

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO
CONHECIMENTO**

Cecilia Estela Giuffra Palomino

**Aplicação de um modelo adaptativo de tutores inteligentes para
disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de ensino-
aprendizagem**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação
em Engenharia e Gestão do Conhecimento da
Universidade Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Grau de Doutora em Engenharia e
Gestão do Conhecimento

Orientadora: Professora. Dra. Marina Keiko
Nakayama

Coorientador: Professor Dr. Ricardo Azambuja
Silveira

Florianópolis
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da
UFSC.

Giuffra Palomino, Cecilia Estela

Aplicação de um modelo adaptativo de tutores inteligentes para disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem / Cecilia Estela Giuffra Palomino ; orientadora, Marina Keiko Nakayama, coorientador, Ricardo Azambuja Silveira, 2017.

163 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Adaptatividade. 3. Tutores Inteligentes . 4. Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem. 5. Disseminação do Conhecimento. I. Nakayama, Marina Keiko. II. Azambuja Silveira, Ricardo. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

Cecilia Estela Giuffra Palomino

**APLICAÇÃO DE UM MODELO ADAPTATIVO DE TUTORES
INTELIGENTES PARA DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO EM
AMBIENTES VIRTUAIS DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Florianópolis, 10 de Julho de 2017.

Prof.^a Gertrudes Aparecida Dandolini, Dr.^a
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Marina Keiko Nakayama, Dr.^a - Orientadora - UFSC

Prof. Ricardo Azambuja Silveira, Dr. - Coorientador – UFSC

Prof.^a Anarosa Alves Franco Brandão, Dr.^a - USP

Prof. André Luís Alice Raabe, Dr. - UNIVALI

Prof. Elder Rizzon Santos, Dr. – PPGCC/UFSC

Prof. Márcio Vieira de Souza, Dr. – PPGEGC/UFSC

Prof.^a Araci Hack Catapan, Dr.^a - PPGEGC/UFSC

À minha família, especialmente às novas gerações que nos veem como exemplo.

AGRADECIMENTOS

Após uma jornada de muito aprendizado que culminou com a entrega deste trabalho, gostaria de deixar registrado um agradecimento àqueles que, de uma ou outra forma, contribuíram para que o trabalho fosse finalizado. Gostaria, então de agradecer com muito carinho aos meus professores orientadores, Marina e Ricardo, por terem me incentivado a abraçar o desafio de fazer o doutorado. Também, por terem me apoiado em todos os momentos, desde as disciplinas até as escritas de artigos e apresentações em eventos e congressos. Por terem me acompanhado e terem sido meus pilares dentro da UFSC e por terem me acolhido, aconselhado, cuidado, fora das paredes da universidade todas as vezes que eu precisei.

Agradeço também, aos professores da banca, por todas as contribuições dadas para o enriquecimento da tese e pela participação e carinho com que olharam meu trabalho.

Aos meus colegas do IATE, em especial aos que viraram amigos, Thiago, Naiane, Carol, Gi, Soninha e Darlan, pela convivência, as “cobranças” perguntando se já tinha acabado aquela parte que devia estar terminada naquele momento. Pelos cafés e pelos bolos. Pelos encontros fora da UFSC. Pela feirinha das quartas-feiras.

A todos meus amigos da computação, porque desde que comecei essa jornada acadêmica sempre me apoiaram e ficaram contentes com cada artigo publicado, cada apresentação, ou cada passo adiante que eu ia contando para eles.

Aos meus amigos e amigas em geral, pelas conversas jogadas fora quando precisava disso, em especial à Charo, pela companhia constante desde que chegou de Lima, pelas mensagens e visitas no laboratório, por todos os momentos em que conseguimos compartilhar nossas vitórias e nossas preocupações.

À minha família que, embora longe, está sempre aí, à distância de uma mensagem ou uma ligação, de um comentário ou de um “curtir”. A todos eles, pai, mãe, irmãos, irmãs, tios, tias, primos, primas, cunhados, cunhadas, sobrinhos e sobrinhas. A lista é longa para escrever todos aqui, mas o agradecimento vai para todos e cada um deles, e em especial, como sempre, para meu pai, meu guia, me porto seguro, quem está sempre aí, me cuidando de longe, se preocupando por cada passo que dou, quem acredita em mim sempre e sabe me dizer as palavras que eu preciso ouvir em todos os momentos.

E, também, para meu irmão mais velho, que desde que nasci foi meu grande companheiro em tudo, que continua ficando pendente de mim e que me deu os dois sobrinhos mais lindos que há, Emmita e Augustito, a quem também devo agradecer pelos momentos de felicidade que passamos juntos, pela inocência que trazem consigo e porque, pelo simples fato de existir, me incentivam a querer ser um exemplo para eles, de todas as formas.

Ao meu noivo, Glauco, meu companheiro do dia a dia, por ser como ele é e me apoiar em todo momento. Por me ajudar a levantar quando o cansaço podia

mais que eu. Por me entender e me abraçar quando simplesmente precisava de um abraço. Pela sua calma e paciência em muitos momentos. Pelo incentivo. E junto com ele, agradeço a toda sua família, que me acolheu com um carinho tão grande que me fez sentir querida desde sempre, que me apoia também em todo momento, e que hoje eu vejo também como minha família.

Aos meus gatinhos Abu, Avelã e mais recentemente o Simba, que foram meus companheiros nas longas horas de escrita do texto.

Agradeço também ao pessoal da mobLee, que torceu por mim e me adotou como parte deles, a sua energia com certeza foi de muita ajuda. E ao pessoal da Delinea que me apoiou e deu a mão, respeitando minhas decisões quando dei preferência ao doutorado.

E, para finalizar, agradeço ao PPGEGC, que me recebeu como estudante, à CAPES que me apoiou como bolsista, ao CNPq que permitiu que eu pudesse fazer o sanduíche e à UFSC que me abriu as portas há doze anos atrás.

É importante a vontade de aprimorar o conhecimento: Tudo é motivo para aprendizagem e crescimento. Nunca perca a curiosidade e a vontade de progredir, independente de sua idade.

(Perfect Liberty)

Noventa por cento do sucesso se baseia simplesmente em insistir.

(Woody Allen)

RESUMO

Ambientes virtuais de ensino-aprendizagem são utilizados tanto no ensino a distância quanto no presencial e em ambientes corporativos como ferramenta de apoio no processo de compartilhamento de conhecimento. Os professores ou responsáveis pelo espaço da turma adicionam o material relativo ao domínio do conhecimento envolvido e, também, elaboram e propõem atividades de mediação pedagógica para os participantes. Esse processo, de um modo geral, resulta em um espaço que se apresenta da mesma forma para todos os participantes, sem levar em conta as diferenças que existem entre cada um deles, tanto em desempenho quanto em comportamento no ambiente. A proposta deste trabalho é aplicar um modelo de ambiente inteligente adaptativo, baseado em agentes, de modo a permitir a disseminação do conhecimento entre os participantes, utilizando os recursos e ferramentas disponíveis no ambiente, levando em conta os critérios definidos pelos professores ou responsáveis da organização da turma, junto com os dados de desempenho dos estudantes e demais dados obtidos a partir dos acessos ao ambiente. Neste modelo, os recursos e atividades são disponibilizados para os participantes de forma individualizada e adaptativa. Para isso, foi desenvolvido um sistema que utiliza o Moodle como estudo de caso e foi criado um curso de cálculo básico para fazer o estudo de caso com participantes. Foram realizados testes com 12 participantes, 4 deles participaram em uma etapa de pré-testes e 8 em uma etapa final de testes do sistema. Os resultados indicam que o modelo adaptativo funciona como esperado, disponibilizando os materiais de forma diferenciada para os estudantes, e que o modelo proposto é aceito pelos participantes. Além disso, este trabalho inclui também a proposta de uma técnica de design instrucional para ambientes adaptativos, considerando que o professor da turma realiza o papel de designer.

Palavras-chave: Adaptatividade. Tutores Inteligentes. Ambientes Virtuais de Ensino-Aprendizagem. Disseminação do Conhecimento.

ABSTRACT

Virtual learning environments are used in distance and face-to-face learning and in corporate environments as a support tool in the process of knowledge sharing. The teachers or people that is in charge of the class space add the material related to the domain of knowledge involved. Besides that, they elaborate and propose pedagogical mediation activities for the participants. This process, in general, results in a space in wich everything are presented in the same manner to every participants, without taking into account the differences that exist between each of them, both in performance and behavior in the environment. The purpose of this work is to apply an agent-based adaptive intelligent model to allow the dissemination of knowledge among participants using the resources and tools available in the environment, taking into account the criteria defined by the teachers, along with student performance data and other data obtained from the accesses to the environment. In this model, resources and activities are made available to the participants in an individualized and adaptive way. For this, a system was developed that uses Moodle as a case study and a basic calculus course designed to evaluate the proposed model observing real undergraduate students using the learning environment. The evaluation was performed with 12 participants, 4 of them participated in a pre-test stage and 8 in a final stage of system tests. The results indicate that the adaptive model works as expected, making materials available adaptively to the students and that the proposed model is accepted by the participants. In addition, this work also includes the proposal of an instructional design technique for adaptive environments, recognizing the classroom teacher as the designer.

