados.

Figura 1– Etapas de construção da ferramenta.

1.5 ORGANIZAÇÃO

Para o alcance dos objetivos descritos anteriormente foi seguida uma metodologia onde são abordados temas tanto pedagógicos quanto tecnológicos com se vê a seguir.

No capítulo 2 pode ser observado um estudo de conceitos pedagógicos relativos à avaliação que são fundamentalmente necessários para o desenvolvimento da ferramenta proposta nesse trabalho e está dividido nos seguintes itens:

- Conceitos gerais de avaliação: descrição de avaliação do estudante em ambientes de aprendizagem baseadas em acepções definidas por distintos autores. Histórico da avaliação e principais aspectos e características para sua mensuração.
- Fundamentos da avaliação em ambientes de aprendizagem: características e objetivos do processo educativo e sua relação com a avaliação.

- Diagnóstico de resultados obtidos: após a mensuração dos resultados deve-se buscar sua interpretação e possíveis ajustes no processo de aprendizagem.
- Fundamentos da teoria fuzzy: referencial teórico da teoria fuzzy suas aplicações e principais características.

O capítulo três traz o estado da arte. O capítulo 4 referencia o ensino presencial, o ensino à distância e o modelo híbrido conhecido como presencial mediado por tecnologia fazendo um paralelo entre suas principais características. O capítulo 5 traz a proposta da ferramenta, cenários e seus requisitos. No capítulo 6, são mostradas as principais características do projeto, modelagem, arquitetura e implementação. No capítulo 7 consta a análise dos resultados da simulação do protótipo da ferramenta AVATads. No capítulo 8 conclusões do trabalho de dissertação. E finalmente as referências bibliográficas.

A organização em capítulos desta dissertação está representada na figura 2.

FIGURA 2 – ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.

2 FUNDAMENTOS

Avaliar é um conceito complexo, pois envolve tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos, que serão usados como ferramenta de verificação dos processos de aprendizagem tanto do ambiente quanto do aluno.

2.1 PRINCIPAIS CONCEITOS DE AVALIAÇÃO

A avaliação dos processos de aprendizagem tem sido a referência que permite que seja confirmado o verdadeiro estado em que se encontram os elementos envolvidos no contexto. Seu papel é muito significativo na educação e tem sido tema de exaustivos estudos que demonstram que a utilização de instrumentos docimológicos, ou seja, de instrumentos que permitem a atribuição de valores a um conhecimento adquirido pelo aluno, realmente mensuram a aquisição do nível de aprendizado obtido.

2.1.1 Por que Avaliar

É unânime a consciência da necessidade da avaliação, tanto docentes quanto discentes concordam que o significado de valorar os resultados ou expectativas justifica sua inclusão na instituição escolar, pois segundo (SANT'ANNA, 1995) leva às seguintes conclusões:

- A melhoria da instrução está condicionada a uma avaliação eficaz;
- O desenvolvimento pessoal só se concretizará se houver parâmetros que incentivem e motivem o processo de crescimento.

A verificação da extensão das capacidades aprendidas é indispensável, pois, permitem confirmar o processo de aprendizagem do estudante e, segundo as diferenças individuais verificar qual a extensão que cada aluno atingiu relativa ao planejamento realizado e aos objetivos que se queriam alcançar.

2.1.2 Como Avaliar

A averiguação dos resultados se fará através do maior número possível de testes parciais, prova final, observações do ambiente onde se dá o aprendizado, interação, retorno, e todos os fatores que possam permitir a mensuração da aquisição do conhecimento.

2.1.3 Conceitos de Avaliação

Analisar, avaliar, associar, selecionar, tais palavras expressam complexos processos do pensamento humano na busca da verificação de aquisição de experiências cognitivas.

O processo de avaliação tem sido alvo de estudos e definições conceituais que juntos demonstram a complexidade e responsabilidade da constatação da obtenção do conhecimento. Vê-se a seguir algumas citações onde proeminentes pesquisadores conceituam a avaliação:

Avaliação em educação significa descrever algo em termos de atributos selecionados e julgar o grau de aceitabilidade do que foi escrito. O algo, que deve ser escrito e julgado, pode ser qualquer aspecto educacional, mas é tipicamente: a) um programa escolar, b) um procedimento curricular ou c) o comportamento de um indivíduo de um grupo. (THORNDIKE; HAGEN, 1960 apud TURRA et al., 1989).

O processo avaliativo consiste, basicamente, na determinação de quanto os objetivos educacionais estão sendo atingidos por programas curriculares e instrucionais. Todavia, como os objetivos educacionais expressam mudanças em seres humanos, isto é, os objetivos visados traduzem certas mudanças desejáveis nos padrões de comportamento do aluno, a avaliação é o processo destinado a verificar o grau em que essas mudanças comportamentais estão ocorrendo. (TYLER, 1949, *apud* GOLDBERG & SOUZA, 1982, p.35)

“Avaliação é a coleta sistemática de dados, por meio da qual se determinam as mudanças de comportamento do aluno e em que medida estas mudanças ocorrem”. (BLOOM et al. apud SANT’ANNA, 1995, p. 29)

“Avaliação significa atribuir um valor a uma dimensão mensurável do comportamento em relação a um padrão de natureza social ou científica”. (BRADFIELD, 1963).

“É um processo contínuo, sistemático, compreensivo, comparativo, cumulativo, informativo e global, que permite avaliar o conhecimento do aluno”.(JURACY C. MARQUES, 1976 apud SANT’ANNA, 1995, p. 29).

Avaliação educativa é um processo complexo, que começa com a formulação de objetivos e requer a elaboração de meios para obter evidência de resultados, interpretação dos resultados para saber em que medida foram os objetivos alcançados e formulação de um juízo de valor.(SARABBI, 1971; *apud* NÉRICI, 1983; p. 28)

Avaliar é julgar ou fazer a apreciação de alguém ou alguma coisa, tendo como base uma escala de valores [ou] interpretar dados quantitativos e qualitativos para obter um parecer ou julgamento de valor, tendo por base padrões ou critérios. (HAYDT, 1988, p.10)

A educação e a avaliação cidadãs devem levar em conta dois lados: não há mudança sem a consciência de permanência; não há processo de estruturação-desestruturação-reestruturação sem domínio teórico das estruturas – a reflexão exige fixidades históricas para se desenvolver; não há percepção da dinâmica sem a consciência crítica da estática; o desejado, o sonho e a utopia só começam a ser construídos a partir da apreensão crítica e domínio do existente, e o processo não pode desconhecer o produto para não condenar seus protagonistas ao ativismo sem fim e sem rumo. (ROMÃO, 1998, p. 89).

[...] desponta como finalidade principal da avaliação o fornecer sobre o processo pedagógico informações que permitam aos agentes escolares decidir sobre intervenções e redirecionamentos que se fizerem necessários em face do projeto educativo definido coletivamente e comprometido com a garantia da aprendizagem do aluno. (SOUZA, 1993, p. 46).

Como pode ser observado, o processo de avaliação não está restrito apenas a uma mera comparação de parâmetros ou de comportamentos do aluno, mas de todo o contexto que envolve o ambiente de aprendizagem. Pode-se perceber, ainda que é necessária a existência de um padrão ou objetivos a serem alcançados, pois sem tal padrão não é possível constatar os desvios.

Conclui-se, então, em um sentido mais exato, que se pode definir a avaliação como sendo um procedimento onde são atribuídos símbolos a fenômenos cujos parâmetros são medidos com a finalidade de se emitir um juízo de valor através da comparação com padrões já existentes.

Segundo Luckesi (2008), a avaliação deve ser um instrumento onde o professor pode vislumbrar se o conhecimento transmitido está sendo assimilado pelo aluno. Deve-se evitar o sentido meramente classificatório da avaliação e explorar a avaliação contínua e integrada com o processo de ensino-aprendizagem, isto é, deve ser realizada em cada etapa do processo de assimilação do conhecimento, inicialmente, durante e finalmente. A avaliação inicial verifica a existência do conhecimento dos pré-requisitos dos objetivos que devem ser alcançados, é uma avaliação diagnóstica, ou seja, onde se identificam aptidões, destreza, interesse e motivações. A avaliação processual ou aquela efetuada durante o processo de aprendizagem ocorre com a finalidade de dar uma realimentação ao professor que deve demonstrar se os aspectos metodológicos utilizados têm apresentado ou não resultados e é realizada por meio do recolhimento sistemático de dados. A avaliação final visa os aspectos quantitativos e classificatórios, além de expressar o alcance ou não dos objetivos propostos.

A avaliação pode ser definida através de diferentes conceitos, mas, em sua essência continua sendo: a busca de informação relevante no aluno e que auxilie a compreensão do como está sendo produzido o processo de ensino-aprendizagem para a tomada de decisões.

2.1.4 Histórico da Avaliação

O processo de avaliação não é algo inerente aos tempos modernos, já nos primórdios da civilização existiu um imperador da China que realizava exames a seus oficiais a cada três anos com vistas a promovê-los ou dispensá-los. Segundo a professora Lea Depresbiteris (1989), inicialmente a avaliação era um fiel sinônimo de prova ou provação. Naquela época a prova era realizada oralmente, mas o aumento significativo dos aprendizes ou discípulos levou a uma mudança e padronização no processo. Em meados do século XIX houve um esforço nos EUA, mais especificamente na cidade de Boston, onde foi criado, por uma comissão

chefiada por Horace Mann, um sistema de testagem. Foi a primeira experiência onde se tem notícia de uma tentativa para melhorar os critérios avaliativos e substituir a avaliação oral pela escrita.

Outro importante pesquisador americano, J. M. Rice, no final do século XIX, empreendeu uma pesquisa onde demonstrou a necessidade de uma mensuração que fosse mais objetiva na avaliação. O que ficou mais notório nesse estudo foi que ele conseguiu provar por meio de inúmeros testes aplicados a grupos diferentes de alunos que os resultados obtidos não dependiam exclusivamente do aluno, mas existiam outros fatores e condições que influenciavam nos resultados.

Em meados da década de 20 do século XX foi criada uma ciência chamada Docimologia que visava o estudo sistêmico das avaliações.

Na década de 50 do século XX, foi proposto por um cientista americano chamado Ralph Tyler a utilização de vários instrumentos que pudessem subsidiar a avaliação do aluno, observação de comportamento, escalas de atitudes, inventários.

Ainda na década de 50, um grupo de educadores chefiados por Benjamin Bloom, começou um trabalho que ainda hoje é referência quando se trata de avaliação. Seu principal alvo era classificar as metas e os objetivos educacionais, propondo um sistema classificatório composto de três domínios, o cognitivo, o afetivo e o psicomotor.

Nos anos 70 do século XX viu-se a tecnologia da informação sendo utilizada através do desenvolvimento de provas e testes por computador. Obviamente estes testes eram objetivos, devido à dificuldade de se obter uma mensuração adequada de respostas a testes subjetivos por causa da análise da sintática e da semântica das respostas.

2.1.5 Mensurar e Aferir os Resultados da Aprendizagem

A avaliação não tem um fim em si mesmo, mas colabora e subsidia tomadas de decisão que possam garantir que seja alcançado um resultado anteriormente definido. Para isso torna-se necessária a aferição do aproveitamento do aluno, onde sejam utilizados conceitos de verificação e avaliação. Hoje, o procedimento avaliativo está muito centrado na variável quantitativa por isso ela não expressa de

maneira adequada a qualidade da aprendizagem. Será que os dados do ambiente de aprendizagem conseguem definir a qualidade e a quantidade de maneira a expressar o nível de aprendizagem do aluno? Prover recursos para a avaliação de maneira a obter dados de todo o ambiente onde se está realizando a aprendizagem pode ser o caminho para a resposta a essa pergunta.

Segundo Luckesi (2008), existem três procedimentos sucessivos para aferição do aproveitamento escolar:

1. Medida do aproveitamento escolar;
2. Transformação da medida em nota ou conceito;
3. Utilização dos resultados identificados.

Tais procedimentos tendem a delimitar um quadro empírico, que tornará possível averiguar se os atos de aferição são válidos.

Normalmente, a aferição dos resultados da aprendizagem tem seu início na medida, variando apenas a qualidade dos mecanismos e da maneira como foi obtida. Mas como se pode definir “medida”? Podemos defini-la simplesmente como grandeza específica que é utilizada como padrão para avaliar outras do mesmo gênero. Outra maneira de compreender medida é saber que um padrão específico é comparado com outros objetos a serem medidos, obtendo-se como resultante a quantidade de vezes que tal padrão pode ser dimensionado dentro do objeto medido. Aplicando esse conceito na verificação da aprendizagem percebemos que, hoje, a medida padrão que é utilizada para medir é o “acerto” das questões, sendo a contagem das respostas corretas em um teste a expressão do nível de aprendizagem do aluno, sem importar outras características do ambiente que talvez tenham influenciado nesta aferição. Se basearmos a avaliação da aprendizagem simplesmente como fruto dessa medição teremos que qualificá-la como uma avaliação puramente quantitativa ou tradicional. Como já foi citado, o processo avaliativo deve apresentar tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos para poder expressar a realidade do que está acontecendo no ambiente de aprendizagem. Se isto não ocorrer, a avaliação se torna um mero instrumento de padronização quantitativo onde se deve a todo custo alcançar aqueles pontos ou média que sejam necessários para a aprovação do aluno. Zaina (2002) diz o seguinte:

Na maior parte dos casos o termo avaliação tem a conotação de classificação, sendo utilizada apenas para determinar notas e certificar os participantes. Porém, é necessário salientar que na essência uma avaliação tem a função de acompanhar a evolução do estudante, detectando possíveis problemas durante o processo de ensino e procurando suprir as deficiências que este aluno possui.

Observa-se também que após o processo de aferição alguns professores transformam as notas em conceitos, pois se crê que ganham uma conotação verbal. Exemplos disso é a classificação por símbolos alfabéticos como: SS – superior, Ms – médio superior, ME – médio, MI – médio inferior, SR – sem aproveitamento; ou pode-se também classificar por meio de denotações de qualidade como: Ótimo, Muito Bom, Bom, Regular e Insuficiente.

Após a obtenção dos resultados pode o professor empreender diferentes ações como, apenas realizar o registro das notas ou conceitos ou dar outras oportunidades de aferição ao estudante caso este não tenha apresentado rendimento mínimo ou observar atentamente às necessidades relativas à aprendizagem e corrigir os desvios.

Diante de tais fatos podemos observar uma vez mais que as ações tradicionais sempre vão ao sentido quantitativo, tradicional, classificatório resumindo todo o processo em aprovado ou reprovado. Mesmo quando se buscam os desvios da aprendizagem a ênfase que é dada para a recuperação do padrão de nota é aquela que levará o aluno à categoria de aprovado, não se buscando a recuperação da aprendizagem.

Segundo Luckesi (2008), a dinâmica da verificação da aprendizagem difere da dinâmica da avaliação, pois a verificação pura e simples leva a uma busca pela configuração padrão do objeto, cessando quando isso acontece, ou seja quando se alcança a conclusão da padronização do objeto verificado todo o processo é cessado.

O conceito de avaliar, como já foi citado, tem como base a emissão de um juízo de valor ou de qualidade como diz Luckesi (2008), “[...] o conceito 'avaliação' é formulado a partir das determinações de conduta de 'atribuir um valor de qualidade

a alguma coisa, ato ou curso de ação [...]” que, por si, implica um posicionamento positivo ou negativo em relação ao objeto, ato ou curso de ação avaliado.

Como se pode observar, o conceito de avaliar transcende o conceito de verificar, pois a próprio ato de avaliação implica em ações que não se resumem na medição e classificação por meio de meros padrões. Mas ao contrário, exige uma árdua coleta de dados quantitativos e qualitativos não só do aluno, mas do ambiente de aprendizagem como parte de um todo, análise exaustiva e aí sim comparada a padrões existentes formula-se uma síntese final e conclusiva. Nesse tipo de processo avaliativo, as conclusões levam a uma decisão: “manter o objeto como está ou atuar sobre ele” (LUCKESI, 2008).

Vejamos quais práticas podem enriquecer a execução de uma avaliação saudável, ainda segundo Luckesi (2008):

1. “coletar, analisar e sintetizar, da forma mais objetiva possível, as manifestações das condutas – cognitivas, afetivas... - dos educandos, produzindo uma configuração do efetivamente aprendido”;
2. “atribuir uma qualidade a essa configuração da aprendizagem, a partir de um padrão (nível de expectativa) preestabelecido e admitido como válido pela comunidade dos educadores e especialistas dos conteúdos que estejam sendo trabalhados”;
3. “partir dessa qualificação, tomar uma decisão sobre as condutas docentes e discentes a serem seguidas tendo em vista:
 - “A reorientação imediata da aprendizagem, caso sua qualidade se mostre insatisfatória e caso o conteúdo, habilidade ou hábito, que esteja sendo ensinado e aprendido, seja efetivamente essencial para a formação do educando”;
 - “O encaminhamento do educando a passos subsequentes da aprendizagem, caso se considere que, qualitativamente, atingiram um nível satisfatório no que estava sendo trabalhado”.

2.1.6 Planejar para Avaliar

Alcançar metas e construir resultados sempre tem sido a maneira de agir do homem. Deixando a questão do ativismo simples e puro, a ação de instituir fins arquitetá-los e edificá-los têm o objetivo de satisfação às necessidades que através da história humana vem se observando. O ser “homem”, diferente de outros animais que se utilizam da natureza produzindo nela apenas transformações, interfere no ambiente em que vive ao ponto de modificá-lo, trazendo resultados tanto positivos quanto negativos ao seu entorno. Esses efeitos se refletem não somente no meio ambiente, mas na sociedade onde estão presentes as ações. Tendo em vista essa conjuntura, torna-se necessário o planejamento organizado das ações. Por exemplo, percebe-se que a existência de padrões de medição da aprendizagem denota que a atividade humana em relação à avaliação não é neutra. Existe a busca para se alcançar um nível mínimo de assimilação do conhecimento na aprendizagem. Não há ação humana sem um fim que a incentive, por isso, torna-se imprescindível a elaboração de metas claras que norteiem as ações e possibilitem a aferição dos resultados.

Planejar é escolher, é nortear, é projetar ações que levem ao objetivo estipulado. Escolher o melhor modelo para o projeto, nortear e delimitar a utilização de recursos e projetar fluxos e cronogramas além de elaborar uma roteirização dos conteúdos colaboram para uma efetiva qualidade na aprendizagem do aluno.

Segundo Turra (1975), o ato de realizar o planejamento é:

“Um conjunto de ações coordenadas entre si, que concorrem para a obtenção de um certo resultado desejado; um processo que consiste em preparar um conjunto de decisões tendo em vista agir, posteriormente, para atingir determinados objetivos; uma tomada de decisões, dentre possíveis alternativas, visando atingir os resultados previstos de forma mais eficiente e econômica.”