Keywords: Adaptivity. Intelligent Tutors. Learning Management Systems. Dissemination of Knowledge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo desenvolvido baseado no modelo clássico de tutores inteligentes.....	26
Figura 2. Quantidade/ano artigos recuperados	31
Figura 3. Nuvem de autores.....	32
Figura 4. Organização da fundamentação teórica.....	41
Figura 5. Arquitetura clássica de um STI	53
Figura 6. Fases do processo de design instrucional	58
Figura 7. Partes da pesquisa.....	64
Figura 8. Modelo base do sistema	66
Figura 9. Modelo atualizado do sistema	68
Figura 10. Modelo do AVEA em produção.....	69
Figura 11. Fluxo agente Gerente.....	70
Figura 12. Fluxo agente Bedel.....	71
Figura 13. Fluxo agente Tutor	73
Figura 14. Bloco Tutor do Moodle	76
Figura 15. Configuração níveis de dificuldade.....	76
Figura 16. Configuração de recurso e atividade iniciais.....	77
Figura 17. Configuração pré-requisitos	78
Figura 18. Fragmento do grafo de uma turma	79
Figura 19. Questionário e grupo relacionado.....	83
Figura 20. Histórico estudante id 15	84
Figura 21. Histórico estudante id 17	86
Figura 22. Agente Gerente – código fonte.....	89
Figura 23. Agente Bedel – código fonte	91
Figura 24. Agente Tutor – código fonte	92
Figura 25. Etapas do ADDIE.....	95
Figura 26. Curso com quatro tópicos.....	98
Figura 27. Curso com diversos níveis nos tópicos.....	100
Figura 28. Extensão Design.....	101
Figura 29. Extensão Desenvolvimento.....	102
Figura 28. Exercícios em curso de cálculo	105
Figura 29. Teste e tema inicial.....	107
Figura 30. Tema final e teste de aproveitamento	108
Figura 31. Visão do curso com perfil de estudante.....	109
Figura 32. Legenda das imagens da simulação e alunos pré-teste.....	110
Figura 33. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante A.....	111
Figura 34. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante B.....	112
Figura 35. Notas e perfis estudantes pré-teste média normal	114
Figura 36. Notas e perfis estudantes pré-teste média com conteúdo de reforço.....	115
Figura 37. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante C.....	115
Figura 38. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante D.....	116
Figura 39. Idade dos participantes que concluíram o curso.....	118
Figura 40. Quantidade de vezes que os participantes fizeram cálculo	119
Figura 41. Notas e perfis de desempenho dos estudantes participantes do teste	119
Figura 44. Média e desvio padrão das notas.....	119
Figura 42. Legenda das imagens com os fluxos dos participantes do teste.....	120

Figura 43. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 1	121
Figura 44. Mensagens do agente Tutor para o estudante 1	122
Figura 45. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 2	123
Figura 46. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 3	124
Figura 47. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 4	124
Figura 48. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 5	125
Figura 49. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 6	125
Figura 50. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 7	126
Figura 51. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 8	127
Figura 52. Pesquisa sobre o curso questão 1	128
Figura 53. Pesquisa sobre o curso questão 3	129
Figura 54. Pesquisa sobre o curso questão 4	129
Figura 55. Pesquisa sobre o curso questão 5	130
Figura 56. Pesquisa sobre o curso questão 6	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Termos de consulta	30
Quadro 2. Trabalhos EGC	38
Quadro 3. Modelos de DI	56
Quadro 4. Cálculo de média pelo agente	85
Quadro 5. Mensagens do agente Tutor	93
Quadro 6. Conteúdos Curso Cálculo Básico	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A&A	
Agentes e Artefatos	65
ADDIE	
<i>Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation</i>	56
AVEA	
Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem	23
BDI	
Belief – Desire – Intention	54
CBO	
Classificação Brasileira de Ocupações.....	55
DI	
Design Instrucional.....	55
EaD	
Educação a Distância.....	27
EGC	
Engenharia e Gestão do Conhecimento.....	29
GNU LGPL	
GNU – Lesser General Public License	80
IA	
Inteligência Artificial	26
ICALT	
International Conference on Advanced Learning Technologies	32
ITS	
<i>Intelligent Tutoring Systems</i>	51
LMS	
<i>Learning Management Systems</i>	50
LOM	
Learning Object Metadata	49
MOOC	
<i>Massive Open Online Course</i>	48
Moodle	
Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment	37
PPGEGC	
Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento	37
RBIE	
Revista Brasileira de Informática na Educação	29
RENOTE	
Revista Novas Tecnologias na Educação	29
SCIS	
School of Computing & Information Systems	64

<i>SCORM</i>	
<i>Sharable Content Object Reference Model</i>	49
STI	
Sistema de Tutores Inteligentes	25
TCLE	
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	107
TICs	
Tecnologias da Informação e Comunicação	43
UFSC	
Universidade Federal de Santa Catarina	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	23
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	25
1.2 JUSTIFICATIVA	26
1.3 RELEVÂNCIA DA PESQUISA.....	29
1.3.1 <i>Principais Contribuições.....</i>	<i>33</i>
1.3.1.1 Publicações	33
1.3.2 <i>Ineditismo.....</i>	<i>34</i>
1.4 PROBLEMATIZAÇÃO E OBJETIVOS DA PESQUISA.....	35
1.4.1 <i>Objetivo Geral.....</i>	<i>36</i>
1.4.2 <i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>36</i>
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	37
1.6 ADERÊNCIA DO OBJETO DE PESQUISA AO PPGE GC	37
1.7 METODOLOGIA UTILIZADA	39
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	41
2.1 DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO	41
2.2 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.....	43
2.3 AMBIENTES VIRTUAIS DE ENSINO-APRENDIZAGEM.....	46
2.3.1 <i>Adaptatividade em AVEA.....</i>	<i>48</i>
2.3.1.1 Adaptatividade versus Adaptabilidade	50
2.4 TUTORES INTELIGENTES.....	51
2.4.1 <i>Formas de Adaptatividade.....</i>	<i>54</i>
2.5 PROCESSO DE DESIGN INSTRUCIONAL	55
2.5.1 <i>Modelo ADDIE.....</i>	<i>58</i>
2.5.2 <i>Design Instrucional fixo, aberto e contextualizado.....</i>	<i>60</i>
2.5.3 <i>Design instrucional e ambientes adaptativos.....</i>	<i>60</i>
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	63
4 DESCRIÇÃO DO MODELO.....	65
4.1 MODELO DOS AGENTES	65
4.2 ALTERAÇÕES NO MODELO DOS AGENTES.....	67
4.3 FUNCIONAMENTO DO MODELO	75
4.4 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO	79
4.4.1 <i>Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem Moodle.....</i>	<i>81</i>
4.4.1.1 Bloco Tutor no Moodle.....	81
4.4.1.2 Disponibilização de materiais adaptativos no Moodle	82
4.4.1.3 Banco de dados Moodle	86
4.4.2 <i>Implementação dos Agentes.....</i>	<i>88</i>

5	TÉCNICA DE DESIGN INSTRUCIONAL	95
5.1	EXTENSÃO NA FASE DE DESIGN	97
5.2	EXTENSÃO NA FASE DE DESENVOLVIMENTO	101
6	AVALIAÇÃO DO MODELO.....	103
6.1	CURSO DE CÁLCULO BÁSICO	103
6.2	METODOLOGIA DA AVALIAÇÃO	106
6.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO	110
7	CONCLUSÕES.....	133
7.1	TRABALHOS FUTUROS E SUGESTÕES DE MELHORIA DO MODELO	135
	REFERÊNCIAS	137
	APÊNDICE A	149
	APÊNDICE B	151
	APÊNDICE C	155
	APÊNDICE D	159
	RESUMO DOS TRABALHOS PUBLICADOS	159
	ANEXO I	163

1. INTRODUÇÃO

Segundo Al-ajlan e Zedans (2008), ambientes virtuais de ensino-aprendizagem (AVEAs) podem ser definidos como um conjunto de ferramentas de aprendizagem interativas integradas, onde recursos de conteúdo e pedagógicos estão disponíveis online. Estas ferramentas permitem que os professores forneçam um retorno ao estudante sobre suas atividades e são considerados recursos importantes na educação. Ambientes virtuais de ensino-aprendizagem são usados de forma satisfatória em ensino online, mas usualmente, não se comportam de forma interativa e personalizada com os estudantes, disponibilizando tarefas e material de estudo levando em conta as suas características. Normalmente AVEAs fornecem os mesmos recursos pedagógicos e o mesmo conteúdo para todos os estudantes, sem considerar suas necessidades individuais e específicas.

Para Santos (2003), um ambiente virtual de ensino-aprendizagem é “um espaço fecundo de significação onde seres humanos e objetos técnicos interagem, potencializando assim, a construção de conhecimentos, logo a aprendizagem”. Segundo Pereira, Schmitt e Dias (2007) ambientes virtuais de ensino-aprendizagem são ferramentas e recursos tecnológicos que utilizam o ciberespaço para veicular conteúdo e permitir interação entre os atores do processo educativo.