A afinidade entre planejamento como especificação dos objetivos educacionais tem uma relação direta com a avaliação, pois, pelo ato de planejar e especificar os objetivos é que se decide como arquitetar práticas que construam a aprendizagem do aluno e como avaliar e verificar qualitativa e quantitativamente essa aprendizagem.

2.1.6.1 Objetivos e a taxonomia de Bloom

No final da década de 50 do século XX, psicólogos e educadores empreenderam um estudo que demonstra uma organização hierarquizada dos objetivos educacionais, esse trabalho ficou conhecido como “A taxonomia de Bloom” e está focado no objetivo que será alcançado após cada ação educacional. Então se dividiu os objetivos educacionais em três grupos ou domínios, o cognitivo, o afetivo e o psicomotor, sendo que cada um deles possui níveis hierarquizados onde cada nível representa um grau maior de complexidade que o nível anterior, daí a denominação de taxonomia. Dos três domínios, o cognitivo foi alvo de maiores estudos e apresenta-se hierarquizado conforme pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 – Níveis Taxiconômicos de Bloom.

Nível	Definição	Ações
Nível 1 - Conhecimento	Indica a capacidade para receber e reproduzir uma informação ministrada. Exige pouco mais que lembrar-se de uma informação memorizada.	Indicar, nomear, listar, definir, enumerar, sublinhar, dizer, marcar, memorizar, escrever.
Nível 2 - Compreensão	Indica a capacidade de usar o conhecimento existente em situações que já são conhecidas. É o nível mais baixo da compreensão de eventos. Pode-se interpretar com as próprias palavras a informação que esta sendo recebida.	Explicar, resumir, descrever, classificar, concluir, ilustrar, reconhecer, revisar selecionar, traduzir, concluir, estabelecer, descrever, expressar.
Nível 3 - Aplicação	Indica a capacidade de usar os conhecimentos adquiridos em situações que sejam novas, supõe dedução.	Calcular, demonstrar, resolver, tabular, usar, utilizar, medir, computar, ajustar, construir, aplicar.
Nível 4 - Análise	Indica a capacidade de classificar e analisar fazendo uma subdivisão da informação e compreendendo a relação existente entre elas buscando uma hierarquia ou sequência de ideias que melhor a defina.	Analisar, comparar, esboçar, conectar, categorizar, contrastar, distinguir, separar, dividir, articular.
Nível 5 - Síntese	Indica a capacidade intelectual de organizar a informação de maneira que seja gerada uma nova informação ainda não aprendida. Composição de novas estruturas a partir da combinação da derivação de várias informações já existentes.	Criar, administrar, combinar, desenhar, gerar, integrar, formular, produzir, reagrupar, desenvolver, elaborar, sintetizar, modificar, inventar.
Nível 6 - Avaliação	Indica a capacidade de emitir juízos de valor sobre a informação conhecida baseados em padrões conhecidos.	Avaliar, julgar, recomendar, concluir, validar, qualificar, justificar, criticar.

Conforme pode ser observado na taxonomia de Bloom, cada nível de conhecimento no processo de aprendizagem representa o grau de domínio do aluno em relação a

determinado conteúdo ensinado. Podem-se observar na tabela 2, exemplos das dimensões desse conhecimento:

Tabela 2 – Exemplos da aplicação da Taxonomia de Bloom.

Nível Conhecimento	
Nomear	Listar os tipos básicos de operações aritméticas. Enumerar três fatores que colaborem para a escolha de uma linguagem de programação em um projeto de sistemas.
Indicar	Selecionar um retângulo dentre outras figuras geométricas.
Nível Compreensão	
Estabelecer	Classificar animais segundo suas espécies.
Exemplificar	Desenhar um cilindro.
Nível Aplicação	
Calcular	Resolver o cálculo da raiz quadrada de um número informado.
Executar	Implementar um programa onde após ler vários valores informar se são pares ou ímpares.
Nível Análise	
Organizar	Elaborar um gráfico onde seja representada uma equação do segundo grau.
Atribuir	Definir após a leitura a categoria de determinado texto literário.
Nível Síntese	
Criar	Desenvolver uma lista de critérios para elaboração de uma redação.
Produzir	Gerar um texto científico baseado em um tema proposto.
Nível Avaliação	
Qualificar	Escolher a melhor maneira de resolver um problema matemático.
Criticar	Avaliar se determinado projeto atende as especificações exigidas.

Os exemplos de aplicação dos níveis taxonômicos dos objetivos cujo grau se quer avaliar mostram que a escolha dos instrumentos de avaliação não devem ser escolhidos de maneira aleatória, pois não medem de forma equivalente o aprendizado dos estudantes. Existem instrumentos que somente são indicados para avaliar os níveis superiores e outros ao contrário que só são adequados para avaliar os níveis inferiores de aprendizado.

Richard Prégent (PRÉGENT, 1990) em seu trabalho intitulado “A Preparação dos Cursos” faz uma correspondência entre os objetivos da avaliação do aprendizado por meio de seus instrumentos e os níveis taxonômicos do aspecto cognitivo de Bloom.

Tabela 3 – Correspondência dos objetivos e dos níveis taxonômicos.

Instrumentos de avaliação de aprendizagem		Objetivos Níveis Taxonômicos					
		1. Conhecimento	2. Compreensão	3. Aplicação	4. Análise	5. Síntese	6. Avaliação
EXAMES	Exames escritos						
	Desenvolvimento extenso				X	X	X
	Respostas curtas	X	X	X			
	Múltipla escolha	X	X	X			
	Comparação	X	X				
	Complemento de frases	X	X				
	Exames orais				X	X	X
TRABALHOS	Trabalhos teóricos						
	Investigação temática				X	X	
	Resumo informativo				X	X	
	Resumo crítico				X	X	
	Inventário bibliográfico				X	X	X
	Revisão de literatura				X	X	X
	Dissertação				X	X	
	Estudos de casos				X	X	X
	Ensaio				X	X	X
	Trabalhos práticos						
	Projeto					X	X
	Sessão de laboratório			X	X	X	
	Exposição / Apresentação				X	X	
	Relatório de práticas					X	X
EXERCÍCIOS	Deveres		X	X	X		
	Exercícios dirigidos		X	X	X		

Fonte: Prégent, 1990

Na tabela 3 observa-se que tanto os exames de respostas curtas quanto o de provas objetivas e os exercícios são instrumentos de avaliação que podem ser

associados aos objetivos de níveis inferiores da taxonomia de Bloom, ou seja, aquisição de conhecimentos, compreensão e aplicação dos conhecimentos.

Já todos os outros instrumentos onde são exigidas respostas extensas, provas orais, e trabalhos permitem avaliar os objetivos de níveis taxiconômicos superiores como capacidade de análise, capacidade de síntese e avaliação crítica.

Portanto, quando se leva em conta os níveis de objetivos cognitivos alcançados, se observa que a escolha dos instrumentos de avaliação fica restrita. O ideal é diversificar o instrumento e buscar o máximo de adequação entre ele e os níveis taxiconômicos.

2.6.1.2 Classificação e Finalidade da Avaliação

Segundo a sua finalidade a avaliação pode ser classificada como, Avaliação Diagnóstica, Avaliação Formativa e Avaliação Somativa.

- **Avaliação Diagnóstica:** é aquela realizada antes do início do ciclo educativo e tem como alvo a obtenção de dados necessários para valorar as características pré-existentes no estudante. Os instrumentos mais indicados são provas objetivas. Ações relacionadas a esta modalidade de avaliação: explorar, verificar atitudes, averiguar expectativas.
- **Avaliação Formativa:** executada quando se deseja saber se os objetivos de aprendizagem estão sendo alcançados a fim de se efetuar ações de melhoria no processo. Os principais instrumentos são os exercícios, avaliações práticas e os registros de desempenho. Essa categoria de avaliação busca dispor de evidências contínuas que possibilitem ajustar, regular, orientar e corrigir o processo de aprendizagem educativo, melhorá-lo e obter maiores possibilidades de aprendizado. Além disso, ela é retroalimentável, ou seja, ao detectar dificuldades permite os ajustes necessários em tempo hábil.
- **Avaliação Somativa:** se fala de Avaliação somativa quando se tem o objetivo de julgar o aprendizado com o fim de classificação ou promoção, prestar contas do aprendizado que se alcançou certificar o nível de competência do aluno e finalmente fazer o relato ou a comunicação dos resultados. Nesta modalidade a ênfase é a medida, a pontuação, a mensuração.

Percebe-se que na realidade o processo avaliativo sempre deve ter um foco claro e objetivo a fim de se alcançar a meta da avaliação que é o de poder interpretar os dados dela advindos. Observa-se também que nenhuma modalidade aqui citada deva ser utilizada como uma única fonte de obtenção de dados desse processo, pelo contrário, cada uma exerce sua importância e possui seu lugar.

O processo avaliativo possui demandas e implicados que extrapolam os ambientes de aprendizagem como simplesmente estamos acostumados a relacionar com esse processo. Segundo Luckesi (2008), percebe-se que a sala de aula é o que nela ocorre interessa a toda a sociedade. As políticas medíocres e projetos mirabolantes que centram sua ênfase e recursos em programas que visam apenas alcançar valores estatísticos e sistemas de avaliação focados somente na classificação e promoção do aluno (avaliação somativa) não têm demonstrado eficiência quando confrontados com as enormes necessidades educacionais existentes. A avaliação deve, sim, levar toda a sociedade a uma reflexão. Por exemplo, os políticos devem ser informados se suas políticas voltadas à educação estão sendo eficientes. Os diretores e coordenadores devem saber se as metas de seus projetos educacionais têm sido alcançadas e o que fazer para melhorá-las. Os técnicos (pedagogos, orientadores e professores) devem visualizar a efetividade do trabalho realizado. Os alunos devem se perguntar, esse programa tem me auxiliado a alcançar meus objetivos?

Aprendizagem, rendimento e medição aliados a modelos e técnicas diagnósticas formativas e somativas possuem o potencial para responder a todo esse questionamento.

O que se tem observado no estudo das modalidades de avaliação é uma tendência rotineira na hora de avaliar, com uma forte tendência à avaliação somativa ou classificadora. É necessário empreender a melhoria dos instrumentos, das técnicas, do foco e dos critérios. Não se deve centrar a avaliação somente nos erros, mas devem-se enfatizar também os acertos. Assim cria-se um ambiente de aprendizagem de mútua confiança, usando a avaliação como um poderoso e eficaz instrumento de demonstração das competências alcançadas e significativas para a vida tanto do docente quanto do aluno.

2.1.7 Diagnóstico dos Resultados Obtidos

Para que se obtenha uma resposta satisfatória aos modelos de avaliação existentes se faz necessário fixar a atenção na forma em que se realiza a seleção das informações. Coletar e eleger dados para a avaliação demanda uma reflexão antecipada a respeito dos instrumentos que sejam mais adequados. Para isso eles devem preencher alguns requisitos:

- Ser diversificados;
- Propiciar informação concreta a respeito daquilo que se almeja;
- Empregar diferentes códigos de maneira que se adéquem aos estilos de aprendizagem do aluno e ao modelo de ensino empregado;
- Poder ser aplicado a situações habituais da atividade escolar;

Segundo Luckesi (2008), os instrumentos usados para a realização de atividades de avaliação da aprendizagem devem possuir características tais como:

- Observação direta – listas de presença, escala de apresentação e entrega de trabalhos, entrega de exercícios, participação em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA);
- Apreciação da produção dos alunos – relatórios de visitas, atas de reuniões, resumos, trabalhos, exercícios dirigidos, testes parciais, redações, provas orais, provas finais.

Ainda segundo Luckesi (2008) existem técnicas para a obtenção de dados sobre os conhecimentos adquiridos. Podem-se citar as seguintes:

- Técnicas para avaliar condutas. Possuem um sentido muito amplo, ou seja, abarca tudo o que o aluno faz, habilidades, práticas laboratoriais, esporte, atitudes que se manifestam no comportamento. São ferramentas úteis para tal objetivo as guias de observação e as escalas de valoração.

- Técnicas de observação de atitudes. Geralmente relacionados com objetivos de domínio afetivo como, interesse, sentimentos de satisfação e adaptação e valores. São ferramentas úteis os registros narrativos e os descritivos.
- Técnicas de análise direta. É feita uma análise partindo-se diretamente do dado ou informação obtida.
- Técnica de triangulação. A ênfase desta técnica é validar a informação por meio de diversas fontes e métodos.

2.2 TEORIA FUZZY

Segundo Zadeh (1965) na medida em que a complexidade vai aumentando, a capacidade de precisar (fazer indicações precisas e significativas) diminui, até que se alcance um limite em que exatidão e relevância se tornam características reciprocamente exclusivas. Pode-se também afirmar que somente em uma contextualização simplificada a informação precisa pode ter relevância. Por exemplo, uma pessoa ao ser perguntada por sua idade não irá dizer, tenho 43 anos, um mês e oito dias de idade, basta que ela diga, minha idade é 43 anos, ou seja, aumentando-se o grau de complexidade (precisão) da declaração não se aumenta a relevância de tal informação. Assim, a certeza de que uma proposição seja verdadeira diminui com qualquer acréscimo em sua precisão.

Refletindo sobre essas questões, L. A. Zadeh, no ano de 1965, introduziu os conceitos da teoria fuzzy, como uma teoria que buscava a representação dessa vaguidade e imprecisão das expressões humanas de linguagem natural. Em outras palavras, a teoria fuzzy oferece as bases para o raciocínio aproximado que dispõe de conceitos imprecisos como ferramenta para modelar o conhecimento.

No conceito de conjunto fuzzy se sustenta que os principais elementos do pensamento humano não são os números e sim etiquetas linguísticas.

Nos conjuntos clássicos também denominados de conjuntos *crisp* a representação de pertinência ou não está relacionada a valores como 0 ou 1 para representá-las.

$$f_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se e somente se } x \in A \\ 0 & \text{se e somente se } x \notin A \end{cases}$$

Já no conjunto fuzzy existe uma função chamada de função de pertinência que indica o grau de pertinência de um determinado elemento a um conjunto em questão. Ou seja, enquanto nos conjuntos clássicos os elementos pertencem ou não pertencem ao conjunto, no conjunto fuzzy o elemento pertencerá ao conjunto com um grau de pertinência que pode variar no intervalo $[0,1]$, com o valor da função $f_A(x)$ representando o grau de pertinência de x em A , ao contrário de um conjunto clássico que poderia assumir somente dois valores 0 ou 1, ou seja, 1 caso x pertença ou 0 caso x não pertença a A .

A função de pertinência é definida por $\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$ e possui pares ordenados que a representam: $A = \{\mu_A(x)/x \mid x \in X\}$, onde $\mu_A(x)$ mostra o grau de confiança de que uma determinada etiqueta linguística se aplique a um elemento particular de um conjunto fuzzy, ou seja o quanto x é compatível com o conjunto A .

Apesar das funções de pertinência poderem adquirir diversas formas, na literatura existe uma tendência a se trabalhar com funções de pertinência que se tornaram padrão, são elas as Funções Gaussianas, as Triangulares e as Trapezoidais.

2.2.1 Variáveis Linguísticas

Segundo Zadeh (Zadeh, 1973), variáveis linguísticas são aquelas em que os valores são sentenças de uma linguagem natural, ou seja, cada palavra x em uma linguagem natural L pode ser vista como uma descrição sumarizada de um subconjunto fuzzy $M(x)$ de um universo de discurso U , com $M(x)$ representando o significado de x . Neste sentido, a linguagem como um todo pode ser vista como um sistema pela atribuição de etiquetas atômicas e compostas (isto é, palavras, frases, e sentenças) para os subconjuntos fuzzy de U . Já segundo Lee (Lee, 1990) variável linguística está caracterizada por meio de uma quintupla: $(x, T(x), U, G, M)$, onde x é o nome da variável, $T(x)$ é o conjunto de rótulos (nomes) atribuídos à variável x , U é o universo de discurso, G é a regra sintática para geração dos nomes dos valores de x , M é a regra semântica para associação de cada valor com o referente significado.

Em outras palavras, variável linguística é um tipo de variável onde os valores são na realidade nomes de conjuntos nebulosos. Por exemplo, o desempenho de um aluno obtido em uma prova final pode ser a variável *vtarefa* que assume valores insuficiente, bom e muito_bom. Tais valores são apresentados por meio de conjuntos fuzzy e podem ser representados por funções de pertinência como se pode observar na figura 3:

Figura 3 – Funções de pertinência para a variável *vtarefa*

Exemplificando o conceito de variável linguística como uma quintupla ter-se-ia:

X: *vtarefa*

T(x): {*insuficiente, bom, muito_bom*}

U: nota de 0 a 10

G: *vtarefa não insuficiente e bom*, como exemplo

M: relaciona o valor a um conjunto fuzzy de quem a função de pertinência expressa seu resultado.

2.2.2 Conjuntos Fuzzy

Com a incorporação do conceito de “grau de veracidade” ou “grau de verdade”, a teoria dos conjuntos fuzzy é na realidade uma extensão da teoria tradicional dos conjuntos.

Os conjuntos são classificados por rótulos qualitativos (utilizando termos linguísticos, tais como: *insuficiente*, *regular*, *bom*, *muito bom*, etc. e as informações destes conjuntos são caracterizadas pela variação do grau de pertinência (estimação que indica a medida em que um elemento pertence a um determinado conjunto). Por exemplo, um aluno que alcança a nota 9.0 em um teste pertence ao conjunto “*muitobom*”, já que $\mu_{\text{muitobom}}(9.0) = 1$, $\mu_{\text{bom}}(9.0) = 0.0$ e $\mu_{\text{insuficiente}}(9.0) = 0.0$. Mas se sua nota for 7.5 o aluno embora tenha alcançado uma nota razoável ela não apresenta uma total pertinência ao conjunto muito bom, pois $\mu_{\text{muitobom}}(7.5) = 0.8$, $\mu_{\text{bom}}(7.5) = 0.2$ e $\mu_{\text{insuficiente}}(7.5) = 0.0$.

Para compreender o que significa $\mu_{\text{muitobom}}(7.5) = 0.8$, podemos afirmar que o valor 0.8, neste exemplo, representa o grau com que a nota 7.5 pertence ao conjunto “*muitobom*” e expressa a extensão com que essa nota se enquadra na grupo representado por “*muitobom*”.

A função de pertinência triangular do conjunto “*muitobom*” pode ser concebida por meio da equação representada na figura 4.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x < 5 \\ \frac{x}{4} - \frac{5}{4} & \text{para } 5 \leq x < 9 \\ 1 & \text{para } 9 \leq x \leq 10 \\ 0 & \text{para } x > 10 \end{cases}$$

Figura 4 – Função de Pertinência para o conjunto “*muitobom*”

Uma das dificuldades da teoria clássica dos conjuntos é que não existe uma opção para um valor verdade além do par {*Verdadeiro*, *Falso*}. Mas, ao se lidar com dificuldades do universo real, entretanto, verifica-se que a informação disponível não é em absoluto somente verdadeira ou falsa, ao contrário, ela, muitas vezes, se

apresenta de maneira incerta e vaga apresentando padrões que podem ser definidos com expressões tais como: *insuficiente, bom, muito bom, regular*, ou seja, verdadeiros ou falsos, mas com certa possibilidade.

2.2.3 Base de Regras

Segundo Aguiar (1999), a base de regras abarca o conhecimento especialista. E estão compostas por fatos, regras, conceitos e relações. O sistema de inferências é o processador do conhecimento, que é estabelecido em consenso com a forma de como o especialista pensa. Por esta razão pode ser considerada o centro de um sistema que utiliza a teoria fuzzy.

Baseado em uma condição generalizada da regra afirmativa (*modus ponens*), expressas no formato “**se....então...**” e são denominadas de proposições fuzzy, e adotam a seguinte forma: “**se** valor_teste é muito_bom, **então** aprendizagem é alta”, onde “muito_bom” e “alta” são valores linguísticos definidos. Outro exemplo de uma regra é: “**se** teste é muito_bom **e** chat é insuficiente **e** forum é insuficiente **e** tarefa é insuficiente **então** aprendizagem é regular”.

Então, resumindo, base de regras é fornecida por meio de especialistas em formato de sentenças linguísticas e elas também podem ser baseadas em ações de controle de operadores, em função da observação dos dados de entrada-saída.

2.2.4 Sistemas de Inferência Nebulosa

O ponto crucial da teoria fuzzy é mapear um espaço de entrada para um espaço de saída, e os principal mecanismo para fazer isto é uma lista de declarações do tipo “**se....então...**” chamada regras. Todas estas regras são avaliadas em paralelo, e a ordem das regras é importante. As regras em si são úteis porque se referem às variáveis e aos adjetivos que descrevem essas variáveis. Antes que se possa construir um sistema que interprete as regras, é necessário definir todos os termos que se planeja usar e adjetivos que os descrevem. Para se afirmar que a nota do aluno é insuficiente, é preciso que seja definido o intervalo em que a afirmação

“insuficiente” pode afetar essa nota e qual a sua variação mostrando assim o que se quer dizer com a palavra “insuficiente”.

Para melhor compreensão de um sistema que utilize a teoria fuzzy, é demonstrado na figura 5 os principais componentes de um sistema de inferência fuzzy, onde são especificadas as funções de cada elemento.

Figura 5 – Sistema fuzzy

No sistema de inferência fuzzy as entradas derivam de medições, avaliações, testes, percepções observadas em um conjunto de dados. Em seguida e consequente a isso se faz um mapeamento das informações precisas para os conjuntos nebulosos que sejam relevantes, etapa essa denominada de fuzzificação, onde são ativadas as regras que sejam relevantes e inerentes a uma dada circunstância.

Após o processo de inferência já na etapa de defuzzificação é executada uma interpretação de tal informação. Apesar de existirem muitos métodos de defuzzificação os mais utilizados são o centro de área e a média dos máximos.

A forma de defuzzificação baseada no centro de área é aquela onde é gerado o centro de área da distribuição de uma ação de controle, ou seja, a aquisição do

valor *crisp* por meio da aplicação do método de inferência através do centro da área determinada pela distribuição de possibilidades das várias ações locais de controle.

No caso do universo discreto, a ação de controle pode ser expressa como:

$$U = u', \int_{Min}^{u'} \mu(u) du = \int_{u'}^{Max} \mu(u) du$$

Onde:

U : resultado da defuzificação;

u : variável de saída;

Min : limite inferior para defuzificação;

Max : limite superior para defuzificação;

O motor de inferências é o centro do sistema nebuloso, e congrega toda a lógica de inferência fuzzy do sistema.

Segundo Lee (LEE, 1990) os principais parâmetros de projeto para um sistema de inferência fuzzy são os seguintes:

- 1- Estratégias de fuzificação e a interpretação de um operador de fuzificação;
- 2- Definição dos dados de entrada:
 - a) Discretização do universo de discurso: definir o universo, definir as variáveis linguísticas e correspondência a valores do universo;
 - b) Escolha do tipo de função de pertinência para cada valor de cada variável linguística;
 - c) Partição fuzzy dos espaços de entrada e saída: definir as funções de pertinência dos conjuntos fuzzy para cada variável linguística;
 - c) Verificar completeza dos conjuntos fuzzy: garantir que a soma dos graus de pertinência de uma variável linguística sejam 1.

completeza;

- 3- Definição da base de regras:

- a) Escolha das variáveis de entrada e das variáveis de saída de regras de controle fuzzy.

- b) Escolha dos tipos de regras de controle fuzzy.
- c) Geração e derivação das regras de controle fuzzy.
- d) Verificação de consistência, interatividade, completeza das regras de controle fuzzy.

4- Definição da lógica de tomada de decisão:

- a) Definição de uma implicação fuzzy.
- b) Interpretação do conectivo de sentenças “and”.
- c) Mecanismo de inferência.

5- Definição de estratégias de defuzzificação e realizar a interpretação de um defuzzificador.

O que se deve destacar como um fator preponderante para a aplicação dos conceitos da teoria fuzzy é que ela é bem apropriada nos casos onde o modelo analítico é muito difícil de avaliar (por exemplo, múltiplas entradas de vários sistemas de produção) ou quando o modelo é muito complicado para ser avaliado em tempo real. Mas a principal e mais importante característica do controle realizado com a teoria fuzzy é que a experiência humana de especialistas pode ser incorporada de uma forma direta possibilitando a geração de saídas moldadas e adaptadas às necessidades propostas para serem solucionadas pelos mais diversos sistemas.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

O Modelo Presencial Mediado por Tecnologia é um modelo que deve ser categorizado como uma combinação de vários ingredientes tanto evidentes no ensino presencial quanto no ensino a distância. Existe uma denominação muito atual que define tal modelo, *blended learning* (GRAHAM, 2005) ou cursos híbridos, mas quando se analisa este modelo percebe-se que, ainda assim, o modelo presencial mediado possui características próprias, não se conformando totalmente a essa nova denominação.

Combinar atividades de aprendizagem presenciais e a distância lançando mão de recursos didáticos e pedagógicos inerentes a cada modelo parece enriquecer o ambiente de aprendizagem. Outra consequência desses cursos híbridos é que todas as atividades desenvolvidas posicionam-se em espectros contínuos no espaço (virtual/real), no tempo (síncrono/assíncrono) e na interatividade (passivo/interativo).

Toda essa revolução de estratégias e novos modelos trazem consigo uma antiga preocupação, como pensar nos aspectos avaliativos em situações, às vezes, tão antagônicas? Não se pode esquecer que o antigo modelo de avaliação puramente somativo, classificatório e quantitativo já não supre as atuais exigências das novas metodologias do ensino. No paradigma atual, o aluno é o sujeito principal do processo de aprendizagem sendo-lhe assegurado o direito a uma avaliação cada vez mais formativa.

Segundo Borba e Penteado (2001) a avaliação mediada por mídias eletrônicas, pode ser entendida como uma extensão da memória, pois permite desafios na maneira de pensar, na simulação e na experimentação envolvendo escrita, oralidade e comunicação instantânea.

Em tais ambientes eletrônicos onde é possível realizar a avaliação da aprendizagem se faz o uso de agentes que possuem o poder de captura de dados de interação em atividades como, fóruns, *chats*, quiz, etc.

Pode-se citar dentre os principais ambientes e ferramentas de avaliação eletrônica: Aulanet, AvalWeb, A.tutor, Classnet, Cyberg, HotPotatoes, Moodle, Question Mark,

Tidia-ae, Topclass (OTSUKA, 2000; TUCKER, 1995; GOLDBERG *et al*, 1997; BRUSILOVSKY, 1997; RODRIGUES 2002; LITTO, 2009).

Baseado em estudos de vários autores (MORGAN, 1999; TAROUÇO, 1999; PLUGGE, 2001; SILVA, 2001) sintetizaram, como observado na tabela 4, os ambientes e ferramentas de avaliação eletrônica com suas principais características avaliativas.

Tabela 4 – Comparação modelos de avaliação em ferramentas EAD.

Ambiente Mecanismo		Aulanet	Blackboard	Carnegie	ClassNet	CyberQ	Docent	E-college	EduSystem	Embanet	FirstClass	IntraLearn	LearnLink	LearnSpace	Serf	TopClass	Virtual-U	Web Course	WebCT	TIDIA-ae
Acompanhame	Rastreamento		X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X
	Redirecionamento por teste								X	X		X				X			X	X
	Registros de <i>chats</i>				X														X	X
	Registros de listas	X			X														X	X
Avaliação	Análise de texto					X														
	Auto-avaliação		X					X				X				X			X	X
	Reuso de questões	X	X																	X
	Testes temporizados		X						X			X				X			X	
	Testes personalizados		X	X																X
	Testes via web	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
	Testes adaptáveis		X			X						X				X			X	X
	Trabalhos via web	X		X	X				X		X				X				X	X

Fonte: Silva, 2001 (Adaptação).

Na simples visualização destas tabelas percebe-se o vazio de funcionalidades voltadas tanto ao acompanhamento discente quanto a sua avaliação. A busca pelo preenchimento dessa lacuna deve basear-se em uma avaliação mais rica em informação possibilitando maior monitoração, apoio a aprendizagem e principalmente dar um caráter formativo à avaliação.

Outro fator importante é evitar que o processo de avaliação seja resumido a um *checklist* ou a um conjunto de avaliações de caráter meramente quantitativo. O ideal é obter o maior número de informações que possam espelhar o verdadeiro estado do nível de aprendizado, onde seja dada prioridade às interações e a todo tipo de colaboração.

Os atuais ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) vêm apresentando cada vez mais o uso de técnicas de inteligência artificial por meio de agentes que realizam essa monitoração de atividades de aprendizagem, sejam elas síncronas ou assíncronas.

Na atualidade, no cenário do ensino à distância existem três AVAs que vem desempenhando um papel importante, pois possibilitam a realização de uma integração de variadas mídias e recursos, são eles o Teleduc, o Moodle e o Tidia. Sendo que o Teleduc e TIDIA-ae só são utilizados no Brasil e o Tidia-ae tem por base o Sakai (ZAINA, 2006). Franciscato (2008), apresenta uma comparação entre as ferramentas desses três sistemas conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5 – Comparação de ferramentas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

	Agenda	Avaliações	Atividades	Material de Apoio	Enquetes	Mural	Correio	Grupos	Forum	Chat	Perfil	Relatórios	Notas	Livro	Glossário	Blog	Comunicador Instantâneo	Usuário	Wiki	Ajuda
Moodle	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Teleduc	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X		X
TIDIA-ae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X

Fonte: Franciscato, 2008.

Existem muitos trabalhos e estudos relativos às interações realizadas em ambientes virtuais de aprendizagem. Alguns não fazem distinção entre interação e participação criando a presunção de que toda participação é uma interação, ressaltando aspectos quantitativos e os sobrepondo sobre os qualitativos.

Henri (1991) elaborou um novo modelo que analisa habilidades cognitivas usadas em temas discutidos como sendo: participativa, social, interativa e meta cognitiva. Por meio dessa categorização a pesquisadora sugere um modelo que verifica a existência ou não da aprendizagem, mesmo sem apresentar algo que mensure o nível dessa aprendizagem.

Já, Mason (1991) cria um modelo que categoriza seis tipos de intervenções. Uso da experiência pessoal nos temas propostos, referenciar fontes complementares às do curso, comentar opiniões de colegas ou tutores, introduzir novos temas a serem

debatidos, proposta de questões ao grupo e finalmente os próprios tutores mediando os debates.

Webb, Newman e Cochrane (WEBB, 1995) criaram um modelo que analisa o conteúdo de fóruns com base na seguinte categorização: relevância, inovação, utilização de fontes externas, ambiguidades, associação de idéias, entre outras.

O que se sente falta nesses estudos é a ausência de especificação quando o assunto é o que realmente deve ser levado em consideração na hora de avaliar esse conjunto de interações qualificando a participação do discente. Existe ou existirá um referencial que possa ser levado em conta?

Baseado no princípio da individualização da aprendizagem, a proposta desse trabalho é deixar essa mensuração a cargo de um professor capacitado a entender, baseado nos objetivos propostos, qual a qualidade de cada interação realizada pelo aluno. Expressar essa categorização emitindo um juízo de valor que reflita o ato interativo do aluno em cada atividade de aprendizagem realizada no ambiente virtual será tarefa docente, mais especificamente neste trabalho, docentes, pois no modelo de ensino presencial mediado existe a figura do professor titular que, na realidade, são três professores capacitados que ministram as aulas e elaboram tanto os objetivos quanto são os que ministram as aulas em tempo real via satélite.

No que se refere à avaliação e ao uso da informática como instrumento de apoio ao acompanhamento de alunos existem alguns artigos que expressam de maneira sucinta o tema. Foram selecionados dentre eles alguns que pudessem trazer luz à compreensão do estado e as pesquisas que vem se desenvolvendo.

- O primeiro se intitula “Informática e Avaliação na Educação a Distância na UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul): Um Panorama de 1998 a 2008” dos seguintes autores, Luís Fernando Maximo, Dante Augusto Couto Barone e Marie Jane Soares de Carvalho (MAXIMO, 2008). Ele é, na realidade, um resumo de várias pesquisas onde o tema avaliação e informática estão relacionados ao ensino a distância. Todos os trabalhos relacionados no artigo têm a UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) como alvo, ou seja, todos foram desenvolvidos por pesquisadores ou alunos desta universidade. Após a coletânea do material escolhido foi montada uma tabela que está estruturada da seguinte forma:

Título	Ano	Autores Utilizados	Enfoque Avaliativo	Enfoque do Trabalho
--------	-----	--------------------	--------------------	---------------------

As colunas Título e Anos fazem referência ao tema e a data do desenvolvimento da pesquisa. Na coluna “Autores Utilizados” são apresentados os nomes daqueles autores que foram os mais utilizados na referência às questões avaliativas. Dentre eles se destacam de forma evidente autores consagrados como, Benjamin S. Bloom (BLOOM, 1983), Cipriano C. Luckesi (LUCKESI, 2008), Charles Hadji (HADJI, 2001), Jussara Hoffman (HOFFMANN, 2003), Philippe Perrenoud (PERRENOUD, 1999). Também foi constatado no item Enfoque Avaliativo que visa classificar a avaliação quanto aos seus objetivos, que a avaliação formativa foi a mais utilizada. No item Enfoque do Trabalho percebeu-se uma acentuada ênfase em trabalhos e pesquisas relacionados a formas e maneiras de rastreamento da aprendizagem, com destaque a agentes inteligentes e tecnologias adaptativas.

- O segundo artigo possui o tema “Um Sistema de Avaliação em EAD Baseado em teoria fuzzy”, cujos autores são Marcelo N. Faria, Gabriel R. Oliveira Malva, Fabiano A. Dorça, Robson S. Lopes, Márcia A. Fernandes (FERNANDES, 2005) e Carlos R. Lopes (FARIA, 2008), da Faculdade de Computação – Universidade Federal de Uberlândia. Seu foco é o acompanhamento de estudantes no contexto do ensino a distância. Está dividido em dois tipos de alvo avaliativo, ou seja, avalia conteúdos e o comportamento dos estudantes, fornecendo elementos para expressar de maneira numérica juízos de valor imprecisos como, ruim, bom, ótimo. É baseado em uma plataforma multiagente, que leva em consideração as ações dos diferentes agentes a fim de obter dados necessários e suficientes ao sistema avaliativo.
- O terceiro se intitula “Ferramenta Fuzzy para Acompanhamento do Desempenho dos Alunos nos Cursos a Distância”. De autoria de José Augusto Fabri e Marília Gabriela de Souza Fabri (FABRI, 2002). Também utilizando teoria fuzzy, este trabalho enfatiza a emissão de um juízo de valor para determinar se o aluno está, ou não, apto a passar de módulo no curso em questão. A ferramenta possui quatro módulos: Interface de Elaboração de

Provas, Interface para Avaliação do Estudante, Banco de Provas e Processador de Desempenho Fuzzy.

- O quarto artigo é intitulado “*Learning Achievement Evaluation Strategy Using Fuzzy Membership Function*” cujos autores são, Sunghyun Weon e Jinil Kim da *Catholic University of Pusan, School of Information Engineering, Pusan, Korea*. (WEON, 2001). Neste artigo, os autores propõem uma nova estratégia para a avaliação da aprendizagem. Eles denominam esta proposta de avaliação fuzzy. Eles atribuem variáveis linguísticas a cada pergunta segundo sua relevância, complexidade e dificuldade utilizando funções de pertinência fuzzy. Então, realizam a avaliação utilizando uma pontuação que é dependente do grau de adesão dos fatores de incerteza em cada uma das questões. Além disso, também consideram que o tempo consumido para resolver a questão.
- O quinto artigo é intitulado “*Implementation and performance evaluation using the fuzzy network balanced scorecard*” cujo autor é Ming-Lang Tseng (TSENG, 2010) do departamento de negócios e inovação da Universidade de MingDao, Taiwan. Esse trabalho propõe através do *balanced scorecard* (BSC) que é um conceito de multi-critérios onde são destacadas a importância da medição do desempenho. Para isso é proposta uma abordagem híbrida onde aspectos da interatividade é medida por um processo de análise de rede (ANP), e a teoria dos conjuntos fuzzy é usado para avaliar a incerteza.
- O sexto artigo é intitulado “*Application of Fuzzy Clustering Analysis in Education Management*” cujo autor é Zhao Yong-Xia (ZHAO, 2009) e relata uma proposta que especifica uma avaliação da qualidade dos estudantes utilizando a teoria fuzzy, mais especificamente o método de *Fuzzy Clustering* alegando que esse método de classificação do estudante ofereceu a melhor performance para avaliar a qualidade dos alunos.
- O sétimo é intitulado “*A fuzzy system for evaluating students' learning achievement*” cujo autores Ibrahim Saleh e Seong-in Kim do Departamento de Sistemas Industriais e Engenharia da Informação da Korea University. (SALEH, 2009). O foco deste trabalho é a proposta de um método para a

avaliação de *answerscripts* alunos através de um sistema fuzzy. O sistema sugerido emprega fuzificação, inferência fuzzy, e defuzificação levando em consideração variáveis linguística como, a dificuldade, a importância e a complexidade das questões. A transparência, objetividade e fácil implementação do sistema fuzzy proposto fornecem uma maneira útil para se realizar a avaliação automaticamente demonstrando o desempenho dos alunos de uma forma mais razoável e mais justa.