Assim, temos que ambientes virtuais de ensino-aprendizagem são instrumentos que viabilizam a produção, a gestão e o compartilhamento de conhecimento, bem como a disponibilização de ferramentas e recursos de mediação pedagógica, utilizando o ciberespaço e permitindo a interação entre os atores. Porém, este compartilhamento e disponibilização de recursos acontecem de forma limitada, no que diz respeito à reusabilidade, que é o processo em que um recurso é utilizado mais de uma vez em diferentes ambientes, e adaptatividade que, no contexto de ambiente, é a capacidade que ele tem de se adaptar de forma automática, de acordo com as mudanças que acontecem nele.

Estas mudanças podem se apresentar de diferentes formas. Em um curso, por exemplo, a mudança no ambiente acontece quando um estudante responde uma atividade e tem uma avaliação referente a sua resposta, ou quando um estudante entra em um conteúdo específico.

Quando não há adaptatividade, o desenvolvimento do curso ocorre da mesma forma para todos os estudantes, no que se refere à disponibilização do material de estudo e das atividades a serem realizadas. Sem ser adaptativo, para todos os usuários do ambiente o processo ocorre da mesma forma. Partindo-se da premissa de que cada

estudante é um ser independente e diferente, a adaptatividade é a propriedade do ambiente que permite que cada diferente usuário tenha acesso a um aprendizado personalizado.

Segundo ZELIĆ, ROSIĆ e GLAVINIĆ (2011), a sociedade do conhecimento de hoje sabe da importância que tem a aprendizagem. Neste contexto pesquisas sobre ambientes adaptativos, que exploram as habilidades do estudante para levar a uma melhor aprendizagem vêm sendo desenvolvidas. Na pesquisa de Marcuzzo, Gubiani e Lopes (2015), que estudaram a satisfação dos estudantes em cursos a distância, o resultado mostra que a flexibilidade do curso, que é quando os métodos de ensino se adaptam às suas necessidades, é um dos fatores que se destacam como ponto positivo para a satisfação no curso.

Segundo o US Department of Education (2013), um sistema adaptativo, usando informações coletadas durante o curso, personaliza o ambiente com o objetivo de melhorar ou acelerar o ganho de desempenho do estudante. O principal objetivo dos sistemas adaptativos é reconhecer o estado do estudante, o quanto ele entende do conteúdo e, com essa informação, tentar ajudá-lo oferecendo um conteúdo que melhor se adequa a ele. Avaliando-o novamente ou dando uma dica que o ajude a atingir os objetivos do curso.

Além disso, os níveis de dificuldade do conteúdo podem fazer com que os estudantes se sintam mais confiantes ou frustrados, dependendo de seus próprios níveis de conhecimento. Um estudante que precisa resolver um problema que é muito fácil para ele pode ficar desmotivado ou entediado sobre o tema, e outro estudante que tem mais dificuldades de resolver o mesmo problema pode ficar frustrado. Além disso, o custo de ter um professor para cada estudante seria inviável. Por isso, não é fácil ter um aprendizado personalizado (Oxman e Wong, 2014).

Quando o curso não é adaptativo, todos os alunos têm acesso ao mesmo conteúdo e fazem as mesmas atividades de mediação pedagógica. Basicamente, os sistemas de aprendizagem adaptativa usam informações obtidas a partir da interação entre o aluno e o sistema para atualizar no ambiente alguns aspectos, tais como o conteúdo, a sequência de atividades, o nível de dificuldade, entre outras (US Department of Education, 2013).

Em comparação com os métodos tradicionais, os sistemas de aprendizagem adaptativa têm melhores resultados em eficiência e efetividade para a aprendizagem dos alunos. Além disso, um estudo recente concluiu que a efetividade de alguns sistemas adaptativos, que é

quando o funcionamento tem resultados positivos, é quase a mesma que a da tutoria humana individual (VanLehn, 2011).

O uso dos termos adaptatividade e adaptabilidade, por serem parecidos, costumam causar algum tipo de confusão na leitura. Para ter os conceitos esclarecidos para este trabalho é feita uma explicação detalhada da diferença entre estes dois termos no capítulo 2. Antecipando a definição, para melhor compreensão, considera-se neste trabalho que o termo adaptatividade, que vem do inglês *adaptivity*, se refere à capacidade do sistema de se adaptar automaticamente, enquanto que o termo adaptabilidade, do inglês *adaptable*, refere-se à capacidade do sistema poder ser configurado pelo usuário.

Também, para um melhor entendimento no texto, de alguns termos utilizados na tese, como **curso** e **turma**, que possuem um significado semelhante, mas algumas vezes diferenciados, de acordo com o contexto em que eles são empregados, julga-se necessário uma definição prévia. Portanto, estabelecemos que empregaremos o termo curso quando queremos nos referir, tanto a uma disciplina quanto a um curso de extensão. Assim, esses dois conceitos (disciplina e curso de extensão) serão substituídos em todo o texto com a palavra **curso**. Empregaremos o termo **turma** quando desejarmos nos referir a uma instância de um curso. Por exemplo, o curso de matemática pode ter duas turmas com o mesmo plano de ensino, que são disponibilizadas para diferentes grupos de estudantes.

A seguir serão descritos o contexto da pesquisa, a justificativa, a relevância da pesquisa, a problematização e objetivos, a delimitação da pesquisa, a aderência do objeto de pesquisa ao EGC e a metodologia a ser utilizada na pesquisa.

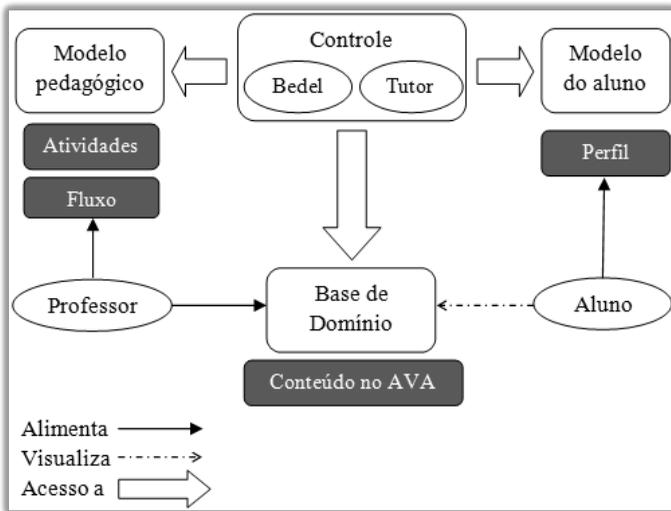
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta Tese de Doutorado surge da experiência da pesquisadora na área de estudo, e as pesquisas anteriores realizadas sobre o tema. Esta experiência resultou na elaboração de um modelo de Sistema de Tutores Inteligentes (STI) para ambientes virtuais de ensino-aprendizagem baseado em agentes, durante a realização da dissertação de mestrado, e no desenvolvimento de um protótipo que inclui dois tipos de agentes de software associados ao AVEA: um para apoio ao professor (Bedel), e o outro para fazer contato com o estudante (Tutor). Este modelo, apresentado da figura 1, foi criado com base no modelo clássico de sistemas de tutores inteligentes. Na figura é mostrado o modelo pedagógico que contém as atividades e o fluxo de realização delas pelo

aluno, o modelo de aluno com os dados de perfil do estudante, o controle com os agentes Bedel e Tutor e a base de domínio que é representada pelo AVEA.

O trabalho desenvolvido pela autora, durante a dissertação de mestrado mostrou que é possível, com o uso de agentes, agregar adaptatividade em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem para a disponibilização dos conteúdos e atividades. Dessa forma, estudantes de uma mesma turma possam acessar diferentes recursos e atividades, dependendo do nível de aprendizagem de cada um deles, que é avaliado pelo próprio desempenho nas atividades realizadas durante o tempo que o curso é ministrado.

Figura 1. Modelo desenvolvido baseado no modelo clássico de tutores inteligentes



Fonte: Elaborada pela autora (2015)

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o intuito de fornecer adaptatividade em ambientes de aprendizagem, de acordo com as características e o desempenho dos estudantes e permitir um alto grau de interatividade entre o ambiente e os usuários, aponta-se o uso de recursos que utilizem técnicas de Inteligência Artificial (IA) (SILVEIRA, 1998), como é o caso dos sistemas de tutores inteligentes.

Sistema de Tutores Inteligentes (STI) são sistemas complexos que envolvem vários tipos diferentes de especialidade: conhecimento do domínio, conhecimento dos estudantes, conhecimento pedagógico, entre outros (FRASSON, MENGELLE e AIMEUR, 1997). Além disso, um STI se caracteriza por incorporar técnicas de IA no seu projeto de desenvolvimento e atua auxiliando no processo de ensino e aprendizagem (SANTOS et al. 2001).

Estes sistemas são vistos como um campo interdisciplinar que investiga como desenvolver sistemas educacionais que forneçam instruções personalizadas adequadas às necessidades dos estudantes. Pesquisas em STI se preocupam com a construção de ambientes que permitem um aprendizado mais eficiente. A tecnologia de agentes faz o STI adaptativo às necessidades individuais e características de cada estudante (CONATI, 2009; FRIGO, POZZEBON e BITTENCOURT, 2004).

Atualmente a educação, tanto a distância quanto presencial, utiliza ferramentas adequadas para servir de apoio à aprendizagem. Ambientes virtuais de ensino-aprendizagem fazem parte das ferramentas mais utilizadas pelas instituições com o intuito de facilitar a disposição dos materiais para os estudantes e levar um controle da interação deles com os recursos educacionais, colegas, professor, e sistema em geral.

Além disso, o ambiente corporativo também faz uso dos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem em programas de capacitação realizados a distância. Segundo Nakayama e Silveira (2010), “ambientes computacionais de ensino passaram a ser vistos como uma excelente alternativa para a educação a distância (EaD), tanto no contexto institucional quanto na educação corporativa”, assim, o meio corporativo também é um setor que consegue ser explorado para fins educativos e de aperfeiçoamento profissional.

Os ambientes virtuais têm funcionado muito bem, mas o fato de eles não trabalharem de forma personalizada, explorando individualmente a capacidade de cada estudante e oferecendo a ele novas ferramentas de aprendizagem para um melhor desenvolvimento, é um ponto que, sendo melhorado, trará benefícios para os estudantes e o aprendizado deles.

Schons, Ribeiro e Battisti (2008) destacam a importância dos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem na disseminação do conhecimento, utilizando como formas de apoio as ferramentas que existem no ambiente. Estes ambientes podem ser utilizados tanto no contexto educacional como no corporativo, em cursos ou, também, em atividades que incluem compartilhamento de conhecimento.

Para Cerveira (2011) ambientes virtuais de ensino-aprendizagem facilitam a gestão do conhecimento, através de recursos de virtualização do espaço, disseminação de conteúdo e ambiente colaborativo. Nestes ambientes, o design instrucional, realizado por um profissional que sugere adaptações ao material, é feito para organizar a estrutura do curso, levando em conta estratégias adequadas para que os participantes tenham um aproveitamento melhor no processo de aprendizagem.

Segundo Catapan, Mallmann e Roncarelli (2006), a aprendizagem depende das situações que se apresentam aos estudantes, sendo que em cursos a distância eles têm a liberdade de escolher em que momento e em que lugar farão os trabalhos deles. Além disso, o fato de aprender acontece na interação entre os estudantes e o conteúdo. Assim, o desenvolvimento do material por parte do professor ou de uma equipe multidisciplinar, influencia neste processo de aprendizagem de cada um dos estudantes.

Para Franco, Braga e Rodrigues (2010) o papel do profissional de design instrucional é muito importante nas equipes de desenvolvimento dos cursos a distância. Este profissional objetiva potencializar a aprendizagem dos estudantes e, para isso, utiliza diferentes tipos de mídias e recursos virtuais que considera adequados, levando em conta o público alvo do curso.

Seguindo essa linha, durante a pesquisa de mestrado, iniciou-se o trabalho de desenvolvimento de um ambiente inteligente de aprendizagem, baseado em agentes, que disponibiliza aos estudantes recursos e atividades do ambiente, previamente inseridos ou criados pelo professor ou responsável pela turma e separados por níveis de dificuldade, segundo o desempenho dos estudantes, de forma personalizada. Como resultado obteve-se um modelo de STI para AVEAs, que é aplicado neste trabalho, no contexto de uma turma de um curso de Cálculo Básico, na modalidade de educação a distância.

A escolha desta disciplina deveu-se ao fato de termos acesso ao conteúdo dela no ambiente virtual de ensino-aprendizagem da universidade.

Além disso, a disciplina foi pensada a partir da inserção do sistema de cotas para o ingresso na universidade e foi criada com o objetivo de servir de apoio e reforço aos estudantes que entravam na universidade com um nível de conhecimento dos conteúdos de matemática e cálculo baixo, o que podia resultar na reprovação dos estudantes. No entanto, ela foi desenvolvida para ficar disponível sem ter nenhum acompanhamento constante de tutor, mas para apresentar os

conceitos teóricos aos estudantes, para que eles possam ter isso como base para seus estudos.

Nesse contexto, surgiu mais uma motivação para o desenvolvimento do sistema, que seria o uso dele em disciplinas abertas que poderiam contar com um acompanhamento, além da disponibilização dos materiais de forma personalizada, para estudantes com diferentes níveis de conhecimento e características.

Neste trabalho, o modelo existente foi revisado e expandido. Essa atualização do código no modelo, estendendo o protótipo previamente desenvolvido, para ser utilizado como foi idealizado inicialmente em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem com várias turmas e usuários, permite que o sistema seja utilizado em contextos reais, com a possibilidade de atender diversos perfis de estudantes. Além disso, se apresenta também como uma alternativa para ambientes MOOCs, que funcionam como espaços de aprendizagem que facilitam a disseminação do conhecimento.

1.3 RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Para avaliar a relevância da pesquisa, foi realizada uma revisão da literatura de forma integrativa, fazendo buscas em bases de dados reconhecidas, e uma revisão dos trabalhos desenvolvidos no âmbito do EGC.

O método de revisão integrativa, possibilita a análise dos documentos científicos que foram previamente publicados e produzidos sobre o tema a ser pesquisado. O método está dividido em 6 etapas: Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa, estabelecimentos de critérios de inclusão e exclusão, identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados, categorização dos estudos selecionados, análise e interpretação dos resultados e, por último, apresentação da revisão/síntese do conhecimento (BOTELHO, CUNHA e MACEDO, 2011).

A revisão foi feita utilizando seis bases de pesquisa reconhecidas: Portal da Capes, IEEE Xplore, Springer Link, ACM Digital, RENOTE e RBIE. O período que foi considerado na busca, para recuperar os diferentes artigos e trabalhos relacionados foi de cinco anos (2010 a 2015). Foram classificados somente os documentos que estavam disponíveis na forma de texto completo.

No quadro 1 são mostrados os termos de consulta utilizados, para cada um dos tópicos.

Quadro 1. Termos de consulta

Tópico	Termo de consulta
Em adaptatividade em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem	(Adaptivity and learning management system*) or (Adaptivity and virtual learning environment*) or (Adaptatividade and ambiente* virtua* de aprendizagem)
Em disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem	(Disseminação do conhecimento and ambiente* virtua* de aprendizagem) or (Knowledge dissemination and learning management system*) or (Knowledge dissemination and virtual learning environment*) or (Knowledge sharing and learning management system*) or (Knowledge sharing and virtual learning enviromnet*)
Em adaptatividade com tutores inteligentes/ Sistema de Tutores Inteligentes	(Adaptatividade and tutores inteligentes) or (Adaptivity and intelligent tutor*) or (Adaptivity and intelligent tutoring system*)
Em ambientes inteligentes de aprendizagem	(Intelligent learning environment*) or (Ambiente* Inteligente* de aprendizagem)
Em design instrucional e disseminação de conhecimento	(Design instrucional and disseminação de conhecimento) or (Instrucional design and knowledge dissemination) or (Instrucional design and knowledge sharing)
Em design instrucional e sistemas adaptativos	(Design instrucional and sistema* adaptativo*) or (Instructional design and adaptive system*)

Fonte: Elaborado pela autora (2015)

As pesquisas foram realizadas levando em conta seis tópicos ou palavras-chave considerados relevantes para o tema de pesquisa da tese: (1) Adaptatividade em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, (2) Disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, (3) Adaptatividade com tutores inteligentes e sistemas de tutores inteligentes, (4) Ambientes inteligentes de aprendizagem, (5) Design instrucional e disseminação do conhecimento e (6) Design instrucional e sistemas adaptativos.

Estas buscas foram realizadas, para verificar o estado da arte das pesquisas relacionadas aos conceitos de adaptatividade, ambientes

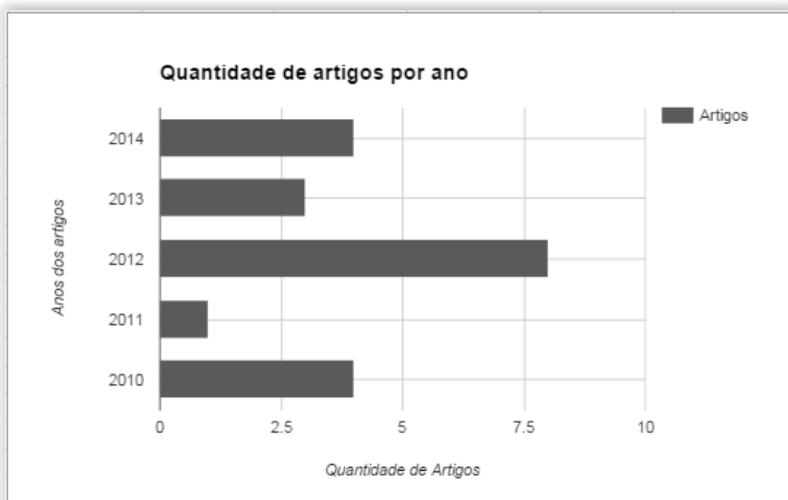
virtuais de ensino-aprendizagem, disseminação do conhecimento, tutores e sistemas de tutores inteligentes, ambientes inteligentes de aprendizagem, e design instrucional. Além disso, para conhecer como estes conceitos estão relacionados entre si, nas pesquisas atuais.

Para isso, foram criados alguns termos de consulta, em português e inglês, levando em conta as possíveis relações entre os tópicos mencionados anteriormente.