- O oitavo trabalho é intitulado “*Evaluating student’s learning progress by using fuzzy inference system*” (GOODARZI, 2009) cujos autores são Mahdi Hassani Goodarzi e Akran Amiri dos departamentos de Engenharia da Computação e Tecnologias Educacionais da Universidade de Azad Islamic - South Tehran, Iram. Este trabalho apresenta uma proposta de um sistema que busca a eficácia para avaliação do progresso de aprendizagem de alunos. No sistema proposto, as variáveis linguísticas estão caracterizadas como dificuldade, importância e complexidade da disciplina. É realizado o processo de fuzificação, inferência fuzzy e defuzificação. As principais características do sistema é sua simplicidade, transparência e facilidade de implementação, e apresenta uma solução inédita para a avaliação de alunos e seu progresso de aprendizagem.

A avaliação do desenvolvimento da aprendizagem de alunos tem se demonstrado uma área fértil para o desenvolvimento de pesquisa. O conhecimento do nível de aprendizagem, principalmente se a proposta avaliativa for uma avaliação formativa demonstra-se uma ferramenta poderosa na correção de desvios que se não forem ajustados podem trazer problemas para o desenvolvimento sadio e crescente do aprendizado do aluno. A proposta da ferramenta AVATads possui muito em comum a algumas ferramentas encontradas em trabalhos relacionados, mas o que o diferencia são os aspectos particulares do modelo presencial mediado por tecnologia.

4 O ENSINO PRESENCIAL MEDIADO POR TECNOLOGIA

O estado do Amazonas como parte da Amazônia territorial brasileira já nasceu com características e desafios próprios, sendo palco do encontro de civilizações completamente distintas e consequente diversidade cultural, natureza exuberante repleta de riquezas, e o extenso território para ser ocupado de maneira responsável.

A busca por políticas públicas que supram e provejam condições de melhoria da qualidade de vida desse povo amazônida tem encontrado eficácia em um programa de educação continuada conhecido como Ensino Presencial Mediado por Tecnologia.

Segundo Ramos (2008), o começo se deu por meio do Proformar (Programa de Formação e Valorização de Profissionais da Educação), uma proposta que surgiu como programa de capacitação de professores do interior desenvolvido pela UEA (Universidade do Estado do Amazonas). Iniciou-se oficialmente no ano de 2001 com a prova de vestibular realizada em todos os municípios do interior do Amazonas.

O objetivo principal desse programa foi o de suprir uma necessidade premente da Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino (Seduc), que era a de satisfazer as exigências legais da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) que estabelecia a qualificação mínima de professores realizada em curso superior tanto para o ensino fundamental como do ensino médio. Inicialmente foi solicitada à Universidade do Estado do Amazonas (UEA) a criação de uma estrutura de ensino que pudesse dar formação superior de qualidade a 1.729 professores do ensino fundamental de Manaus e 3.223 vagas para professores do interior, ou seja, 35 turmas na capital e 108 turmas no interior do estado, isso em 45 municípios sendo que cada turma possuía 50 alunos.

A fim de atender as necessidades da Secretaria de Estado de Educação era necessária, primeiramente, a superação de alguns obstáculos:

- Distribuição geográfica dos alunos era irregular e desigual entre os municípios do interior, isso tornava irrealizável a constituição de pelo menos uma turma em cada um deles;

- Haveria a exclusão de 17 municípios dos 62 que o estado possui, pois só seriam atendidos 44 municípios do interior e a capital;
- Alguns municípios ofereciam logística complicada de acesso para meios de transporte convencionais exigindo elevados custos de transporte;
- Escassos recursos humanos com formação docente apropriada para suprir as necessidades do projeto;
- E finalmente, o custo, que devido a todos esses percalços, naquela época, girava em torno dos 71 milhões de reais.

Ainda segundo Ramos (2008), a procura de solução a tais obstáculos trouxe ao conhecimento da UEA outras experiências pedagógicas que poderiam ser mais adequadas às necessidades apresentadas. Buscou-se auxílio junto à Fundação Getúlio Vargas (FGV), que juntamente com a equipe do Proformar analisaram uma gama de experiências nacionais tanto de ensino presencial quanto à distância. Finalmente o modelo escolhido foi o presencial mediado por tecnologia, especificamente a plataforma tecnológica designada à educação mediada por televisão. Após adaptado às condições regionais percebeu-se seu potencial, principalmente no quesito custo que foi reduzido de 71 milhões para 52 milhões de reais, uma redução de quase 20 milhões de reais em relação à proposta original.

O ensino presencial mediado apresenta algumas vantagens quando é comparado ao ensino à distância convencional, por exemplo, no ensino à distância convencional o contato entre aluno e a instituição geradora dos conteúdos ocorre de maneira esporádica se restringindo, muitas vezes, ao momento de avaliação. Já no presencial mediado por tecnologia existe a obrigatoriedade da presença do aluno em uma sala de aula convencional em lugar e hora previstos, onde se dá, via televisão, o contato com os professores titulares das diversas disciplinas ministradas e acompanhamento dos professores assistentes em cada sala de aula fazendo provisão aos momentos de acompanhamento tutorial das atividades.

Outro fator de melhoria em relação à proposta original é que nela não estariam incluídos todos os municípios do estado, apenas 45 dos 62, mas com o novo modelo todos os rincões do estado, ou seja, cada município poderia ser atingido por meio dessa proposta cumprindo assim as metas da LDB. Algumas das vantagens desse modelo:

- Inclusão de todos os municípios;
- Logística facilitada, pois evita a remoção de professores titulares para todas as localidades;
- Ações acadêmicas e pedagógicas centralizadas;
- Roteirização dos conteúdos e transmissão *on-line* das aulas, possibilitando a gravação e envio das mesmas para os núcleos do interior;
- Livro-texto de cada disciplina ofertado a cada um dos alunos;
- Suporte tecnológico às aulas por meio de acesso à internet, computador, televisão, *cd player*, telefone e fax. Tudo isso em cada uma das salas de aula.
- Biblioteca virtual e convencional e apoio de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

4.1 A ESTRUTURA DOS CURSOS

Para alcançar os objetivos propostos pelo projeto foi implantada uma plataforma tecnológica que fosse capaz de atender às demandas do modelo. Cada sala de aula foi provida de uma TV de 38 polegadas, inicialmente foram utilizados vídeo cassetes para gravação das aulas, um microcomputador com acesso à internet, um telefone que também era fax ligado a uma central de atendimento por meio de chamadas 0800, uma impressora e uma antena parabólica.

Também foi criada uma Central para Produção e Edição que era composta de:

- Estúdio de TV que possibilitava a transmissão das aulas a todo o estado, com recursos didáticos e pedagógicos como: documentários, filmes e animações;
- Central de Atendimento que atendia aos alunos e professores assistentes.

Esse modelo apresenta uma característica peculiar em relação ao corpo docente, cada disciplina possui três professores titulares que são os responsáveis por elaborar o livro didático da disciplina, roteirizar os conteúdos em apresentações sucintas e coerentes e ainda, são os responsáveis por todo o processo avaliativo dos conteúdos por eles ministrados. Além disso, cada sala de aula possui um

professor assistente que está a cargo de acompanhar, organizar, tutorar e monitorar as dinâmicas locais em cada sala de aula dos municípios do interior, sempre funcionando como apoio das aulas ministradas pelos professores titulares.

Segundo Ramos (2008), o arcabouço funcional do modelo presencial mediado por tecnologia é composto de quatro segmentos: equipamentos, equipe técnica, corpo docente e corpo discente.

O projeto faz uso de um satélite chamado Intelsat 805, geoestacionário na zona equatorial. Em tal satélite a Universidade do Estado do Amazonas ocupa um *transponder* com capacidade de meio megabit por segundo digital, na banda C. A emissão é feita por meio de antenas parabólicas da Embratel ao satélite e esse realiza a retransmissão a 64 pontos de recepção distribuídos nos 62 municípios do estado. O custo pelo uso exclusivo do *transponder* durante as 24 horas do dia acarreta um custo de R\$ 65.000,00 mensais pagos à empresa Embratel. Este satélite apresenta o inconveniente de não permitir o tráfego de dados simultaneamente ao envio do sinal de TV.

Outro inconveniente é a possibilidade de alguma localidade ficar sem receber o sinal, isso ocorre na época de intensas chuvas na região, provocando muitos ruídos nas transmissões.

4.2 ASPECTOS QUE DISTINGUEM O MODELO PRESENCIAL MEDIADO

A mescla do ensino presencial e o ensino à distância deu origem ao modelo semipresencial, que se caracteriza por utilizar tanto técnicas presenciais quanto à distância em proporções que variam de acordo aos objetivos do curso. No caso brasileiro, pode ser ainda o ensino à distância complementar ao presencial.

Já o foco do ensino presencial é a organização física, centrado na figura do professor que é o supridor dos conteúdos, condutor das práticas e de todo o processo de ensino e aprendizagem, que tem seu cenário na sala de aula.

O modelo presencial mediado por TV possui também uma estrutura física, sala de aula e corpo técnico, mas o que o diferencia é que existem profissionais com habilidades que não existem nos outros modelos. Por exemplo, o arranjo do corpo docente é diferente em sua composição, em suas atribuições e na maneira que é realizada a interatividade. A autoridade do docente sobre os conteúdos e o controle

de sala de aula se dá por outras intercessões que não são comuns somente à comunicação cara a cara, mas, também por meio, de outros instrumentos tecnológicos. Aulas transmitidas via satélite, professores distantes geograficamente e outros presentes no ambiente das aulas, comunicação e interação realizada por Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e central de atendimento 0800, todas essas perfazem um conjunto de atividades que vem apresentando resultados surpreendentes, chamando atenção de organismos tanto nacionais quanto internacionais, universidades brasileiras, Unesco (Organização das Nações Unidas para a educação, a Ciência e a Cultura, e o MEC (Ministério da Educação).

Como se pode perceber o Modelo Presencial Mediado por Tecnologia é um modelo que deve ser categorizado como uma combinação de vários ingredientes tanto evidentes no ensino presencial quanto no ensino à distância. Existe uma denominação muito atual que define tal modelo, *blended learning* (GRAHAM, 2005) ou cursos híbridos, mas quando se analisa este modelo percebe-se que, ainda assim, o modelo presencial mediado possui características próprias, não se conformando totalmente a essa nova denominação.

Combinar atividades de aprendizagem presenciais e à distância lançando mão de recursos didáticos e pedagógicos inerentes a cada modelo parece enriquecer o ambiente de aprendizagem. Outra consequência desses cursos híbridos é que todas as atividades desenvolvidas posicionam-se em espectros contínuos no espaço (virtual/real), no tempo (síncrono/assíncrono) e na interatividade (passivo/interativo).

5 A FERRAMENTA DE ACOMPANHAMENTO AVATADS

Este capítulo descreve a ferramenta proposta nesta pesquisa, mostrando como o AVATads possui sua arquitetura desenvolvida de maneira que possa realizar o acompanhamento da aprendizagem dos estudantes do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – TADS da Universidade do Estado do Amazonas.

Com a finalidade de evidenciar como a ferramenta foi engendrada, é delineada a especificação de requisitos baseada no documento de especificação de requisitos Volere (FISCHER, 2001), demonstrando quem são os atores que tomam parte no processo de avaliação e acompanhamento, assim como a interface do AVATads.

5.1 O ACOMPANHAMENTO FEITO PELA FERRAMENTA AVATads

No processo de acompanhamento de estudantes no modelo presencial mediado é necessário estar atento às duas fontes de mensuração das atividades, o ambiente virtual utilizado que nesse caso é denominado TADS VIRTUAL e o ambiente presencial nas salas do interior do estado onde as turmas estão localizadas. Deve-se ressaltar que a ferramenta AVATads não possui a pretensão de analisar conteúdos utilizados no ambiente virtual, e nem avaliar diretamente as atividades lá realizadas pelos alunos. Essas notas ou mensurações são realizadas pelos professores titulares (ambiente virtual) e professores assistentes (ambiente presencial). O que o AVATads pretende é gerar médias baseadas em técnicas fuzzy a partir das notas aferidas pelos professores. Devido à possibilidade de utilizar regras que mais se conformam às necessidades do modelo de ensino se poderá fazer um claro acompanhamento dos estudantes.

5.2 ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS

Aqui é apresentado o resultado da elicitação dos requisitos a serem observados para o desenvolvimento da ferramenta AVATads.

5.2.1 Antecedentes do esforço do projeto.

Desde o começo da chamada revolução tecnológica, as IES (Instituições de Ensino Superior) vem buscando no uso da Tecnologia da Informação (TI) a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem além da redução de custos operacionais entre outros fatores que potencializem o aprendizado transformando o ambiente de ensino. Dentre outros fatores que não são objeto dessa dissertação, deve-se dar uma especial atenção às atividades realizadas pelos alunos nesse entorno educativo levando em consideração em tal acompanhamento se o estudante realmente vem apresentando um aprendizado adequado, caso contrário deve-se buscar meios para ajudá-lo em suas deficiências. O problema que surge para ser solucionado é: como evidenciar essa aprendizagem? Já que no modelo presencial mediado existem dois tipos de atividades realizadas pelos alunos, a primeira se caracteriza por tarefas desenvolvidas no ambiente virtual denominado AVATads e a segunda por testes feitos em sala de aula junto aos professores assistentes.

5.2.2 Metas do Projeto

O objetivo deste sistema foi o de prover o professor de uma ferramenta que possibilite a coleta de informações que poderão evidenciar por meio da mensuração das atividades o desenvolvimento discente por meio de notas parciais obtidas através de técnicas fuzzy, ou seja, a geração de um subsídio ao docente que poderá evidenciar falhas no processo de aprendizagem no modelo presencial mediado por tecnologia.

As atividades desenvolvidas serão o alvo de avaliação da ferramenta, ou seja, durante as aulas no laboratório nos municípios são utilizados recursos de apoio à aprendizagem contidos no ambiente virtual AVATads.

Esta ferramenta propõe uma solução baseada na composição de três notas parciais que serão utilizadas para compor a nota final ou média final de cada aluno das turmas distribuídas nos doze núcleos do curso de Tecnologia em Análise e

Desenvolvimento de Sistemas (TADS) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

Segundo a Resolução N° 012/2006 da UEA, específica para cursos na modalidade presencial mediada, as avaliações devem ser compostas por elementos advindos do ambiente virtual e das avaliações realizadas.

Apesar de serem desenvolvidas atividades no ambiente virtual, atualmente essas interações não estão sendo mensuradas e tampouco estão sendo contabilizadas na efetivação das médias parciais.

A figura 6 representa uma visão do ambiente educativo e a atuação na ferramenta nesse ambiente proporcionando o cumprimento da Resolução N°012/2006 quando de seu aspecto universal onde são contabilizados tanto informação do ambiente virtual quanto do presencial.

Figura 6 - Ambiente de atuação da ferramenta.

Cada disciplina é ministrada em três semanas. As primeiras duas semanas devem gerar uma nota parcial (NP1 e NP2) cada e a última semana deve gerar uma nota final (NF). Tanto as notas parciais quanto a nota final devem ser compostas de

atividades presenciais que neste caso são as provas parciais e a prova final, conforme a figura 7.

Figura 7 - Composição das Notas

Após serem obtidas tanto as notas parciais quanto a nota final elas devem compor uma média final que é o método já existente na UEA (Universidade do Estado do Amazonas) para o cálculo da Média Final. A figura 8 mostra a composição desta Média Final.

$$MP = (NP1 + NP2) / 2$$

$$MF = ((MP + NF) / 2)$$

Figura 8 - Composição da Média Final na Universidade do Estado do Amazonas.

Para compor o desempenho parcial do aluno a ferramenta utiliza técnicas fuzzy, permitindo uma avaliação mais flexível e justa, pois opera com variáveis linguísticas.

5.2.3 Cliente e Atores

Sistema desenvolvido para instituição educacional de ensino superior, especificamente para a UEA, Universidade do Estado do Amazonas.

Usuários do Produto: Na tabela 6 estão especificados os atores e seus papéis e o sistema externo que interage com a ferramenta.

Tabela 6 – Atores do sistema

Identificação	Colaboração ao projeto
Professor Titular	Responsável por escolher junto ao especialista em ensino e o coordenador as variáveis que servirão de entrada no sistema.
Assistente Pedagógica	Responsável pela manutenção e gerenciamento das informações referentes ao sistema AVATads.
TADS VIRTUAL	Ambiente virtual de aprendizagem que permite ao aluno participar de atividades como fórum, chat, tarefas e é administrado pelo professor que ao final de cada semana atribui uma nota a cada um desses itens.

5.2.4 Usuários da ferramenta

Os usuários do sistema serão os professores titulares do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – TADS da Universidade do Estado do Amazonas – UEA e o assistente pedagógico.

Usuário principal: Professor Titular.

5.2.4.1 Participação do usuário

O professor além de ser o principal usuário do sistema foi também de elevada importância para o levantamento dos requisitos, principalmente na questão da escolha das variáveis linguísticas que compõem a ferramenta fuzzy.

5.2.5 Restrições do Projeto

Apesar de ser uma ferramenta que poderá ser adaptada a outras necessidades e modelos educacionais o AVATads foi desenvolvido especificamente para suprir as precisões do modelo presencial mediado por tecnologia do curso TADS da Universidade do Estado do Amazonas.

5.2.6 Restrições de solução

A ferramenta, na realidade, oferece apoio ao professor titular que utiliza aulas à distância via satélite, portanto não se aplica a aulas convencionais, como ao ensino presencial, tendo para isso que ser adaptada.

5.3 CONVENÇÕES E DEFINIÇÕES DE NOME

Professor Titular - Usuários que planejam as atividades que se desenvolvem durante aulas e acompanham o seu desenvolvimento, a fim de regular as aprendizagens ao longo do desenvolvimento dessas atividades. Principal usuário do sistema. Tem acesso a todas as funcionalidades. Possui um papel associado a um conjunto de ações no sistema que visam à obtenção dos resultados das avaliações de aprendizado dos alunos. Tais ações se resumem a: manter os dados dos alunos, manter os dados dos usuários, inserir os dados de cada aluno e de cada turma, gerar a saída e gerar relatório.

Variáveis de Entrada - Variável de entrada ou Variável linguística está caracterizada por Lee (LEE 90) por meio de uma quintupla: $(x, T(x), U, G, M)$, onde x é o nome da variável, $T(x)$ é o conjunto de rótulos (nomes) atribuídos à variável x , U é o universo de discurso, G é a regra sintática para geração dos nomes dos valores de x , M é a regra semântica para associação de cada valor com o referente significado.

Atividade de Avaliação - para simplificar, neste documento, atividade de avaliação refere-se a qualquer atividade de aprendizagem associada a uma avaliação, dentro de um contexto de aprendizagem.