Como resultado dessas buscas nas diferentes bases de pesquisa obtiveram-se, no total, 352 artigos. Foram pré-selecionados 73 artigos, que foram separados em três níveis. O primeiro nível, com 20 artigos, é dos artigos que possuem o tema relacionado com o tema da tese. O segundo nível, com 17 artigos, contém os trabalhos que não têm uma relação direta com a tese, porém, são trabalhos que podem acrescentar para o presente trabalho, por utilizar algumas das ideias que norteiam este. O terceiro e último nível, com 37 artigos, contém trabalhos que utilizam os conceitos teóricos desta tese e que, por esse motivo, podem servir como base de referências. Dessa forma, a seleção final é de 20 artigos completos para serem analisados.

Dos 20 artigos selecionados, o ano de publicação predominante foi o de 2012 com oito artigos recuperados, seguido pelos anos de 2010 e 2014 com quatro artigos cada um, e o ano de 2013 com três artigos. Por último ficou o ano de 2011 com um artigo. (Figura 2)

Figura 2. Quantidade/ano artigos recuperados



Fonte: Elaborada pela autora (2015)

Entre as fontes de publicação o *Advanced in Learning Technologies (ICALT)* teve a maior quantidade de artigos, com 15% dos artigos recuperados, seguido pela *Ibero-American Conference on AI* com 10% dos artigos. Os artigos restantes foram todos recuperados em diferentes fontes de publicação.

Entre os autores dos artigos selecionados, os que tiveram mais publicações estão Graf, com seis artigos e Kinshuk com quatro, os demais têm entre dois e um artigos. Cabe mencionar que as publicações de Kinshuk, foram em coautoria com Graf, entre outros pesquisadores.

Na figura 3 pode-se ver uma nuvem de palavras com os nomes dos autores dos trabalhos selecionados para análise, tendo aos autores com mais publicações em destaque.

Figura 3. Nuvem de autores



Fonte: Elaborada pela autora (2015)

Por outro lado, no âmbito do EGC, as pesquisas realizadas estiveram relacionadas com os tópicos: (1) adaptatividade, (2) disseminação de conhecimento, (3) ambientes virtuais de ensino-aprendizagem e (4) design instrucional. Foram recuperados 61 trabalhos, dos quais não teve nenhum selecionado para análise, por não estarem relacionados diretamente com o tema da tese. No entanto, foram considerados como base de referências.

Entre os trabalhos analisados, o de (PALAZZO ET AL., 2014, p. 84) fala sobre a satisfação dos usuários em sistemas interativos, concluindo que “O sucesso de um sistema interativo, tal como web e

suas aplicações, é determinado pela satisfação dos usuários”. Além disso, para o autor, “O conteúdo e a estrutura do material disponibilizado na web influenciam diretamente a experiência do usuário e devem ser adaptados às necessidades e características dos mesmos” (PALAZZO ET AL., 2014, p. 84)

Estas afirmações vão ao encontro da pesquisa de Marcuzzo, Gubiani e Lopes (2015), onde os resultados mostraram que a satisfação dos estudantes tem relação com a flexibilidade do curso.

Assim, pesquisas em ambientes adaptativos de aprendizagem se mostram relevantes e conseguem melhorar a experiência de aprendizagem dos estudantes, principais usuários de ambientes de aprendizagem.

1.3.1 Principais Contribuições

Neste item são detalhadas as publicações realizadas durante o desenvolvimento da tese, para disseminação das pesquisas realizadas sobre os tópicos abordados no presente trabalho. O resumo dos trabalhos se encontra disponível no Apêndice D

1.3.1.1 Publicações

- No Workshop MASLE - *Multiagent System Based Learning Environments*, 2013, realizado durante a 11ª conferência internacional PAAMS – *Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems* (GIUFFRA, SILVEIRA e NAKAYAMA, 2013).
- Na 12ª Conferência Internacional ITS – *Intelligent Tutoring Systems*, 2014 (GIUFFRA, SILVEIRA e NAKAYAMA, 2014a).
- No Workshop MASLE - *Multiagent System Based Learning Environments*, 2014, realizado durante a 12ª conferência Internacional ITS – *Intelligent Tutoring Systems*, 2014 (GIUFFRA, SILVEIRA e NAKAYAMA, 2014b)
- Na RBIE – Revista Brasileira de Informática na Educação, 2015 (DIANA, GIUFFRA, NAKAYAMA, SPANHOL E SILVEIRA, 2015).
- No *International Journal of Knowledge and Learning*. (GIUFFRA, SILVEIRA e NAKAYAMA, 2015)

- Na 6^a Conferência Internacional MIS4TEL - *Methodologies and intelligent Systems for Technology Enhanced Learning* (NUNES, GIUFFRA, NAKAYAMA e SILVEIRA, 2016)
- Na 7^a Conferência Internacional MIS4TEL - *Methodologies and intelligent Systems for Technology Enhanced Learning* (GIUFFRA, NUNES, SILVEIRA, RODRÍGUEZ e NAKAYAMA, 2017)

1.3.2 Ineditismo

Após a realização da revisão integrativa para recuperar os trabalhos que estão sendo pesquisados atualmente, relacionados com o tema da tese, pode-se verificar que as pesquisas em adaptatividade e ambientes virtuais de ensino-aprendizagem estão direcionadas, em sua maioria, a adaptar o ambiente segundo as preferências e estilos de aprendizagem dos estudantes.

Este trabalho apresenta e aplica o modelo adaptativo, previamente desenvolvido, que adapta o ambiente segundo o desempenho dos estudantes. Na revisão do estado da arte realizada verificou-se que outros trabalhos cuja adaptatividade é baseada também no desempenho, em sua maioria, desenvolvem sistemas que são para um contexto específico. No caso do presente trabalho, a adaptatividade é colocada no ambiente virtual de ensino-aprendizagem Moodle, sem ter nenhuma restrição quanto a conteúdo a ser desenvolvido pelo professor. Podendo ter turmas adaptativas em todo o ambiente.

Também, o trabalho aponta a necessidade de novos avanços na metodologia usada para realizar a inclusão dos conteúdos instrucionais e das atividades associadas ao método de ensino proposto pelo professor, para contemplar e tirar o melhor proveito possível da capacidade adaptativa do ambiente de aprendizagem, resultante do modelo adotado.

Dessa forma, busca-se apresentar uma técnica de design instrucional compatível com ambientes adaptativos de aprendizagem, que possa ser usado pelos professores, conteudistas e designers, sem distinção de curso ou ambiente. Isto é, que possa ser aplicado em qualquer ambiente virtual de ensino-aprendizagem, tendo um desenvolvimento prévio para adaptação no caso de ser usado em diferentes ambientes, quando necessário, e que possa ser usado em qualquer curso, sem nenhuma restrição de conteúdo.

1.4 PROBLEMATIZAÇÃO E OBJETIVOS DA PESQUISA

Em diversos cursos presenciais ou a distância, nos quais são utilizados ambientes virtuais de ensino-aprendizagem para o compartilhamento dos materiais e desenvolvimento das tarefas, o professor não conta com uma equipe de apoio que auxilia na tarefa de estruturação do curso, trabalho que seria desenvolvido pela equipe de design instrucional e, por isso, costuma tomar o lugar desta equipe. Assim, ele mesmo cria o espaço do curso segundo o modelo pedagógico que previamente definiu e adiciona os recursos e atividades que considera necessários para o aprendizado dos estudantes, de acordo com a sua expertise e a sua visão pedagógica.

Porém, a quantidade de informações que podem ser disponibilizadas para os estudantes, na forma de recursos, é muito grande e só o fato de ter tecnologias da informação disponíveis para trabalhar com tanta informação não é suficiente. (SANTOS e SOUZA, 2010).

O desenvolvimento desta pesquisa surge, portanto, da reflexão sobre como melhorar o processo de gestão do conhecimento através da utilização de ambientes virtuais adaptativos de aprendizagem, utilizando técnicas de IA, que se caracterizam por adaptar seu funcionamento segundo as características dos participantes, de forma individualizada e em tempo real.

Desta forma, pode-se ter um ambiente adaptativo que possibilite ao professor criar seu próprio modelo pedagógico adaptativo. Sem precisar ter um conhecimento avançado em tecnologia, mas conhecendo as ferramentas do ambiente virtual de ensino-aprendizagem.

Assim, este trabalho propõe uma técnica de design instrucional e um ambiente adaptativo, compatíveis entre si, que permitam a disseminação do conhecimento de forma mais efetiva. Possibilitando que um professor de qualquer curso possa trabalhar, de maneira simples, com uma turma adaptativa. Para isto, será feito um estudo de caso com um modelo adaptativo de tutores inteligentes em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem, para que este se comporte de forma personalizada com os participantes, no que se refere à disponibilização dos materiais, explorando as habilidades dos estudantes da melhor forma, e fazendo com que o aprendizado seja melhor e mais efetivo.

O modelo adaptativo é baseado em técnicas de IA com o emprego de agentes associados a um AVEA e é adaptado do protótipo implementado no trabalho prévio como resultado da dissertação de mestrado (GIUFFRA, 2013; GIUFFRA e SILVEIRA, 2012).

A motivação deste trabalho consiste na necessidade de potencializar a efetividade na gestão e no compartilhamento de conhecimento, através da disponibilização de ferramentas e recursos para a mediação pedagógica, no processo de ensino-aprendizagem em ambientes virtuais adaptativos, através de modelos baseados em Inteligência Artificial e Sistemas Multiagente. Espera-se, com isso, oferecer aos usuários destes ambientes os recursos e materiais de apoio adequados às suas características e ao seu perfil cognitivo, ou conhecimento do estudante, percebido durante a utilização do ambiente.

Dessa forma, aqueles participantes que mostrarem mais facilidade em aprender determinados conhecimentos, terão acesso a atividades ou recursos mais avançados, para explorar as suas habilidades e o seu potencial, tendo assim um aprendizado mais eficiente, e permitindo que estudantes com mais dificuldade possam também atingir os seus objetivos, mantendo, por outro lado, um nível adequado de aprendizado do conteúdo do curso para estudantes com diferentes perfis.

Com isso, a pergunta de pesquisa que surge para o desenvolvimento deste trabalho é: De que forma é feita a disseminação do conhecimento através de ambientes virtuais de ensino-aprendizagem e como o fato deste ser adaptativo interfere nessa disseminação?

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da tese é propor um modelo de disseminação do conhecimento compatível com uma arquitetura de ambiente virtual adaptativo, que permita esta disseminação.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar o uso de AVEA na codificação e disseminação do conhecimento.
- Analisar as formas de adaptatividade no AVEA do contexto da pesquisa.
- Propor uma técnica de design instrucional, e um modelo de ambiente virtual adaptativo, compatíveis entre si, que promovam a disseminação do conhecimento de forma mais efetiva.
- Avaliar de forma conjunta os modelos propostos referentes ao processo de design instrucional e ambiente adaptativo, com um grupo de participantes de um curso na modalidade a distância.

- Verificar se é possível perceber, através da análise de dados extraídos do AVEA, se os estudantes foram respeitados nas suas especificidades e nos seus diferentes níveis de aprendizagem.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa está delimitada em relação a quatro pontos específicos:

- **Delimitação do objeto de estudo:** Será realizado um estudo de caso com estudantes em cursos a distância. No decorrer destes cursos, serão definidos grupos de acordo com o perfil de desempenho dos estudantes, no ambiente virtual de ensino-aprendizagem Moodle.
- **Delimitação do tema:** O tema da pesquisa está delimitado pelo estudo da adaptatividade em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, que são utilizados para a disseminação do conhecimento, junto com o processo de design instrucional. Não faz parte do escopo deste trabalho o estudo dos aspectos didático-pedagógicos em decorrência da adaptatividade do ambiente.
- **Delimitação temporal:** O período de estudo foi durante o segundo semestre do ano de 2016 e o primeiro de 2017.
- **Delimitação espacial:** O estudo de caso foi realizado em um ambiente virtual de um curso a distância.

1.6 ADERÊNCIA DO OBJETO DE PESQUISA AO PPGE GC

Este trabalho se encontra na área de concentração de Mídia do Conhecimento do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento PPGE GC da UFSC, onde:

Por meio da imersão nas melhores práticas, pesquisa e teoria, a área permite aos estudantes apreciarem as diversas perspectivas da tecnologia, mídia, ensino e aprendizado, de forma tal a investigar e desenhar modelos tecnológicos pedagógicos baseados na pesquisa, e liderar a implementação e avaliação de inovações baseadas em tecnologias (PPGE GC, 2015a).

E na linha de pesquisa de Mídia e Conhecimento na Educação, que trata da:

Aplicação das ciências da computação, comunicação, e ciências cognitivas na construção do conhecimento, resolução de problemas, planejamento, educação e treinamento, com especial foco em facilitar a colaboração, e a educação à distância, e a educação baseada em tecnologias multimídia (PPGEGC, 2015b).

No que se refere aos trabalhos do PPGEGC, como apontado no item *1.3 Relevância da pesquisa*, foram encontrados 61 trabalhos com pesquisas relacionadas a: adaptatividade, disseminação de conhecimento, ambientes virtuais de ensino-aprendizagem e design instrucional. Não se encontraram trabalhos relacionados com tutores inteligentes. Além disso procurou-se trabalhos relacionados com Multiagentes, encontrando-se 1 (Quadro 2).

Quadro 2. Trabalhos EGC

Temas	Quantidade de trabalhos
Adaptatividade	3
Disseminação de Conhecimento	31
AVEA/AVA	21
Design Instrucional	7
Multiagentes	1

Entre os trabalhos recuperados na busca, o que mais se assemelha à temática deste trabalho, de adaptatividade e ambientes virtuais de ensino aprendizagem, é o de Simon (2017), que realiza uma pesquisa com usuários em AVEAs adaptativos, para avaliar a eficácia da codificação de dados em comparação a ambientes não adaptativos, tendo como resultado que os ambientes adaptativos se apresentam mais eficientes.

Outro trabalho que trabalha um dos pontos desenvolvidos nessa tese é o de Silva (2013), que trata sobre diretrizes de design instrucional para o desenvolvimento de material didático para cursos ou disciplinas na modalidade a distância, tendo como foco a construção do conhecimento. Cujas contribuição é definida como a transformação de informação em conhecimento.

Embora a maioria dos trabalhos não estejam diretamente relacionados com esta pesquisa, trabalhos relacionados com os tópicos estudados para o desenvolvimento desta Tese fazem parte das pesquisas realizadas no EGC. Este trabalho, dessa forma, contribui expandido os estudos baseados em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem e disseminação do conhecimento, junto com tópicos como sistemas de tutores inteligentes e adaptatividade, além do Design Instrucional com foco em ambientes adaptativos.

1.7 METODOLOGIA UTILIZADA

Neste tópico os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa e a caracterização metodológica dela.

A pesquisa é considerada um estudo de caso, pois foi feita uma avaliação com um grupo de participantes de uma turma, fazendo a observação do comportamento deles. Segundo Gil (2008, p. 58), um dos propósitos do estudo de caso é “descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação”.

Também é uma pesquisa mista (qualitativo-quantitativa), pois é feita uma análise dos dados obtidos do banco de dados do ambiente virtual de ensino-aprendizagem, além de dados obtidos através de um questionário apresentado aos participantes. Para Creswell (2007, p. 35), a técnica de métodos mistos “emprega estratégias de investigação que envolvem coleta de dados simultânea ou sequencial para melhor entender os problemas de pesquisa”. Esta coleta pode recuperar dados numéricos ou textuais, dessa forma, os dados obtidos representam informações qualitativas e quantitativas.

Quanto aos procedimentos metodológicos do processo:

- Participantes da pesquisa: Essa pesquisa teve a participação de 8 estudantes voluntários com nível universitário e conhecimento básico de Cálculo, para a realização dos testes do sistema. Também, teve 4 participantes voluntários, para a realização de pré-testes, realizados com o objetivo de encontrar possíveis pontos a serem melhorados no sistema.
- Técnica de levantamento de dados: Foram utilizados exercícios que foram respondidos pelos participantes, com base no conhecimento deles e o que foi aprendido no curso. E, também, foi utilizado um questionário para obter as opiniões dos participantes em relação ao ambiente e o curso como um todo.

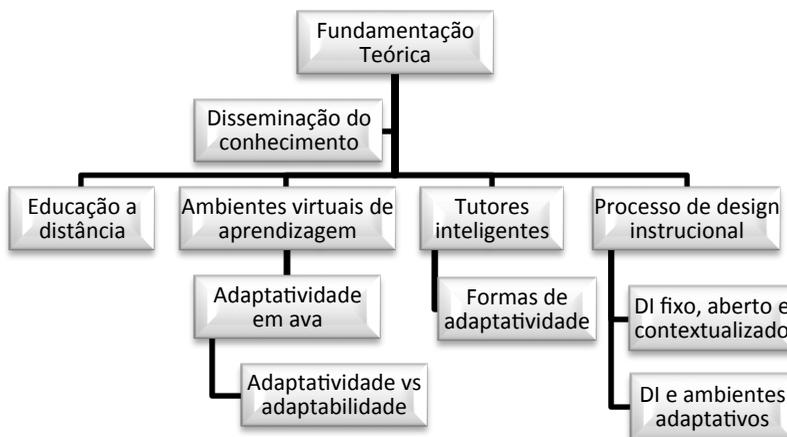
- Análise dos dados: Foi feita uma análise interpretativa.

Observação: A metodologia utilizada para a avaliação será descrita com mais detalhe, no capítulo 6. Avaliação do Modelo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica necessária para o embasamento do presente trabalho. Assim, serão descritos os conceitos de disseminação do conhecimento, educação a distância, ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, tutores inteligentes e processo de design instrucional. O capítulo está organizado conforme mostrado na figura (Figura 4)

Figura 4. Organização da fundamentação teórica



Fonte: Elaborada pela autora (2015)

No contexto deste trabalho a disseminação do conhecimento é entendida como a troca de conhecimento entre os usuários do ambiente virtual de ensino-aprendizagem, isto é, o conhecimento que é recebido pelo estudante, disponibilizado pelo professor através do conteúdo desenvolvido por ele. Este conteúdo, no modelo de ambiente adaptativo implementado para este trabalho é colocado a disposição do estudante levando em conta seu nível de desempenho ou conhecimento da matéria.

2.1 DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO

Segundo Nonaka e Takeuchi (1995) o conhecimento está classificado em duas dimensões, tendo assim, o conhecimento tácito e o conhecimento explícito. O conhecimento tácito é baseado na experiência, é difícil de transmitir e expressar utilizando palavras, é,

maiormente, pessoal e difícil de formalizar. O conhecimento explícito pode ser registrado na forma de palavras, números e expressados na forma de dados, por isso, a sua transmissão acontece de uma maneira mais simples (SANTOS e SOUSA, 2010; NONAKA e KONNO, 1998).