Assistente Pedagógico – Responsável pela manutenção e gerenciamento dos dados que serão mantidos no sistema .

Ferramenta - Uma ferramenta é um recurso que pode ser utilizado em um contexto ou atividade de aprendizado e que permite aos usuários efetuarem diferentes tarefas no ambiente. Neste caso a obtenção de médias advindas dos ambientes virtual e presencial e a composição de notas parciais utilizando técnicas fuzzy é o foco central.

Base de regras: coleção de regras linguísticas que são utilizadas para se atingir certos objetivos.

5.4 FATOS E RESTRIÇÕES RELEVANTES

O usuário (professor) deverá possuir um conhecimento básico de informática para poder ser treinado na utilização da ferramenta.

5.5 ESCOPO DO TRABALHO

O sistema de acompanhamento está no escopo dos sistemas de suporte ao acompanhamento de estudantes em ambientes de aprendizagem. O processamento das variáveis do sistema se baseia na teoria fuzzy.

5.5.1 Escopo da ferramenta

O escopo das funcionalidades da ferramenta conforme figura 9, está descrito nas tabelas 7 e 8 podem ser observados nos casos de uso do Sistema: Manter Docente, Manter Turma, Manter Disciplinas, Manter Variáveis de Entrada Manter Discente e Manter Período, Gerar Gráficos.

Figura 9 – Casos de Uso da Ferramenta AVATads.

Tabela 7 – Casos de Uso

CASO DE USO	NOME	DESCRIÇÃO
001	Manter Docente	Realiza a inclusão, alteração, exclusão e pesquisa dos Docentes no sistema.
002	Manter Discente	Realiza a inclusão, alteração, exclusão e pesquisa do aluno no sistema.
003	Manter Disciplina	Realiza a inclusão, alteração, exclusão e pesquisa da disciplina no sistema
004	Manter Turma	Realiza a inclusão, alteração, exclusão e pesquisa da turma no sistema
005	Manter Período	Realiza o cadastro do período que corresponderá à determinada disciplina.
006	Manter Variáveis de Entrada	Insere o valor das variáveis de entrada, relativas aos valores das notas do aluno.

Tabela 8 - Descrição dos casos de uso da ferramenta AVATads

Identificação	UC_006
Nome	Manter Variáveis de Entrada
Atores	Professor, Assistente
Tipo	Primário
Pré-condições	1. Usuário com perfil de Professor Titular.
Pós-condições	1. Cadastro das variáveis de entrada do sistema efetuado.
DESCRIÇÃO	
Realiza a inclusão, alteração e exclusão das variáveis de entrada.	
FLUXO PRINCIPAL DE EVENTOS: Inserir Variáveis	
AÇÕES DO ATOR:	AÇÕES DO SISTEMA
1 – O professor inicia a aplicação.	-
	2 - O sistema exibe a tela principal.
3 – O professor seleciona a opção Classes de Aula	
	4 - O sistema disponibiliza a lista das turmas cadastradas.
5 – O professor seleciona uma turma.	
	6 – O sistema exibe a interface discente/turma e carrega as notas advindas do TADS VIRTUAL, chat, tarefa e fórum baseado no nome e matrícula do discente.
7 – O professor informa o valor da nota do teste (teste).	
	8 – O sistema calcula a média fuzificada.
9 – Caso de uso é finalizado.	
FLUXO ALTERNATIVO DO EVENTO 7	

AÇÕES DO ATOR:	AÇÕES DO SISTEMA
7.1 – O professor pode selecionar a opção, gráfico do aluno.	
	7.2 – O sistema verifica se as variáveis para esse aluno já estão cadastradas e caso afirmativo gera o gráfico de desempenho do aluno.
8.1 – O usuário retorna para o fluxo principal 7.	

5.6 REQUISITOS FUNCIONAIS (RF)

[RF 01] – O sistema deve ser capaz de realizar a inclusão, alteração, exclusão e pesquisa dos usuários no sistema, que são os professores que ministrarão determinada disciplina em um período de três semanas e os coordenadores. Essa ação só poderá ser realizada pelo professor.

[RF 02] – Toda a manutenção feita com os dados dos alunos deverá ser efetuada pelo professor cadastrado para aquela disciplina ou o assistente do curso.

[RF 03] – A inserção dos valores das variáveis será realizada pelo professor ou assistente. Os dados referentes às variáveis de entrada podem ser observados na tabela (variáveis de entrada e saída).

[RF 04] – O professor, depois de inseridos os dados de entrada poderá gerar a saída que corresponde às médias fuzificadas.

[RF 05] – O sistema deverá permitir a geração de gráficos contendo informações sobre todos os resultados das saídas, de cada turma dentro do período de aula da disciplina. Estes gráficos serão por aluno, por turma e um que contenha uma média para a turma durante cada uma das três semanas de aula.

[RF 06] – As notas referentes às participações no chat, fórum e tarefas devem ser advindas do ambiente virtual de aprendizagem e corresponderão a um valor entre 0 (zero) e 10 (dez). A valor do teste deve ser informado pelo professor titular e deverá ser um valor entre 0 (zero) e 10 (dez).

[RF 07] – As operações de manter docente devem ser acessíveis somente ao professor que irá ministrar cada disciplina e assistente que poderão efetuar o cadastro dos professores.

[RF 08] - Durante a avaliação dos níveis de aprendizagem deve ser possível a definição de acompanhamento pelos seguintes aspectos:

- Qual é a turma;
- Qual a disciplina;
- Qual é o aluno;
- Periodicidade de acompanhamento relacionada às três semanas da oferta da disciplina;

[RF 09] - Ao disponibilizar a entrada das variáveis, o sistema deve prover as seguintes informações:

- Nome da variável;
- Intervalo entre 0 e 10 para os valores que serão inseridos.

[RF 10] – Ao ser disponibilizada a opção inserir variáveis, deverão ser preenchidos os dados referentes a cada aluno da turma selecionada.

[RF 11] - O sistema deve prover suporte à análise de indicadores de participação de cada aluno individualmente e aluno/turma abarcando as três semanas de aula. Os indicadores de avaliação são coletados periodicamente a partir da geração de gráficos de resultados por aluno e por turma.

[RF 12] – Se utilizará um sistema de inferência *fuzzy* para relacionar os valores das variáveis linguísticas de entrada, visando obter uma medida de desempenho do aluno, ou seja, será mapeado um espaço de entrada para um espaço de saída, e o

mecanismo que será utilizado para isto é uma lista de declarações *if-then* chamada base regras. Tal base de regras será fundamentada no conhecimento especialista. A saída será no formato de uma média para cada uma das três semanas de aula de cada disciplina, então para cada período de uma semana se tem uma média totalizando três semanas e três saídas.

Mapeamento de requisitos com casos de uso:

[RF 01] [RF 07] – Manter Docente

[RF 02] [RF 07] – Manter Discente

[RF 02] [RF 07] - Manter turma

[RF 02] [RF 07] [RF 08] – Manter Disciplina

[RF 03] [RF 06] [RF 08] [RF 09] [RF 10] [RF 12] – Manter Variáveis de Entrada

[RF 08] [RF 11] [RF 12]– Manter Período

5.7 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS (RNF)

Requisitos Sensoriais

[RNF 01] – Aparência

O sistema não poderá possuir interfaces com cores muito fortes, sempre deverá ser buscadas cores em tons claros do azul ou âmbar.

Requisitos de Usabilidade

[RNF 02] – Facilidade de Utilização

O sistema deve possuir usabilidade eficiente e o usuário deverá possuir conhecimentos básicos em informática.

[RNF 03] – Idioma

O sistema deverá ser desenvolvido para ser utilizado no idioma Português utilizando a nova grafia unificada.

[RNF 04] – Intervalo das variáveis do sistema

Todas as variáveis que serão inseridas no sistema deverão estar no intervalo entre 0 e 10.

Requisitos de Desempenho

[RNF 05] – Velocidade e Latência

O tempo de resposta do produto não deverá exceder 4 segundos para realizar o cálculo das saídas do sistema.

Requisitos de Operação**[RNF 06] – Condições para o Funcionamento**

O sistema deverá rodar em unidades computacionais que possuam as seguintes condições mínimas:

- Processador de 1Ghz e 512Mhz de memória RAM ;
- Deverá ser contido em um disco de CD.

Requisitos de Manutenibilidade e Portabilidade**[RNF 07] – Manutenção**

A cada ano deverá ser realizadas mudanças específicas no produto (manutenção ou troca de algum requisito) seguindo necessidades levantadas pelos usuários da ferramenta.

[RNF 08] – Portabilidade e Adaptabilidade

Deverão ser criadas versões para Windows XP, Vista e 7.0.

Requisitos de segurança**[RNF 09] – Acesso ao Sistema**

A entrada no sistema deverá ser realizada através de login e senha previamente cadastrados.

[RNF 10] – Integridade

O sistema deve prevenir a introdução de dados incorretos, por exemplo, se forem lançadas entradas com valores fora do intervalo de 0 e 10.

Requisitos de Cultura e Política**[RNF 11] – Culturais**

O produto não apresenta nenhum fator ofensivo a grupos religiosos ou étnico. Também não apresenta requisitos que sejam inerentes à realidade política pública ou privada.

Requisitos Legais

[RNF 12] – Proteção e Uso dos Dados

Toda informação pessoal gerada pela ferramenta deverá ser utilizada única e exclusivamente para fins de melhorias no ambiente de aprendizagem sendo vedada a distribuição pública ou a exposição dos resultados em ambientes públicos tais como murais ou meios eletrônicos.

[RNF 13] – Padrões

O sistema será um software livre, ou seja, aquele que respeita as quatro liberdades definidas pela *Free Software Foundation*.

Questões em Aberto

[RNF 14] – Validação da Pesquisa

A pesquisa relacionada à validade do uso da ferramenta como apoio às atividades de melhoria do ambiente de aprendizagem está sendo demonstrada por meio de estudo e simulação nesta dissertação.

5.8 NOVOS PROBLEMAS

A utilização do sistema pode ser interpretada pelo professor como uma ferramenta de avaliação somativa pura e simples, o que não é seu objetivo. Apesar de representar o nível de evolução e desenvolvimento do aluno o sistema possibilita através da adequação da base de regras da ferramenta fuzzy uma avaliação mais conformada às necessidades do projeto de ensino presencial mediado.

6 PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO DA FERRAMENTA AVATADS

Segundo Goldschmidt (2005), a análise de grande quantidade de dados não é viável sem que se faça uso de ferramentas computacionais e algoritmos adequados que ajudem na tarefa de analisar, interpretar e relacionar dados para que se possa implementar e eleger estratégias de atuação em cada domínio de aplicação.

Neste capítulo se descreve a ferramenta proposta nos aspectos referentes ao projeto de construção da ferramenta.

6.1 ARQUITETURA DA FERRAMENTA AVATADS

A ferramenta é um sistema que acompanha o aprendizado dos alunos e está baseada na arquitetura cliente/servidor. Esse modelo arquitetural é caracterizado por possuir dois componentes básicos, o cliente que é uma instância de onde são enviadas requisições de serviços à outra instância denominada servidor, que supre os serviços requeridos pelos clientes.

Figura 10 – Arquitetura da ferramenta AVATads.

A ferramenta recebe dados de duas fontes basicamente, conforme verificado na figura 10. A primeira abarcará toda a interação do aluno realizada no ambiente virtual de aprendizagem, denominado no caso em questão, TADS VIRTUAL,

ambiente este já existente da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e em uso servindo de apoio às aulas ministradas pelos professores titulares desde Manaus. Ao TADS VIRTUAL é permitido o acesso limitado aos alunos previamente cadastrados, aos professores assistentes que acompanham os alunos em cada um dos núcleos onde o curso é ministrado no interior do estado, aos professores titulares que ministram as aulas desde a cidade de Manaus via satélite e aos coordenadores do curso em questão. Neste espaço são ainda disponibilizados materiais de apoio às aulas em forma de arquivos como, roteiros, *slides*, exercícios, além de pequenos programas de exemplo. Possui, ainda, ferramentas de comunicação e interação tanto síncrona quanto assíncronas. A síncrona é o *chat*, também conhecido como bate-papo realizado *on-line*. As assíncronas utilizadas são: o fórum de discussões onde os professores titulares propõem temas para os debates virtuais, *e-mail* ou correio eletrônico, exercícios e tarefas propostos pelos professores titulares.

A responsabilidade do professor titular é observar a participação de cada aluno e emitir a cada conjunto de interações de determinada ferramenta em um tempo pré-definido um juízo de valor que pode ser, por exemplo: insuficiente, regular, bom, muito bom e ótimo, todos relativos às participações do aluno. O professor tem em mãos um intrincado de informações que necessitam ser tratadas para que possibilitem uma visão aguçada da aprendizagem. Toda e qualquer participação no processo deve ser levado em consideração. Segundo Demo (2002) tanto a tarefa de conhecer quanto a de aprender demandam processos não lineares, contudo, “o debate em torno da avaliação está repleto de pressupostos lineares” (Demo, 2002, p.139), ou seja, estão embasados em instrumentos avaliativos que, na maioria das vezes, não abarcam toda a complexidade dos elementos que estão sendo analisados. A avaliação, dentro dessa linearidade é somente algo que se aproxima com a realidade da aprendizagem do estudante. Vê-se esse fator linear no fato de a maioria dos processos avaliativos serem realizados sobre dados como a avaliação escrita deixando de lado todo um complexo de interações que são levadas a cabo durante a ministração das aulas. O sistema proposto é uma busca não linear, onde, cada interação realizada durante o processo será levada em conta.

O segundo conjunto de dados de entrada da ferramenta possui um caráter quantitativo, ou seja, recebe as notas dos alunos, sempre obedecendo a um

calendário de três semanas de aula, onde no final de cada semana é realizada uma avaliação escrita dos estudantes. Ao final das duas primeiras semanas é realizada uma avaliação parcial escrita, o sistema carrega todas as notas atribuídas ao aluno pelas atividades realizadas no TADS VIRTUAL, ao final da terceira semana é realizada a prova final e o sistema igualmente recebe esses dados e os processa usando um processador que utiliza técnicas fuzzy. As saídas são duas médias parciais e uma final. As médias parciais darão uma clara visão do estado de aprendizagem das turmas distribuídas pelo interior, possibilitando assim, um *feedback* oportuno que viabilize pontuais correções dos desvios sistemáticos que possam surgir durante o processo de aprendizagem.

A teoria fuzzy será utilizada pela sua capacidade de assemelhar-se ao pensamento humano em relação a informações imprecisas para a tomada de decisão. De forma diferente da lógica clássica, que demanda uma compreensão profunda de um sistema, equações precisas, a teoria fuzzy congrega uma maneira alternativa de pensamento, que admite a modelagem de sistemas complexos, empregando um grau mais elevado de abstração, permitindo exprimir esse conhecimento com conceitos subjetivos como "insuficiente" e "muito bom", que são mapeados em intervalos numéricos precisos. Muitas vezes são utilizados conceitos vagos na avaliação de alunos devido à existência de incerteza por parte dos avaliadores. Por exemplo, na afirmação: "Este estudante é muito capacitado, portanto ele deve desenvolver este exercício muito bem". Ou quando os próprios alunos emitem um juízo de valor sobre si mesmo, poderiam dizer: "Eu sei muito pouco de programação *web*". Por que ocorre isso? Devido a que eles não possuem o conhecimento preciso. Esta falta de precisão na emissão do juízo de valor pode ser transferida ao sistema, levando a uma avaliação errônea.

Inicialmente, a ferramenta proposta possui um conjunto de quatro variáveis linguísticas para a entrada, três advindas das interações do ambiente virtual de aprendizagem, o TADS VIRTUAL, e a outra do resultado da avaliação do aluno, a saber: *vlchat*, *vlforum*, *vlarefa*, *vlteste*. Partindo do pressuposto de que o que pode ser medido pode ser feito e que se não se medir os resultados, não se pode dizer se houve êxito ou verificar as falhas. E se não se alcança reconhecer o fracasso, não se pode corrigi-lo. Logo, se não se pode ver o êxito, não se pode aprender com ele. Então, faz-se necessário uma saída que expresse de forma mais concisa todo o

contexto de interações no ambiente virtual de aprendizagem e o rendimento dos testes escritos. Essa saída será um valor somativo, mas que será formado de variáveis que expressem tanto fatores qualitativos quanto quantitativos.

A variável linguística *vlchat* é aquela advinda das interações síncronas promovidas por meio de *chat* (bate papo) realizadas ou entre alunos e professores ou entre alunos e alunos. A variável *vlforum* é aquela cuja origem é o resultado das interações assíncronas realizadas por meio de temas que os professores titulares propõem a cada semana. Já a variável *vltarefa* advêm do resultado das tarefas realizadas pelos alunos no ambiente virtual de aprendizagem, Tads Virtual.

Os valores linguísticos dessas variáveis são: insuficiente, bom e muito bom.

A variável linguística *vlteste* é resultado dos testes parciais (NP1 e NP2) e final (NF) do aluno no período avaliado. Os valores linguísticos destas últimas variáveis são: insuficiente, bom e muito bom.

Por não existirem parâmetros definidos para a escolha das funções de pertinência de uma ferramenta fuzzy, aqui, elas serão eleitas baseadas em processos que tentem aperfeiçoar os dados experimentais por meio de simulações realizadas através do MATLAB 7.4.0[®] e uso da ferramenta AVATads.

A figura 11 e a tabela 9 apresentam o resumo dos parâmetros do sistema no uso dessa ferramenta.

Figura 11 – Resumo da ferramenta AVATads.

Tabela 9 – Resumo dos Parâmetros do Sistema fuzzy

Type	'mamdani'	Onde a resposta do processo é um conjunto difuso para cada regra.
andMethod	'min'	Utilizado para ser o conector das regras do sistema
defuzzMethod	'bisector'	Por ser mais aderente nos testes de simulação.
input:	[1x4 struct]	4 variáveis de entrada
output:	[1x1 struct]	1 variável de saída
Rule	[1x79 struct]	79 regras no total

A eleição da estratégia para defuzzificação utilizada na ferramenta AvaTads foi realizada de forma empírica através da performance na simulação, e onde observou-se, também, os resultados da variável aprendizagem durante a simulação. O método de defuzzificação Centro de Área ou COA (*Center of area defuzzification method*) foi o método escolhido, após a verificação de que apresentava os resultados onde as médias fuzificadas não eram tão discrepantes em relação aos resultados das médias aritméticas.

Existem dois grupos de variáveis, um com características não lineares que engloba os juízos de valor relacionados às interações no Tads Virtual e outro relativos aos aspectos lineares, ou seja, notas nos testes dos estudantes. Na tabela 10 podem-se observar as variáveis de entrada e de saída

Tabela 10 – Variáveis linguísticas do sistema fuzzy.