Para Clementi et al. (2012) na criação do conhecimento existe uma interação entre estas duas dimensões. Além disso, o autor afirma que tanto o conhecimento quanto a informação estão, cada vez mais, fazendo parte do cotidiano das pessoas. Por esse motivo, é importante que continuem sendo desenvolvidas pesquisas sobre compartilhamento do conhecimento, procurando possíveis obstáculos que devem ser superados, assim como estratégias para continuar com a disseminação do conhecimento.

Lacerda et al. (2010, p.1) expõe a importância das pessoas no processo de compartilhamento do conhecimento quando afirma que “Cada vez mais a sociedade precisa fazer uso de tecnologias que, virtualmente, aproximam os saberes e as pessoas e também aproximam as pessoas entre si.”

Segundo Tonet e Paz (2006, p. 77), "ainda não existe consenso sobre o que é e como ocorre o compartilhamento de conhecimento entre as pessoas", compartilhamento que também pode ser chamado de disseminação do conhecimento.

Na Engenharia e Gestão do Conhecimento, os processos de criação e utilização de conhecimentos são considerados importantes para o entendimento do conhecimento, por outro lado, os processos de disseminação e armazenamento podem ser confundidos com informação, que surge de um processo de conhecimento apresentado em uma mídia. Por isso, é importante saber trabalhar com as informações nas áreas em que tanto a informação como o conhecimento são objetos de estudo (SANTOS e SOUSA, 2010).

Entre os conceitos de disseminação ou compartilhamento de conhecimento podemos citar a definição de Carvalho (2014, p. 95). Para a autora, o compartilhamento de conhecimento está relacionado com “trocar, transmitir e transferir conhecimento entre indivíduos”. Além disso, o compartilhamento é uma aprendizagem individual que se combina com a criação de novos conhecimentos, que acontece enquanto as pessoas trocam conhecimentos entre elas. (Carvalho, 2014)

De acordo com Tonet e Paz (2006, p. 75), "o avanço tecnológico tem colocado evidências muito claras do que é possível fazer com a posse de conhecimento, que cada vez mais é agregado a produtos e serviços". Para Vilarim e Cocco (2010, p. 217) “o compartilhamento de

conhecimentos ocorre com cada vez mais frequência, impulsionado por novas tecnologias de informação e de comunicação”.

Assim, o processo de ensino-aprendizagem é um processo de disseminação do conhecimento, onde os atores, professores e estudantes, trocam e transferem conhecimentos entre eles. Este processo, com o uso das tecnologias da informação, impulsiona o campo da educação a distância que, cada vez mais, se desenvolve e cria áreas de pesquisa desta modalidade de educação.

2.2 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A educação a distância é definida como a modalidade de educação na qual as atividades se desenvolvem por meio do uso intenso de tecnologias de informação, sem levar em conta o lugar ou o horário em que os participantes se encontram, pois eles estão separados e não precisam estar presentes no mesmo local nem na mesma hora (ABED, 2015; Alves, 2011). Segundo Ribeiro, Mendonça e Mendonça (2007, p. 4), na EaD “o aprendizado é constituído a distância física e temporal, mediada por alguma forma de tecnologia, responsável por permitir a comunicação e a interação entre os participantes”.

Na EaD se utilizam diversos meios, impressos e tecnológicos, como redes de computadores, sistemas de videoconferência, entre outros, para unir o professor e o estudante no espaço e no tempo, quando estes não se encontram pessoalmente (Garcia Aretio, 2001; ABED, 2015). Para Moré et al. (2010, p. 107), a educação a distância “pode ser entendida como agente de inovação dos processos de ensino e aprendizagem, incentivando a incorporação de novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) aos métodos didáticos e pedagógicos”.

Nesta modalidade, existem diferentes papéis que participam do processo, entre eles os professores e tutores, que fazem o acompanhamento dos estudantes durante todo o tempo em que acontece o curso. Este acompanhamento é fundamental para o estudante, pois ele consegue sanar suas dúvidas e receber as informações necessárias para o desenvolvimento do curso. Dessa forma, o conhecimento é construído por todos os participantes. (MORÉ et al, 2010)

Segundo Alves (2011, p. 90), a EaD “pode ser considerada a mais democrática das modalidades de educação”, pois com o uso das tecnologias da informação e comunicação, consegue vencer as barreiras no caminho do conhecimento.

Assim, a disseminação do conhecimento, por meio da educação, consegue chegar a muitas mais pessoas e lugares que antes não era possível. Para Alves (2011), a modalidade de educação a distância, democratiza a educação, pois ela é um instrumento que consegue atender, de forma simultânea, uma quantidade grande de pessoas, chegando em quem não pode estudar tendo horários fixos ou que se encontra em lugares distantes daqueles onde são ministrados os cursos.

Compartilhando o mesmo pensamento, Moran (2011) aborda o tema da alta escalabilidade dos cursos a distância, que podem atingir cidades que se encontram a uma grande distância geográfica, seja em território nacional ou internacional, conseguindo atender cada vez mais estudante, em cada vez mais cidades. Além disso, o autor traz à tona a questão monetária, indicando que os cursos a distância tendem a ser mais econômicos, pelo fato de ser escalável, oferecendo diversos cursos e várias ofertas.

Na visão de Vidal e Maia (2010), a EaD tem características específicas, e difere da educação presencial, exatamente pelo fato de que os participantes do processo de ensino-aprendizagem não precisam estar presentes em algum local. Moran (2002) complementa afirmando que na EaD pode ou não ter encontros presenciais, mas que no geral os encontros são virtuais, com estudantes e professores unidos através da tecnologia.

Outro ponto abordado por Vidal e Maia (2010) é que na EaD o professor deixa de ser a figura central, e o conceito no qual a aprendizagem só acontece na presença dele e do estudante também muda. Além disso, a inserção da tecnologia na área da educação promove a construção dela de forma colaborativa, com a participação dos estudantes, professores e tutores, que trabalham de forma virtual e interativa. Esta interação faz com que os estudantes tenham acesso a conteúdos que são disseminados utilizando diferentes meios de comunicação e são elaborados por especialistas com o objetivo de manter estes estudantes motivados no estudo. (SARTORI, 2012)

Já na visão de Marcuzzo, Gubiani e Lopes (2015), a figura do professor é fundamental no processo da EaD, e ele precisa conhecer todas as ferramentas que deve utilizar para ministrar as aulas. Para os autores, a diferença entre o ensino presencial e a distância é a presença do tutor, que auxilia o professor e acompanha o estudante durante a construção do seu conhecimento. O tutor a distância se responsabiliza pela mediação e também dá suporte ao estudante sobre o conteúdo.

Para Almeida (2003, p. 331)

A EaD é uma modalidade educacional cujo desenvolvimento relaciona-se com a administração do tempo pelo aluno, o desenvolvimento da autonomia para realizar as atividades indicadas no momento em que considere adequado, desde que respeitadas as limitações de tempo impostas pelo andamento das atividades do curso, o diálogo com os pares para a troca de informações e o desenvolvimento de produções em colaboração.

Nesta modalidade, a organização do estudante quanto ao tempo que vai dedicar aos estudos é fundamental. Da mesma forma, a informação sobre os prazos e trabalhos precisa ser muito clara, para que o estudante sempre fique ciente do que é necessário fazer para concluir o curso com sucesso.

Os recursos tecnológicos atualmente disponíveis fazem com que as dificuldades que possam existir pela distância física entre os estudantes e professores sejam minimizadas. Estes recursos, também, possibilitaram a criação dos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, como forma de apoio ao aprendizado distância, nos quais os estudantes e professores compartilham e aprendem juntos sentindo-se mais próximos (RIBEIRO, MENDONÇA e MENDONÇA, 2007). Esta proximidade é possível porque, ao estarem inseridos no mesmo espaço no ambiente, eles habitam a mesma sala virtual.

Os meios tecnológicos são tidos como ferramentas de apoio ao aprendizado em EaD. Eles atuam como “mediadores do conhecimento” ao fazerem possível a troca de informações. Um desses meios é a internet, que é usada de forma intensa na educação a distância, por recursos como os AVEA (RIBEIRO, MENDONÇA e MENDONÇA, 2007, p. 2).

É importante destacar que a internet é uma ferramenta essencial para o uso dos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, pois estes são acessados através do navegador, e oferecem os seus recursos e atividades de forma online.

Moran (2011, p 1), considera que a EaD está mudando a educação como um todo.

A educação a distância está modificando todas as formas de ensinar e aprender, inclusive as presenciais, que começam a utilizar cada vez mais metodologias semipresenciais, flexibilizando a

necessidade de presença física, reorganizando os espaços e tempos, as mídias, as linguagens e os processos.

Instituições que ministram aulas presenciais, atualmente, combinam as modalidades (presencial e distância), utilizando os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem como ferramenta de apoio. Nestes ambientes, os professores disponibilizam os materiais e inserem as atividades para que os estudantes postem seus arquivos. Dessa forma, todo o material criado em aula fica disponível no AVEA.