Variáveis Linguísticas		Conjuntos Fuzzy	Universo de discurso	Definição
Entradas	VLCHAT	Insuficiente	[0:10]	Variável que mensura as interações do estudante no <i>chat</i> do Tads Virtual.
		Bom		
		Muito Bom		
	VLFORUM	Insuficiente	[0:10]	Variável que mensura as interações do estudante no fórum do Tads Virtual.
		Bom		
		Muito Bom		
	VLTAREFA	Insuficiente	[0:10]	Variável que mensura as atividades e tarefas do estudante no Tads Virtual..
		Bom		
		Muito Bom		
	VLTESTE	Insuficiente	[0:10]	Variável que representa a nota do aluno no teste parcial ou prova final.
		Bom		
		Muito Bom		
Saída	NAPRENDIZAGEM	Insuficiente	[0:10]	Representa o nível de aprendizagem obtido pela fuzificação dos dados de entrada.
		Regular		
		Bom		
		Muito Bom		

6.2 PROJETO

O projeto e o desenvolvimento do AVATads são delineados por meio de diagramas UML (Linguagem de Modelagem Unificada). O Diagrama de Classes da ferramenta AVATads pode ser observado na figura 12, ele demonstra os aspectos da estrutura e as relações do conjunto de classes que servem de modelo para os objetos da ferramenta.

Figura 12 – Diagrama de Classe da ferramenta AVATds.

O principal cenário do sistema é a inserção das variáveis que compõem o conjunto de entradas da ferramenta e sua respectiva saída. Este processo é derivado do caso de uso “Manter Variáveis de Entrada” e para aumentar a compreensão deste

cenário de uso é conveniente uma visão de todos os componentes e de como pode ser visualizada a separação de suas tarefas utilizando o padrão MVC (Modelo, Visualização e Controle). Aqui isso é realizado especificando a Camada de Negócios como sendo o Modelo, a camada de Apresentação sendo a Visualização e os componentes de controle como Camada de Controle conforme visualizado na figura 13.

Figura 13 – Diagrama de classes (MVC - Modelo, Visualização e Controle) Manter Variáveis de Entrada.

Outro diagrama UML que pode ser de grande valia no entendimento de como as variáveis são inseridas na ferramenta AVATads é o Diagrama de Sequência. Ele demonstra as interações entre os objetos do cenário, efetuadas por meio de operações ou métodos, conforme se observa na figura 14.

Figura 14 - Diagrama de Sequência “Manter Variáveis de Entrada”

6.3 IMPLEMENTAÇÃO DO AVATADS

O módulo de aquisição da média fuzzy foi desenvolvido por meio da utilização da API (Interface de Programação de Aplicativos) *jfuzzylogic*, uma biblioteca Java para o desenvolvimento de uma FCL (*Fuzzy Control Language*) baseada no standard IEC 61131-7 (*International Electrotechnical Commission*). Essa linguagem não possui recursos alheios à teoria fuzzy, permitindo a especificação dos conjuntos fuzzy e sua inferência por meio de uma base de regras.

A FCL possui um bloco de funções denominado *Function Block* que permite a especificação das características do sistema de controle fuzzy.

O bloco de função após definido permite a passagem de parâmetros para dentro e fora do bloco. Na figura 15 é demonstrado a declaração do *Function Block* em texto estruturado (TE) e o *Function Block Diagram* (FBD) da ferramenta AVATads.

Figura 15 - Estrutura da Function Block

Na figura 16 vizualiza-se parte do código Java pertencente à API (***Application Programming Interface***) *jfuzzylogic* onde se caracterizam as quatro variáveis de entrada da ferramenta e a respectiva variável de saída.

<pre> VAR_INPUT // Define input variables vlchat : REAL; vlforum : REAL; vltarefa : REAL; vlteste : REAL; END_VAR </pre>	<pre> VAR_OUTPUT// Define output variable naprendizagem : REAL; END_VAR </pre>
--	--

Figura 16 - variáveis de entrada e saída da ferramenta.

A primeira variável do conjunto advinda das interações realizadas no AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) é o Vlchat que representa as interações do estudante no comumente conhecido bate-papo. Na figura 17 observa-se as funções de pertinência associadas à primeira variável de entrada (vlchat) e o seu código

correspondente. Na figura 17 são definidas as funções de pertinência da variável Vlchat.

Insuficiente:	$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x < 0 \\ 1 & \text{para } 0 \leq x < 1 \\ \frac{5}{4} - \frac{x}{4} & \text{para } 1 \leq x < 5 \\ 0 & \text{para } x \geq 5 \end{cases}$
Bom:	$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x < 0 \\ \frac{x}{4} - \frac{1}{4} & \text{para } 0 \leq x \leq 5 \\ \frac{9}{4} - \frac{x}{4} & \text{para } 5 < x \leq 9 \\ 0 & \text{para } x > 9 \end{cases}$
Muito Bom:	$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x < 5 \\ \frac{x}{4} - \frac{5}{4} & \text{para } 5 \leq x < 9 \\ 1 & \text{para } 9 \leq x \leq 10 \\ 0 & \text{para } x > 10 \end{cases}$

Figura 17 – Funções de pertinência

```
FUZZIFY vlchat // Fuzzify input variable 'vlchat': {'insuficiente', 'bom',
'muito_bom'}
    TERM insuficiente := (0, 1) (1.5, 1) (5, 0);
    TERM bom := (1.5, 0) (5, 1) (8.5, 0);
    TERM muito bom := (5, 0) (8.5, 1) (10, 1);
END_FUZZIFY
```

Figura 18 - Funções de pertinências associadas à primeira variável de entrada (vlchat) e o seu código correspondente.

As outras variáveis de entrada (vlforum, vlteste e vltarefa) apresentam as mesmas características da variável vlchat. Já em relação à variável de saída na aprendizagem foi acrescentado o conjunto fuzzy regular conforme se observa na figura 18.


```

DEFUZZIFY naprendizagem //Defuzzify output variable 'naprendizagem':('insuficiente', 'regular', 'bom', 'muito_bom')
  TERM insuficiente := (0,1) (3.3, 0);
  TERM regular := (0, 0) (3.3, 1) (6.6, 0);
  TERM bom := (3.3, 0) (6.6, 1) (10,0);
  TERM muito bom := (6.6, 0) (10, 1);
  METHOD : COA;      // Use 'Center Of Area' defuzzification method
  DEFAULT := 0;      // Default value is 0 (if no rule activates
defuzzifier)
END_DEFUZZIFY

```

Figura 19 - Funções de pertinências associadas à variável de saída (naprendizagem) e o seu código correspondente.

Após a determinação das funções de pertinência e seus respectivos valores referentes a cada uma das variáveis de entrada, são aplicadas regras de inferência que determinam a relação entre as variáveis linguísticas que formam o conjunto de entradas e seu relacionamento direto com a saída. Essas regras são baseadas no conhecimento especialista e são do tipo modo afirmativo ou *modus ponens*, se $x = A$ então $y = B$. Tal base de regras abarca o conhecimento empírico sobre o funcionamento de um determinado processo, que está sendo considerado, ou seja, estas regras linguísticas são utilizadas para representar o conhecimento. A seguir, na figura 19, uma amostra do conjunto de regras utilizada na ferramenta AVATads.

```

RULE 1 : IF vlteste IS insuficiente and vlchat IS insuficiente and vlforum IS
insuficiente and vltarefa IS insuficiente THEN naprendizagem IS insuficiente;
RULE 2 : IF vlteste IS insuficiente and vlchat IS insuficiente and vlforum IS
insuficiente and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS insuficiente;
RULE 3 : IF vlteste IS insuficiente and vlchat IS insuficiente and vlforum IS
insuficiente and vltarefa IS muito bom THEN naprendizagem IS insuficiente;
RULE 4 : IF vlteste IS insuficiente and vlchat IS insuficiente and vlforum IS Bom and
vltarefa IS insuficiente THEN naprendizagem IS insuficiente;
RULE 5 : IF vlteste IS insuficiente and vlchat IS insuficiente and vlforum IS Bom and
vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS insuficiente;
RULE 6 : IF vlteste IS insuficiente and vlchat IS insuficiente and vlforum IS Bom and
vltarefa IS muito bom THEN naprendizagem IS insuficiente;
RULE 7 : IF vlteste IS insuficiente and vlchat IS insuficiente and vlforum IS muito bom
and vltarefa IS insuficiente THEN naprendizagem IS insuficiente;
RULE 8 : IF vlteste IS insuficiente and vlchat IS insuficiente and vlforum IS muito bom

```

Figura 20 – Amostra da Base de Regras

A partir das quatro variáveis de entrada é estabelecida uma única variável de saída que expressa o nível de aprendizagem que foi alcançado pelo estudante, isto é, por meio das variáveis de entrada, se adquire o valor fuzzy “naprendizagem”. Este, por sua vez, possui os termos linguísticos, insuficiente, regular, bom e muito bom.

A inferência, na teoria fuzzy, fornece um conjunto fuzzy ou a sua função de pertinência como um resultado. Entretanto um elemento de controle não é capaz de interpretar diretamente esse processo de informação fuzzy, portanto, o resultado do processo de inferência deve ser convertido em valores numéricos nítidos, também conhecidos como valor *crisp*. Nesta conjuntura, esse número *crisp* a ser determinado (normalmente um número real) deve fornecer uma boa representação das informações abarcadas no conjunto fuzzy.

No desenvolvimento da ferramenta AVATads foi utilizado o método de defuzzificação denominado como Centro de Área ou COA (*Centre of Area Method*), onde o valor de saída é determinado como sendo o valor da abscissa do centro que divide a área sob a função de pertinência, em duas áreas do mesmo tamanho. Na figura 20 vê-se o método de defuzzificação centro de área aplicado à variável de saída naprendizagem.

Figura 21 - Gráfico de representação da defuzzificação da variável naprendizagem.

Segundo Oliveira (Oliveira, 2003) os modelos de inferência fuzzy são particularmente apropriados em processos que demandem tomadas de decisão, pois tais aplicações traduzem o conhecimento e a experiência dos estados dos processos envolvidos, permitindo, baseados no conjunto de entradas inferirem seu progresso verificando as variações importantes e a partir delas promover eventuais correções.

Na ferramenta AVATads, a evolução ou retrocesso de cada aluno pode ser monitorado por meio da variável de saída do sistema, aprendizagem.

No exemplo da figura 21 pode-se observar que o desempenho do aluno nos quesitos vlchat, vlforum, vltarefa e vlteste, com suas respectivas partições fuzzy, insuficiente, bom e muito bom, dispara um conjunto de regras semânticas que permitem a inferência fuzzy a ser efetuada.

Em tal processo, onde ocorre a inferência, existem entradas escalares para cada variável que se transformam em um conjunto de graus de pertinência, cujo vetor é empregado para limitar os conjuntos fuzzy de saída da variável aprendizagem, baseado no conjunto de regras especificadas no sistema. Sendo assim, os valores para vlchat = 0.0, vlforum = 7.5, vltarefa = 7.9 e vlteste = 10 ativaram um conjunto de regras relativas às suas condições, e finalmente obtendo um valor para a variável aprendizagem = 6.73. O método de defuzzificação utilizado foi o Centro de Área.

Figura 22 - Representação do modelo de inferência da ferramenta AVATads.

6.4 ESPECIFICAÇÃO DA INTERFACE

Para a mais perfeita compreensão do funcionamento do AVATads será apresentado a seguir como é vista a interface da ferramenta do ponto de vista do usuário.

A primeira visão da ferramenta apresenta a tela principal com uma barra de menu com três opções, “Principal”, “Acadêmico” e “Janelas”. A opção “Principal” apresenta um único item denominado “Fechar”. O segundo componente do menu, “Acadêmico”, possui oito itens, a saber, “Configuração”, “Períodos”, “Cursos”, “Docentes”, “Disciplinas”, “Turmas”, “Discentes” e “Classes de Aula”, conforme observado na figura 23. A opção “Janela”, possui os itens “Minimizar todas as janelas” e “Restaurar todas as janelas”, além dos nomes das janelas abertas.

Figura 23 - Tela Principal da Ferramenta AVATads.

A primeira ação do assistente pedagógico no sistema será a o cadastro do período a que correspondem as informações dos alunos. Vale salientar que os cursos presenciais mediados da UEA, são disponibilizados nos mesmos moldes dos cursos presenciais no que se refere a período, ou seja, a cada ano são disponibilizados dois períodos. Estes são denominados em relação ao ano corrente e o número 1 referente aos primeiros seis meses do ano (janeiro a junho) e o número 2, para os últimos seis (julho a dezembro), exemplo: 2010/1 e 2010/2. As informações que devem ser preenchidas neste formulário são: ano, nome, sequência e média mínima para aprovação, conforme visto na figura 24.

The screenshot displays the AVATads - ACOMPANHAMENTO DE ESTUDANTES application. The main window, titled 'Períodos [1]', contains a table with the following data:

ID	Nome do período	Ano	Sequência	Média mínima	Corrente
1	2010 / 1	2010	1	6	☒

Below the table, a modal window titled 'Cadastro informações sobre novo período [1]' is open. It includes a 'Salvar informações' button and the following input fields:

- Nome descritivo:
- Ano:
- Sequência:
- Média mínima para aprovação:
- ☐ Configurar este período como período corrente

Figura 24 - Cadastro do Período.

O próximo item do menu a ser acessado é o “Cursos”. Nele é possível que o professor titular possa realizar o cadastro dos cursos que serão ministrados em determinado período. Vale ressaltar que o curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas não é o único curso do modelo presencial mediado

da Universidade do Estado do Amazonas. Existem outros cursos como, Educação Física, Economia e Matemática. Por esse motivo, o AVATads possibilita o cadastro de cursos em diversas áreas, afim de suprir a necessidade da UEA.

Os campos a serem preenchidos aqui são: “Nome do curso”, “Código”, “Sigla” e “Área do conhecimento”, conforme observado na figura 25.

The screenshot displays the AVATads - ACOMPANHAMENTO DE ESTUDANTES application. The main window shows a table of courses with the following data:

ID	Código	Nome do curso	Sigla	Tipo
1	1233	Tecnologia em Análise e desenvolvimento ...	TADS	G

A dialog box titled 'Cadastro de novo curso [1]' is open, showing the 'Salvar informações' button and the following fields:

- Nome do curso:
- Código:
- Sigla:
- Área de conhecimento:
 - Ciências Agrárias
 - Ciências Biológicas
 - Ciências da Saúde
 - Ciências Exatas e da Terra
 - Ciências Humanas
 - Ciências Sociais Aplicadas
 - Engenharias
 - Linguística

Figura 25 – Cadastro de Cursos

O cadastro do professor titular é o mais simples devido a que as informações necessárias são somente a matrícula do professor e o seu nome conforme figura 26.

The screenshot displays the AVATads - ACOMPANHAMENTO DE ESTUDANTES application. The main window, titled 'Docentes [1]', contains a table with the following data:

ID	Matrícula	Nome do professor
1,1		Marco Fernandes

Below the table, a 'Cadastro de novo docente [1]' dialog box is open. It features a 'Salvar informações' button and two input fields: 'Nome:' and 'Matrícula:'.

Figura 26 - Cadastro de Docente

O cadastro das disciplinas é feito mediante a escolha da opção do item “Disciplinas”, e os campos referentes são: “Nome da disciplina”, “Código” e “Sigla” conforme figura 27.

The screenshot shows the AVATads - ACOMPANHAMENTO DE ESTUDANTES application. The main window has a menu bar with 'Principal', 'Acadêmico', and 'Janelas'. Below the menu bar is a toolbar with 'Nova Disciplina' and 'Atualizar' buttons. The main area displays a table with the following data:

ID	Código	Nome da disciplina	Sigla
21		Comp. Fuzzy	Fuzzy

A dialog box titled 'Cadastro de nova disciplina [1]' is open, showing a 'Salvar informações' button and three input fields labeled 'Nome da disciplina:', 'Código:', and 'Sigla:'.

Figura 27 - Cadastro de Disciplina

O cadastro do aluno é realizado mediante a escolha do item “Discentes” e devem ser preenchidos os campos: “Nome”, “Matrícula”, “Curso” e “Turma”, conforme observado na figura 28.

AVATads - ACOMPANHAMENTO DE ESTUDANTES

Principal Acadêmico Janelas

Discentes [1]

Novo discente Atualizar

ID	Matrícula	Nome	Curso	Turma
16/16		Abner Guimarães	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
17/17		Aldemir Barbosa	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
3/2		Allann Jones	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
14/14		Benedito da Silva	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
12/12		Carlos Enrique	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
9/9		Ernesto Penha	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
19/19		Inali Carneiro	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
4/1		Júlia de Souza	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
13/13		Marcelo Parente	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
15/15		Mateus da Silva	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
8/8		Paulo Caetano	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
6/6		Pedro Henrique	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
10/10		Ricardo Pereira	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
11/11		Sebastião Cardoso	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
7/7		Tomaz da Costa	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
5/3		William Roberto	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123
18/18		Zenildes Ribeiro	Tecnologia em Análise e desenvolvimento d...	Turma 0123

Cadastro de informações sobre novo discente [1]

Salvar informações

Nome:

Matrícula:

Curso: Tecnologia em Análise e desenvolvimento de Sistemas de Dados ▼

Turma: Turma 0123 ▼

Figura 28 - Cadastro de Discente

O cadastro de novas classes de aula e o lançamento das notas dos alunos é o evento mais relevante da ferramenta, pois por meio dele se realiza a inserção dos dados que serão utilizados para o cálculo da média fuzzy. O processo de acompanhamento se dá a cada ciclo de três semanas e é sempre relativo a uma determinada disciplina e correspondendo a uma turma. As informações que devem ser preenchidas são: “Código”, “Disciplina”, “Turma” e “Docente”, conforme observado na figura 29.

The screenshot shows the AVATads - ACOMPANHAMENTO DE ESTUDANTES application. The main window is titled 'Classes de aula' and contains a table with the following data:

ID	Turma	Período	Disciplina	Docente	Curso
1	Turma 0123	2010 / 1	Comp. Fuzzy	Marco Fernandes	Tecnologia em Análise e desenvolvi...
2	Turma 0123	2010 / 1	Comp. Fuzzy	Marco Fernandes	Tecnologia em Análise e desenvolvi...
3	Turma 0123	2010 / 1	Comp. Fuzzy	Marco Fernandes	Tecnologia em Análise e desenvolvi...

Below the table, a dialog box titled 'Cadastro de nova classe de aula [1]' is open. It contains a 'Salvar informações' button and the following fields:

- Código:
- Período:
- Turma:
- Disciplina:
- Docente:

Figura 29 - Classes de Aula

Depois de cadastrar a “Classe de aula”, o professor titular deve atualizar a ferramenta na opção com mesmo nome. Com tal ação uma linha com essas informações será acrescentada a uma linha das “Classes de aula” cadastradas. O professor titular, então, deve escolher uma das classes de aula cadastradas, conforme observado na figura 30.

AVATads - ACOMPANHAMENTO DE ESTUDANTES

Principal Acadêmico Janelas

Classes de aula

Nova Classe Atualizar

ID	Turma	Período	Disciplina	Docente	Curso
1	Turma 0123	2010 / 1	Comp. Fuzzy	Marco Fernandes	Tecnologia em Análise e desenvolvi...
2	Turma 0123	2010 / 1	Comp. Fuzzy	Marco Fernandes	Tecnologia em Análise e desenvolvi...
3	Turma 0123	2010 / 1	Comp. Fuzzy	Marco Fernandes	Tecnologia em Análise e desenvolvi...

Informações sobre classe de aula [1]

Salvar informações Gráfico da classe de aula Gráfico da classe de aula por aluno

Informações sobre a classe Lista de discentes

Código: Boca do Acre

Período: 2010 / 1

Turma: Turma 1 - Tecnologia em Análise e desenvolvimento de Sistemas de Dados - 2010 / 1

Disciplina: Comp. Fuzzy

Docente: Marco Fernandes

Figura 30 - Informações da Classe de Aula

Ao ser feita a opção Lista de Discentes é visualizada uma lista completa dos alunos daquela turma, possibilitando também o acréscimo de novos discentes que já foram cadastrados no sistema, conforme figura 31. O acréscimo do aluno é confirmado na tela e então, após a atualização as notas do referido aluno e as referentes notas nos quesitos vlchat, vlforum e vltarefa são acrescentadas advindas do ambiente virtual de aprendizagem TADS VIRTUAL. A única informação que o professor Titular deve acrescentar é a nota vlteste. Recordando que esse processo se dá em três momentos. Sempre no final de cada uma das três semanas de aula de cada disciplina.

Figura 31 - Inserção de Discentes na Classe de Aula

Na figura 32, se observa o cenário onde já foram concluídas as três semanas de curso, restando apenas o lançamento do último teste para o cálculo da média “naprendizagem” referente à última semana de aula.

Figura 32 - Inserção de Notas

A ferramenta permite a geração de três tipos de gráficos de acompanhamento. Um relativo às notas fuzzificadas (naprendizagem) de cada aluno e sua evolução durante as três semanas de aula, fazendo um comparativo entre elas, conforme figura 33. É selecionado o aluno e escolhida a opção “Acompanhamento gráfico do aluno”, onde se podem observar as três médias semanais.

Figura 33 - Acompanhamento gráfico do aluno

Outra opção de acompanhamento é a que é feita em relação a uma turma inteira, possibilitando a visualização daqueles alunos que não conseguiram obter a média adequada nas três notas referentes às semanas de aula, conforme figura 34.

Figura 34 - Acompanhamento da Turma

Segundo os requisitos do sistema a ferramenta deve ainda proporcionar a visualização de uma média geral para cada semana em cada turma, possibilitando o

reconhecimento de dificuldades de aprendizagem. Esta opção pode ser vista na figura 35. E é obtida por meio da seleção da opção Gráfico da Classe de Aula.

Figura 35 - Gráfico da Classe de Aula

As atividades do projeto da interface da ferramenta com o usuário pode ser visualizados na figura 36 e está focada na visão das tarefas a serem realizadas a

fim de serem inseridas as notas dos alunos que serão acompanhadas pelo AVATads.

Figura 36 - Níveis abstratos da tarefa de realizar o acompanhamento do estudante.

A implementação da interface com usuário na ferramenta AVATads foi desenvolvida afim de atender o usuário, possibilitando o fácil desenvolvimento de fluxos de processos e interfaces durante a navegação.

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram realizadas simulações que pudessem utilizar argumentos de situações reais onde a ferramenta possibilitasse o apoio à decisão do professor titular na melhoria das práticas e observar o desempenho dos estudantes.

Foi presumido um grupo de alunos que sejam matriculados em uma das turmas distribuídas em um dos doze municípios do interior, mais especificamente o município de Boca do Acre e que tenham cursado a disciplina de Computação fuzzy. Após a inserção das notas referentes aos testes, as médias de cada semana foram geradas, a saber Nota Parcial 1, Nota Parcial 2 e Nota Final, com seus respectivos resultados (na aprendizagem) para cada uma das três semanas conforme observado na figura 37.

The screenshot shows the AVATads - ACOMPANHAMENTO DE ESTUDANTES interface. The table displays student grades for 20 students. The columns are grouped into three main sections: S1 (Semana 1), S2 (Semana 2), and S3 (Semana 3). Each section contains four columns: VLTE, VLCH, VLFO, and VLTA. The final column in each section is the average (MÉDIA). Three orange boxes with arrows point to the average columns for S1, S2, and S3, labeled 'Nota Parcial 1', 'Nota Parcial 2', and 'Nota Final' respectively.

ID	Discente	S1 VLTE	S1 VLCH	S1 VLFO	S1 VLTA	S1 MÉDIA	S2 VLTE	S2 VLCH	S2 VLFO	S2 VLTA	S2 MÉDIA	S3 VLTE	S3 VLCH	S3 VLFO	S3 VLTA	S3 MÉDIA
3	Allann Jones	3	4	7	0	4,53	7	9	1	10	7,17	6	9	10	10	8,79
4	Júlia de Souza	7	10	8	0	7,17	7,3	5	6,5	8,2	7,28	0	4,5	7	9	3,28
5	William Roberto	5,6	4,2	7,9	4	5,71	6,5	3	2	0	3,56	7	0	8	0	5,14
7	Tomaz da Costa	9,5	8,4	6,7	7,3	8,43	10	8,2	6,8	6,5	8,04	9,5	5,8	7	8	7,82
8	Paulo Caetano	3	7	5	0	4,62	4,8	4,6	2,8	1,2	4,62	0	0	3	2	1,24
9	Ernesto Penha	6	8	0	3	4,8	5,5	3	4	7	4,7	5	7	4,2	5	6,64
10	Ricardo Pereira	2	5	4	6,5	3,87	5,2	6	5	9	6,64	3	2	1	0	2,14
11	Sebastião Cardoso	8,7	7,2	6	6	7,44	6	7,5	4	4	5,71	8	3	7,5	5	6,09
12	Carlos Enrique	7	7,5	4	0	5,48	9	3	6	3	5,13	0	5	3	0	1,24
13	Marcelo Parente	8	9	6	5	7,95	6,8	6,7	7	3	7,02	7,9	5	6	8	7,84
14	Benedito da Silva	10	0	7,5	7,9	7,52	6	7	0	0	4,49	7	4	0	0	3,16
15	Mateus da Silva	3	3,3	2	2,8	4,24	1	3,1	0	0	1,26	4,7	3	4,6	1	4,6
16	Abner Guimarães	9	7	7	8	7,82	7,8	9	5,7	6	7,75	8,2	4	4	3	5,78
17	Aldemir Barbosa	3	5	4,8	0	4,61	4	6	0	2	3,82	4	2	1	6	3,19
18	Zenildes Ribeiro	2	1	5	2	1,93	7	5	3	4	5,79	7	6	5	3	6,93
19	Inali Carneiro	7,4	7,9	9,2	5,3	7,44	7,9	8	6	3	6,93	10	8	8	0	8,03
20	Frederico Santos	4	7	3	8	5,3	7,3	4	6,3	2	5,38	6,8	5,3	3	3	5,2

Figura 37 - Notas Parciais

Supondo que a turma de 17 alunos já terminou a disciplina de Computação Fuzzy, então se pode ter uma visão clara de como foi o desempenho deste grupo. Os resultados, então, não estarão baseados somente em aspectos lineares, ou seja,

nota nos testes realizados, mas levará em consideração aspectos não lineares como, todo o conjunto de interações que foram realizadas no período, no ambiente virtual de aprendizagem (AVA). A figura 38 mostra todo esse conjunto de dados que alimentou a ferramenta e a figura 39 demonstra a evolução do desempenho dos alunos da turma na disciplina.

Figura 38 - Conjunto de Entradas

Figura 39 - Acompanhamento das Classes de Aula

É possível também a visualização de cada aluno conforme a figura 38, além da visualização de todos os alunos da turma conforme figura 40, onde é possível distinguir entre os alunos que alcançaram a média e aqueles que não conseguiram alcançá-la.

Figura 40 – Evolução do desempenho dos alunos na disciplina de IHC.

A simulação do cenário proposto demonstra que as observações realizadas pelo professor titular são importantes para uma análise da variação das notas parciais alcançadas pelos alunos durante as três semanas referentes a cada curso, permitindo assim o acompanhamento, não só do estudante individualmente, mas, de toda a turma de alunos.

Figura 41 - Gráfico comparativo das médias

Na figura 41 se tem uma visão clara de resultados obtidos pela utilização da ferramenta, onde é realizada uma comparação entre médias aritméticas e médias fuzzy, em uma evolução progressiva e sempre incrementadas de 1 em um universo de discurso variando de 0 a 40, que reflete possibilidades das quatro entradas de valores entre 0 e 10. Do total de 40 notas foi observado que as médias fuzzy se apresentam maiores que as médias aritméticas em 65% do total da simulação, elas são iguais em 1% e as médias aritméticas são maiores em 44%. De maneira geral os valores das médias fuzzy se demonstraram 1,2 vezes maiores que o valor das aritméticas.

Uma observação importante é a diferença entre as médias aritméticas e fuzzy ocorridas no sexto e sétimo grupo de notas. Essa diferença serve para compreender o comportamento da ferramenta em relação às notas de inserção. No sexto grupo se tem os valores de inserção {5;0;0;0} cuja média aritmética é 1,25 e a média fuzzy é 1,05. Já no seguinte grupo de notas, o sétimo grupo, a situação se inverte, pois com a inserção {2;2;2;0} se obtém uma média aritmética com valor 1,5 e a média fuzzy 3,03, ou seja, a média fuzzy é 2,02 vezes maior que a aritmética. A explicação de tal diferença é que quanto mais atividades o aluno participa, maior se apresenta as médias fuzzy. No sexto grupo, houve pouca participação do aluno, pois apresenta três notas zero. No grupo seguinte, apesar de apresentar valores

baixos referentes às notas de inserção, ele só possui uma nota zero. Este é um dos exemplos que pode evidenciar como a utilização da teoria fuzzy por meio do conhecimento especialista pode ajudar a moldar as saídas da ferramenta de acordo com as necessidades apresentadas pelo modelo presencial mediado por tecnologia.

8 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de uma ferramenta baseada na teoria fuzzy para o acompanhamento de estudantes no modelo presencial mediado por tecnologia. Levando em consideração que o objetivo da ferramenta é o apoio à decisão, ela, por meio de simulação, se demonstrou capaz de realizar o processamento das informações e dados que possuíam uma natureza imprecisa e vaga e trazer à realidade ou materializar algo tão abstrato que é o nível de evolução da aprendizagem do estudante. A utilização dos modelos de inferência fuzzy se demonstrou especialmente apropriado para esse fim, onde o conhecimento e a prática existentes do processo ensino/aprendizagem puderam ser invocados de especialistas e permitiram a criação de regras capazes de espelhar a realidade do ambiente de aprendizagem, possibilitando traçar especificidades próprias do modelo presencial mediado por tecnologia usado pela UEA. A probabilidade de depreender a evolução da aprendizagem dentro de um aspecto temporal, ou seja, se o aluno evoluiu ou não no período averiguado supre a verificação e possíveis correções no processo que possam permitir a recuperação do nível de aprendizagem, dentro dos aspectos formativos e qualitativos da avaliação. Sant'anna diz:

“O professor, ao utilizar a avaliação como um recurso para o educando verificar seu crescimento, estará permitindo o aluno a se tornar um aprendiz crítico capaz de avaliar as contribuições feitas pelos outros; estará oportunizando ao aluno conhecimentos relevantes para a solução de problemas; estará oferecendo condições para o aluno ser criativo e livre, além de capaz em suas iniciativas e responsável por suas ações”. (SANT'ANNA, 1995, p. 43)

Outro aspecto importante que deve ser levado em consideração é que a utilização da teoria fuzzy demonstrou-se particularmente uma solução simples e de custo computacional reduzido.

8.1 CONTRIBUIÇÕES

O que pôde ser observado em trabalhos relacionados à avaliação em ambientes virtuais de aprendizagem é a ênfase no rastreamento e monitoramento das participações dos alunos nos ambientes virtuais existentes, indicando uma tendência à avaliação da aprendizagem formativa indireta. Segundo Perrenoud,

“regulação indireta, que age sobre as condições de aprendizagem: motivação, participação, implicação no trabalho, ambiente, estruturação da tarefa e da situação didática” (PERRENOUD, 1999). Em outras palavras, enquanto a avaliação formativa direta busca registro de exercícios, testes objetivos, questionários, e outros, a avaliação formativa indireta relaciona o registro de participações, estados afetivos, frequência dos estudantes em foco. Existe ainda a avaliação formativa geral que se caracteriza por possuir elementos de avaliação tanto diretos quanto indiretos.

Mas o que é mais importante é a visão de que se o estudante está praticando uma interação satisfatória dentro de um enfoque, que seja tanto quantitativo quanto qualitativo, isso é um indício de que ele esteja aprendendo na mesma proporção.

O método existente atualmente e que está sendo aplicado aos cursos do modelo presencial mediado é o método tradicional de avaliação que dá uma forte ênfase aos aspectos avaliativos lineares, ou seja, os fatores quantitativos, que se resumem às notas dos trabalhos e às avaliações escritas todos eles obtidos por meio da composição de uma média aritmética.

Além disso, existe outro aspecto que dificulta a avaliação dos enfoques não lineares, ou seja, a avaliação da qualidade das interações entre alunos e professores, é o fator geográfico, pois no ensino presencial mediado por tecnologia, a distância entre os professores titulares e os alunos é muito grande. Como já citado, os alunos estão distribuídos por 12 cidades do interior do estado, são eles: Boca do Acre, Caraurari, Careiro Castanho, Coari, Eirunepé, Inhamundá, Lábrea, Manicoré, Maués, Presidente Figueiredo, São Gabriel da Cachoeira, mas os professores titulares estão em Manaus. O acompanhamento do desenvolvimento do aprendizado do aluno não pode ser realizado pelo professor titular, pois atualmente não existe esse retorno.

A contribuição deste trabalho foi uma busca dentro do enfoque da avaliação formativa geral e que visa suprir a necessidade de mais pesquisas a respeito de como concretizar informações esparsas a respeito do aluno e suas interações partindo do rastreamento dos atos e ações dos estudantes. O tema central foi trazer a realidade uma ferramenta que possibilitasse um retorno tanto aos próprios alunos quanto aos professores e que possibilitem as possíveis correções a tempo hábil.

Aqui a ênfase não é apenas avaliar por medir, mas um sentido mais amplo onde o ato de avaliar parta de um consistente levantamento de informações relativas à

aprendizagem do estudante e que possa induzir a um processo de tomada de decisões que permitam garantir o êxito de todo o processo. A análise de “como” será feita a avaliação sugere o estabelecimento de “como” se permitirá que os dados elicitados possam contribuir ao diagnóstico de todo o ensino que foi ministrado e assimilado pelo aluno durante o processo de aprendizagem. Tais informações, após consolidadas demonstraram uma ponderação a respeito das práticas desenvolvidas, se efetivas ou não.

O sucesso do aluno representa um avanço no esforço do projeto de ensino presencial mediado por tecnologia desenvolvido pela UEA, pois por se encontrar nas etapas iniciais ele necessita que sejam desenvolvidas ferramentas que possibilitem seu amadurecimento e concretização. O sucesso do modelo representará uma alternativa ao ensino e aprendizagem que poderá ser aplicado a outros estados e necessidades.

8.2 TRABALHOS FUTUROS

Na evolução do desenvolvimento deste trabalho, perceberam-se algumas necessidades que podem representar futuros trabalhos dentro do enfoque do ensino presencial mediado. O primeiro seria uma extensão natural da continuidade deste trabalho e constituiria a integração da ferramenta ao próprio ambiente virtual de aprendizagem (TADS VIRTUAL) já existente.

Sugere-se também a extensão e adaptação da ferramenta AVATads a outros modelos de ensino da UEA (Universidade do Estado do Amazonas), tais como o próprio modelo presencial que hoje abarca a grande maioria dos cursos da referida universidade.

Outra sugestão seria o desenvolvimento de uma ferramenta baseada na teoria fuzzy onde fossem categorizados os níveis taxonômicos de Bloom demonstrando uma organização hierarquizada dos objetivos educacionais e quando eles são alcançados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, H.; OLIVEIRA, J. **Lógica Difusa – Aspectos Práticos e Aplicações**. Editora INTERCIÊNCIA – DISAL. Primeira edição. São Paulo, 1999.

ARAÚJO, S. M. **Capacitação de Professores para Atuação em EAD: Um Estudo de Caso**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Ceará e Universidade Norte do Paraná. Brasília. 1997.

BALLESTER, Margarita et al. **Avaliação como apoio à aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BLOOM, B. S. et al. **Taxionomia dos objetivos educacionais - domínio cognitivo**. Porto Alegre: Globo, 1972. **Taxionomia dos objetivos educacionais - domínio afetivo**. Porto Alegre: Globo, 1974.

BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MADAUS, G. F. **Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar**. São Paulo: Pioneira, 1983.

BORBA, M.C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001 (Tendências em Educação Matemática).

BRADFIELD, JAMES M MOREDOCK. H. S. **Medidas e testes em educação: Introdução à sua teoria e prática para os níveis da escola primária e secundária**. Ed. Fundo de Cultura, Rio de Janeiro, 1963.

BRUSILOVSK, P; MILLER, P; REHAD, D; THYBERG, C. **Addressing assessment and adaptivity in web-based undergraduate courses**. Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1.6845&rep=rep1&type=>

[pdf](#) . Acessado em 16/10/2009.

CARNEIRO, V. L. Q. **Televisão, vídeo e interatividade em educação a distância: aproximação com o receptor-aprendiz**. In: FIORENTINI, R. L. M.; ALMEIDA, R. M. (orgs.) - **Linguagens e interatividade na Educação a Distância**, Rio de Janeiro: DP&A. 2003.

CHEN, G. et al. **A Fuzzy Logic Based Multiagent Coordination Framework**. Proceedings of International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce, 2003.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES 1/2001**. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2001. Seção 1, 12 p.

DEMO, P. **Complexidade e Aprendizagem - A dinâmica não linear do conhecimento**. Atlas, São Paulo, 2002.

DEPRESBITERIS, L. **Avaliação Educacional**. Brasília: SENAI/DN, 1999.

DEPRESBITERIS, L. **Avaliação da aprendizagem**: revendo conceitos e posições. In: SOUSA, Clarilza Prado de. (Org.). **Avaliação do rendimento escolar**. Campinas, SP: Papirus, 1991. 51-76 p.

DEPRESBITERIS, L. **O desafio da avaliação da aprendizagem: dos fundamentos a uma proposta inovadora**. São Paulo: EPU, 1989.

FABRI, J. A; FABRI, M. G. S. **Ferramenta Fuzzy para Acompanhamento do Desempenhados alunos nos Cursos à distância**. In: Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Workshop de Informática na Escola. Campinas. 2002.

FARIA, M. N.; et al. **Um Sistema de Avaliação em EAD baseado em lógica fuzzy**. Revista Horizonte Científico. Volume 1, n 8, 2008. Disponível em: <http://www.horizontecientifico.propp.ufu.br/include/getdoc.php?id=785&article=240&mode=pdf>. Acesso em: 08 de Outubro 2009.

FÁVERO, O. **Uma pedagogia da participação popular: Análise da prática educativa do MEB – Movimento de Educação de Base**. Coleção Educação Contemporânea. Ed. Autores Associados - São Paulo, 2006.

FERNANDES, D. **Avaliação das Aprendizagens: desafios às teorias, práticas e políticas**. Primeira edição. Lisboa: Texto Editores, 2005. 159 p.

FRANCISCATO, F. T.; Ribeiro; M. **Avaliação dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem Moodle, Teleduc e Tidia - Ae: Um Estudo Comparativo**. RENOTE, 2008.

Disponível em: http://www.cinted.ufrgs.br/renote/dez2008/artigos/8c_fabio.pdf. Acessado em: 21/10/2009.

FISCHER, M. C. B. O. **Estudo dos Requisitos para um Software Educativo de Apoio ao Ensino da Introdução à Computação**. Dissertação de Mestrado. USP – Universidade de São Paulo, 2001.

FREITAS, A. A.; LOYOLLA, W. ; Prates, M. **Linguagem e arquitetura de conteúdos em educação à distância mediada por computador**. In: IX Congresso Internacional de Educação à distância, 2002, São Paulo. Anais do IX Congresso Internacional de Educação à distância, 2002.

GOLDBERG, M. A .A.; SOUZA, C. P. **Avaliação de programas educacionais: vicissitudes, controvérsias e desafios**. São Paulo: EPU, 1982. 69 p.

GOLDBERG, M. W.; SALARI, S. **An Update on WebCT (World-Wide-Web Course Tools) - a Tool for the Creation of Sophisticated Web-Based Learning Environments**, Proceedings of NAUWeb '97 – Current Practices in Web-Based Course Development, Flagstaff, Arizona, 1997.

GOODARZI, M. H.; AMIRI, A. **Evaluating students' learning progress by using fuzzy inference system**. Proceedings of the 6th international conference on Fuzzy systems and knowledge discovery - Volume 3. IEEE Press, New Jersey, 2009.

GRAHAM, C. R. **Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions**. in Bonk, C. J.; Graham, C. R.. Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2005.

HADJI, C. **Avaliação Desmistificada**. Traduzido por P. C. Ramos, Porto Alegre: Editora Artmed, 2001. 136 p.

HAYDT, R. C. **Avaliação do processo ensino-aprendizagem**. São Paulo, Ática, 1988.

HENRI, F. Computer conferencing and content analysis. In: Kaye, A. R. (ed.): **Collaborative Learning through Computer Conferencing**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1991.

HOFFMANN, J. et. al . **Práticas Avaliativas e Aprendizagem Significativa: em diferentes áreas do currículo**. sl . Mediação, 2003.

KEEGAN, D. **The Foundations of the Distance Education**. London, ed. Croom Helm, 1996.

LEE, C. C. **Fuzzy Logic in controle Systems - Part I.** IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 20, nº 2, 1990. 404-418 p.

LEE, C. C. **Fuzzy Logic in controle Systems - Part II.** IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 20, nº 2, 1990. 419-435 p.

LITTO, F. M.; FORMIGA M. (org.) **Educação à distância. O estado da Arte.** Pearson Education do Brasil – São Paulo, 2009.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições.** 19. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2008. 180 p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e reforma curricular do Ensino Médio – Lei 9394/96. Brasília, 1996.

MASON, R. **Moderating educational computer conferencing.** DEOSNEWS, 1(19) . DEOS - The Distance Education Online Symposium. Disponível em: <http://www.emoderators.com/papers/mason.html> . Acessado em: 23/10/2009.

MAXIMO, L. F.; BARONE, D. A. C.; CARVALHO, M. J. S. Informática e avaliação na educação a distância na ufrgs: um panorama de 1998 a 2008. Novas Tecnologia na Educação. Disponível em: http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2008/artigos/1d_luis_fernando.pdf . Acessado em: 15/06/2010.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHRENS, M. **Novas tecnologias e Mediação Pedagógica.** Papirus Editora. São Paulo, 2000.

MORGAN, M. B. Comparison of Online Course Delivery Software Products. Internet Disponível em: <http://multimedia.marshall.edu/cit/webct/compare/>, 1999. Acessado em 21/10/2009.

MOURÃO A.; MALVEZZI, W. R.; BRESSAN G. **Uma Ferramenta Fuzzy de Acompanhamento de Estudantes em Ambientes de Aprendizagem no**

Modelo Presencial Mediado por TV. Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, 2009.

Disponível em:

<http://www.icet.ufam.edu.br/semanact2009/resumos/Resumo%20Andreza7>.

Acessado em 21/10/2009.

NÉRICI, I. G. **Avaliação da Aprendizagem.** In: - Didática Geral Dinâmica. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 1983.

OTSUKA, J. L.; ROCHA, H. V. **A caminho de um modelo de apoio à avaliação contínua.** 2002. São Paulo, Brasil: Universidade Estadual de Campinas.

Disponível em:

http://teleduc.nied.unicamp.br/pagina/publicacoes/15_jh_wie2002.pdf .

Acessado em 15/10/ 2009.

PERRENOUD, P. **Avaliação formativa num ensino diferenciado: Actas do colóquio realizado na Universidade de Genebra, Março 1978.** Coimbra: Livraria Almedina, 1986. 175-194 p.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens, entre duas lógicas.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

PLUGGE, L.A.; SCHOENMAKERS, S.; KIRSCHNER, P.A. **Electronic Environment for Management of Learning Systems.** The International Journal of Technologies for the Advancement Knowledge and Learning, Vol. 3, Janeiro, 2001.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design da interação: além da interação homem-computador.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRÉGENT, R. **La Préparation Dun cours.** Éditions de École Polytechnique de Montréal. Montreal.

PRIMO, A. F. T. **Interação mediada por computador: a comunicação e a**

educação à distância segundo uma perspectiva sistêmico- relacional. Porto Alegre: PGIE/UFRGS, 2003a. Tese de Doutorado.

QUINQUER, D. **Modelos e enfoques sobre avaliação: o modelo comunicativo.** In: BALLESTER, Margarita et al. **Avaliação como apoio à aprendizagem.** Porto Alegre: Artmed, 2003. 15 – 22 p.

RAMOS, J. A. G.; BARBOSA, W. A. **Proformar e a Educação no Amazonas.** 01. ed. Manaus: UEA Edições/ Editora Valer, 2008.

RISSOLI, V. R. V.; GIRAFFA, L. M. M. **Aprendizagem Significativa Apoiada por um Sistema Tutor Inteligente usando Lógica Fuzzy.** In: Workshop de Arquiteturas Pedagógicas para Suporte à Educação à distância mediada pela Internet. SBIE, 2., 2006. Brasília.

Disponível em:

http://www.pead.faced.ufrgs.br/sites/IIWAPSEDI/artigos_aceitos/24981.doc.

Acesso em: 08 de Outubro 2009.

RODRIGUES, A. P. **E-avalia: um agente para avaliação do ensino-aprendizagem em educação à distância.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2002.

ROMANI, L. A. S. **Intermap: ferramenta para visualização da interação em ambientes de educação à distância na Web.** São Paulo: UNICAMP. Dissertação de Mestrado, 2000. 20 p.

ROMÃO, J. E. **Avaliação dialógica: desafios e perspectivas.** 3 ed., São Paulo: Cortez, 2001.

ROMÃO, J.E. **Avaliação Dialógica – desafios e perspectivas.** 6. ed., São Paulo: Editora Cortez. Instituto Paulo Freire, 2005. 151 p.

ROMÃO, J. E. **Avaliação Dialógica: desafios e perspectivas.** 3a ed. São Paulo:

Cortez: Instituto Paulo Freire, 2001.

RUBLE, R. **Ambiguous psychological misconceptions.** Teaching of Psychology, Vol 13(1), 1986. 34-36 p.

Disponível em:

http://pdfserve.informaworld.com/189300_731530438_785863061.pdf. Acessado em 13/05/2009.

SALEH, I; KIM, S. **A fuzzy system for evaluating students' learning achievement.** Expert Systems with Applications: An International Journal Volume 36, Issue 3. Pergamon Press, Inc. New York, 2009.

SANT'ANNA, I. M. **Por que avaliar? Como Avaliar? Critérios e instrumentos.** 9 ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 1995.

SILVA, D. R; SENO, W. P.; VIEIRA, M.T.P. **Acompanhamento do aprendizado em educação à distância com uso de Data Mining.** Disponível em: <http://old.freedrive.com/public/8356/Clei2001.pdf>, 2001. Acessado em: 21/10/2009.

SIMÕES, M. G.; SHAW, I. S. **Controle e Modelagem Fuzzy.** 2ed. São Paulo: Blucher: FAPESP. 2007.

SOUSA, S. Z. L. **Revisando a teoria da avaliação da aprendizagem.** In: SOUSA, C. P. (org.). **Avaliação do rendimento escolar.** 2. ed., Campinas: Papirus, 1993.

SOUZA C. P. (org.). **Avaliação do rendimento escolar.** 2 ed. Campinas: Papiro, 1993.

SOUZA, L. G. M.; Barreto, G. A. **Nonlinear system identification using local ARX models based on the self organizing map.** Learning and Nonlinear Models, vol. 4, no. 2, 2006. 112-123 p.

TAROUCO, L. **Educação à distância: Tecnologias e Métodos para Implantação e Acompanhamento**. I Workshop Internacional sobre Educação Virtual, Fortaleza, 1999.

TUCKER, R. **Assessing the virtual classroom: a progress report**. Assessment and Accountability Forum. Volume 4, 1995.
http://www.intered.com/extra/jiqm/v5n2_cyberq.pdf. Acessado em: 15/10/2009.

TURRA, C. M. G. et al. **Planejamento e projetos do ensino e avaliação**. 4 ed. Porto Alegre: Emma, 1975.

TURRA, D. E.; SANT'ANNA, F. M.; ANDRÉ, L. C. **Planejamento de ensino e avaliação**. 11. ed. Porto Alegre: Sagra, 1989.

TSENG, M. L. **Implementation and performance evaluation using the fuzzy network balanced scorecard**. Computers & Education, Volume 55, Issue 1, 2010. Elsevier Science Ltd. Oxford, UK.

WEBER, L., KLEIN T. A. P. **Aplicações da Lógica Fuzzy em Software e Hardware**, Canoas (RS), 2003: Ed. Ulbra.ZADEH, L. A. **Fuzzy Sets, Information and Control**, 1965.

WEBB, B.; NEWMAN, D.R.; COCHRANE, C. **A content analysis method to measure critical thinking and computer supported group learning**. Interpersonal Computing and Technology: An Electronic Journal for the 21st Century, 1995. 56-77 p.

WEON, S; KIM, J. **Learning Achievement Evaluation Strategy Using Fuzzy Memberchip Function** 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Reno, NV, 2001.

ZADEH, L. A. **Fuzzy sets**. *Information and Control*. Vol 8, 1965 338-352 p.

ZADEH, L. A. **Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Process**, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Vol, SMC-3, Nº 1, 1973.

ZAINA, L. A. M. ; BRESSAN, G. . **Acompanhamento do Aprendizado do Aluno em Cursos à distância através da Web: Metodologias e Ferramenta**. São Paulo: Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP), 2002.

ZAINA, L. A. M. ; BRESSAN, G; RUGGIERO, W. V. **Learning Management System of Tidia-AE Project**. *Computers and Advanced Technology in Education*, 2006. Disponível em: <http://www.actapress.com/Cart.aspx> . Acessado em: 15/06/2010.

GLOSSÁRIO

Amazônida – habitante dos estados que compõem a região amazônica.

Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) - são programas que visam o auxílio na composição de cursos que podem ser acessados via web. Criados para auxiliar no gerenciamento de conteúdos voltados aos estudantes e na coordenação do curso, permite fazer o acompanhamento dos alunos em atividades de aprendizagem.

Avaliador - Profissional responsável pelo planejamento, condução e execução dos processos de avaliação em distintos contextos e com múltiplos propósitos e alcances.

Avaliação da aprendizagem - Área específica do âmbito avaliativo educacional no qual são estimados os conhecimentos, habilidades e atitudes contraídas pelo estudante como decorrência das várias experiências educacionais e tendo como metas a seleção, orientação, apoio, etc.

Apreciação de dados - Utilização de técnicas e instrumentos a fim de anuir à informação a qual se quer conhecer e relacionada ao objeto de estudo.

Conjuntura de avaliação - O total de fatores e situações (socioeconômicas, políticas, institucionais ou geográficas) que estejam presentes ou que sejam de alguma forma, influentes no processo de avaliação.

Dados - Informação que seja qualitativa ou quantitativa que se consegue durante o processo avaliativo e expressa as peculiaridades mais ressaltantes do objeto avaliado. Este é o ingrediente principal usado na elaboração do juízo, da estimação, da mensuração usados na tomada de decisões.

Defuzificação - Conversão de um conjunto fuzzy em uma saída numérica.

Efetividade na educação - harmonia entre o que foi planejado e o que foi alcançado.

Fuzificação - É a conversão de um valor numérico de entrada em graus de pertinência das funções de pertinência definidas na variável, referentes a este valor.

Indicadores - Demonstração clara, real e concreta que manifesta as características do objeto estudado. Mais especificamente, os indicadores são aplicados para julgar a condição qualitativa, a eficácia e a produtividade.

Inferência - Aplicação das regras linguísticas a valores de entrada afim de serem gerados valores de saída.

Mérito - Valor ou importância qualitativa de um objeto ou processo por suas características inerentes relativos a um certo critério numa avaliação.

Norma - Princípio admitido em um processo avaliativo que tem o objetivo de descrever o desempenho característico e por meio da qual se julga um aluno, objeto ou procedimento.

Notificação da avaliação - Comprovante que descrevam resultados e sugestões do processo avaliativo.

Obtenção de aprendizagem - Alcance das metas propostas em graus de alcance do aprendizado presumido.

Propósito da avaliação - É a expressão ou finalidade de um processo avaliativo. Sabendo-se o propósito pode se definir para o que se está avaliando, o que é de suma importância a fim de formular os questionamentos que sejam necessários para determinar os dados quantitativos e qualitativos demandados para que haja a emissão de um juízo de valor daquilo que se avalia.

VOLERE – É um método completo de obtenção de requisitos, baseado nos casos de uso.

APÊNDICE A – Base de regras da ferramenta AVATads

```
RULE 1 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Insuficiente
and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Insuficiente THEN
naprendizagem IS Insuficiente.
RULE 2 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Insuficiente
and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Bom THEN
naprendizagem IS Insuficiente.
RULE 3 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Insuficiente
and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Muito_bom THEN
naprendizagem IS Insuficiente.
RULE 4 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Insuficiente
and vlforum IS Bom and vltarefa IS Insuficiente THEN
naprendizagem IS Insuficiente.
RULE 5 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Insuficiente
and vlforum IS Bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS
Insuficiente.
RULE 6 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Insuficiente
and vlforum IS Bom and vltarefa IS Muito_bom THEN
naprendizagem IS Insuficiente.
RULE 7 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Insuficiente
and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Insuficiente THEN
naprendizagem IS Insuficiente.
RULE 8 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Insuficiente
and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Bom THEN
naprendizagem IS Insuficiente.
RULE 9 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Insuficiente
and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Muito_bom THEN
naprendizagem IS Regular.
RULE 10 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Bom and
vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Insuficiente THEN
naprendizagem IS Insuficiente.
RULE 11 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Bom and
vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem
IS Insuficiente.
RULE 12 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Bom and
vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Muito_bom THEN
naprendizagem IS Insuficiente.
RULE 13 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Bom and
vlforum IS Bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem
IS Insuficiente.
```

RULE 14 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 15 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 16 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Insuficiente.

RULE 17 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 18 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 19 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Insuficiente.

RULE 20 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Insuficiente.

RULE 21 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 22 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Insuficiente.

RULE 23 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 24 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 25 : IF vlteste IS Insuficiente and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 26 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Insuficiente.

RULE 27 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Insuficiente.

RULE 28 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Insuficiente.

RULE 29 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Insuficiente.

RULE 30 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 31 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 32 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 33 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 34 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 35 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 36 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom

RULE 37 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 38 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 39 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 40 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 41 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 42 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 43 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 44 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 45 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 46 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 47 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 48 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 49 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 50 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 51 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 52 : IF vlteste IS Bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 53 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 54 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Regular

RULE 55 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 56 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 57 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 58 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 59 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 60 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 61 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Insuficiente and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 62 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Regular.

RULE 63 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 64 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 65 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 66 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 67 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 68 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 69 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 70 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 71 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 72 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 73 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Insuficiente and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 74 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Bom.

RULE 75 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 76 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 77 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Insuficiente THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 78 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

RULE 79 : IF vlteste IS Muito_bom and vlchat IS Muito_bom and vlforum IS Muito_bom and vltarefa IS Muito_bom THEN naprendizagem IS Muito_bom.

APÊNDICE B – Artigos aceitos:

- **VI Congresso Brasileiro de Ensino Superior à distância (ESUD 2009)**

Tema: Uma ferramenta Fuzzy de acompanhamento de estudantes em ambientes de aprendizagem no modelo presencial mediado por TV.

Andreza B. Mourão¹, William R. Malvezzi¹ e Graça Bressan¹

¹Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores (LARC)

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP)

andreza.mourao@poli.usp.br, wmalvezzi@usp.br, gbressan@larc.usp.br.

Disponível em: http://www.uemanet.uema.br/artigos_esud/ . Artigo número 57216. Apresentado em Novembro de 2009.

- **FIE 2010 - The 40th IEEE Annual Frontiers in Education (FIE 2010) Conference.** Outubro de 2010.

Tema: Learning evaluation in classroom mediated by technology model using fuzzy logic at the University of Amazonas State.

William R Malvezzi¹, Andreza B Mourão¹ and Graça Bressan¹

¹University of São Paulo, wmalvezzi@usp.br, andreza.mourao@poli.usp.br, gbressan@larc.usp.br.