2.3 AMBIENTES VIRTUAIS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Um ambiente virtual de ensino-aprendizagem é um espaço utilizado para o compartilhamento dos materiais relacionados aos cursos, tanto da parte do professor quanto do estudante. Além disso, ele oferece aos usuários ferramentas de interação, como chat e fórum, para a troca de informações entre eles.

No que se refere às diversas interações que podem acontecer no ambiente, Lacerda et al (2010, p. 8) afirmam que as interações estudante/conteúdo e estudante/estudante, ao se complementarem, podem favorecer “a contextualização e a leitura interdisciplinar dos conteúdos apresentados”. Outro ponto que é abordado pelos autores é sobre o funcionamento do AVEA, que acontece só pela existência da rede mundial de computadores, a qual é acessada por pessoas localizadas em diversos lugares, e que participam do mesmo ambiente.

Segundo Almeida (2003, p. 331), os ambientes virtuais são:

Sistemas computacionais disponíveis na internet, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação. Eles permitem integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre pessoas e objetos de conhecimento, elaborar e socializar produções, tendo em vista atingir determinados objetivos.

Para Catapan, Mallmann e Roncarelli (2016), um AVEA é um ambiente organizado que contém diversas ferramentas que possibilitam uma comunicação síncrona ou assíncrona, e cujo objetivo é ser um espaço para o desenvolvimento de um curso que tenha um modelo

pedagógico definido. Uma das características dos ambientes é a de fornecer o espaço para disponibilizar diferentes tipos de ferramentas de comunicação, assim como ferramentas administrativas, o que favorece os processos de conhecimento coletivo e de gestão e acompanhamento de todos os cursos. Assim, estes ambientes servem como um apoio no desenvolvimento de cursos a distância (RIBEIRO, MENDONÇA e MENDONÇA, 2007).

Segundo Ribeiro, Mendonça e Mendonça (2007, p. 4),

Os AVEA's geralmente são desenvolvidos por instituições acadêmicas ou empresas privadas. Eles fornecem aos participantes ferramentas a serem utilizadas durante um curso, para facilitar o compartilhamento de materiais de estudo, manter discussões, coletar e revisar tarefas, registrar notas, promover a interação entre outras funcionalidades. Eles contribuem para o melhor aproveitamento da educação e aprendizagem na EAD, pois oferece diversos recursos para a realização das aulas e interações entre professores e alunos.

No que se refere às estratégias que devem ser utilizadas nos ambientes, Marcuzzo, Gubiani e Lopes (2015) afirmam que estas estratégias devem ir além do que normalmente se faz em uma sala de aula. Não é só usar a tecnologia, mas ter a facilidade de construir o conhecimento com a participação de todos os envolvidos e a interação entre eles.

Segundo Moré et al (2010), para que os estudantes consigam chegar no nível de aprendizado esperado é importante, na modalidade a distância, ter um acompanhamento que siga uma metodologia e utilize práticas de ensino e materiais que direcionem o estudante a ser mais independente e responsável pelo próprio aprendizado.

Para Cerveira (2011), os ambientes virtuais facilitam a gestão do conhecimento, através de recursos de virtualização do espaço, disseminação de conteúdo e ambiente colaborativo.

Ambientes virtuais de ensino-aprendizagem são utilizados por diferentes tipos de usuários, professores, estudantes, tutores, entre outros. O fato de serem sistemas que conseguem ser acessados por grande quantidade deles, principalmente estudantes e, por estes estudantes terem características diferentes, tanto em estilos de

aprendizagem quanto em habilidades de aprendizagem, fazer ambientes adaptativos é cada vez mais relevante.

Para Palazzo et al (2014, p. 86),

como os AVEA são normalmente utilizados por uma grande variedade de alunos com diferentes habilidades (...) uma forma desses sistemas fornecerem usabilidade é serem adaptativos e personalizados, adotando diferentes estratégias.

Além disso, o autor aborda a adaptatividade em relação à localização geográfica dos estudantes, dado que as características culturais deles tendem a ser diferentes. Outro ponto que ele traz à tona é o uso de MOOC (*Massive Open Online Course*) e o fato da adaptatividade ser ainda mais relevante neste tipo de curso (PALAZZO ET AL., 2014).

Para Daniel, Vázquez & Gisbert (2015), cursos criados seguindo o modelo MOOC são amplamente utilizados ao redor do mundo, com mais de 5 milhões de estudantes que já possuem uma graduação utilizando este tipo de ambientes, com idades entre 26 e 45 anos. Porém, o abandono nesses cursos é entre 60% a 90% do total dos estudantes. Entre as soluções propostas pelos autores está o desenvolvimento de mecanismos que forneçam adaptatividade ao ambiente e o apresentem de forma personalizada para os estudantes.

No geral, ambientes virtuais de ensino-aprendizagem podem ser adaptativos, e para isso são utilizadas diversas técnicas, entre elas técnicas de Inteligência Artificial, como tutores inteligentes e Sistemas Multiagente.

2.3.1 Adaptatividade em AVEA

Sistemas adaptativos são aqueles que conseguem recuperar informações sobre o usuário, utilizando o conhecimento que têm do domínio, as características cognitivas do estudante e as estratégias de ensino-aprendizagem, para construir o modelo de usuário com estas informações e utilizá-lo de forma a adaptar o ambiente dinamicamente, oferecendo uma aprendizagem individualizada e tutoria flexível. (KOCH, 2000; SALAZAR, 2015)

Sistemas relacionados à área educacional são conhecidos como sistemas de ensino, tutoria, aprendizagem e treinamento, adaptativos.

Outro termo utilizado é sistema de e-learning. Estes sistemas se baseiam no conhecimento do usuário para executar a adaptação. Além disso, assumem que os estudantes fazem parte de um grupo heterogêneo, em relação ao conhecimento deles, e os observam enquanto eles estão no processo de aprendizagem para adaptar-se a eles, e suas melhorias. (KOCH, 2000)

Segundo Palazzo et al (2014, p. 87) a ideia dos Sistemas Adaptativos é

oferecer uma interface diferenciada a cada usuário, criando uma estrutura e um conteúdo personalizado, modelado de acordo com suas características específicas [...] os usuários acessam interfaces cujo estilo, conteúdo, recursos e links são dinamicamente selecionados entre diversas possibilidades, reunidos e apresentados conforme seus objetivos, necessidades, preferências, conhecimentos.

Segundo Zuasnabar (2003), ambientes de aprendizagem na web possuem interfaces pouco intuitivas, que podem ser adaptativas com o uso de interfaces inteligentes, pois estas interfaces conseguem adaptar a conduta do sistema às características individuais dos estudantes.

Pesquisas em ambientes virtuais e adaptatividade resultam em diferentes tipos de ambientes, com diferentes características adaptativas. Estes ambientes, em alguns casos, são desenvolvidos para serem utilizados em áreas específicas como o VITor – VIRTUAL Tutor, ambiente que se adapta ao perfil do estudante para mostrar os recursos segundo o perfil dele, no que se refere ao tipo de material, além do conhecimento do estudante na área de redes de computação (SANTOS et al, 2012).

Por outro lado, ambientes que se adaptam aos estilos de aprendizagem, no geral, contam com um número amplo de pesquisas. O Adaptive-Moodle, no qual o conteúdo, estruturado em pacotes SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), e com inserção de metadados no padrão LOM (*Learning Object Metadata*), é disponibilizado ao estudante segundo seu estilo de aprendizagem, e em diferentes níveis de dificuldade. Neste trabalho, o uso dos pacotes SCORM é necessário, pelas possibilidades de organização com diferentes graus de complexidade (MOTA e FERNANDES, 2010).

No trabalho de Despotovic-Zrakic et al (2012), o sistema classifica os estudantes em três grandes grupos: (1) visual, sequencial e

ativo; (2) intuitiva, ativo e global; (3) verbal, sequencial e ativo. Com esses grupos, o sistema relaciona os recursos que encaixam melhor aos diferentes estilos e as adaptações são realizadas no ambiente.

No trabalho de Qazdar et al (2015) é apresentado um framework de adaptatividade em LMS (Learning Management Systems) chamado AeLF que, baseado no modelo do usuário define os objetivos dos tópicos. Este modelo leva em conta o conhecimento prévio e o conhecimento adquirido, além disso, o sistema verifica como o estudante prefere aprender, por exemplo, utilizando exemplos sobre o tópico estudado e, também, verifica a informação no modelo de usuário para mostrar os conteúdos em diferentes níveis, e em diferentes apresentações, como vídeos ou textos, dependendo da preferência do estudante.

No que se refere à organização e criação de conteúdo, sistemas adaptativos na área da educação contam com equipes multidisciplinares que incluem pesquisadores e especialistas de diferentes áreas. No caso de o sistema ser adaptativo em relação aos diferentes estilos de aprendizagem dos estudantes, profissionais da área da pedagogia conseguem indicar os estilos cognitivos deles e fazer uma relação com o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, tem-se os especialistas que trabalham com o conteúdo. Eles estruturam o conteúdo instrucional para que o estudante o receba de forma clara, para um melhor entendimento dos conteúdos do curso (PALAZZO, 2014).

A multidisciplinaridade é vista como um desafio, tanto no que se refere à estruturação dos conteúdos e a adaptação do sistema segundo o perfil de cada estudante como no que se refere a todo o desenvolvimento, feito em equipe, de um curso que se adapta às pessoas, que podem ter alguma diferença cultural ou no perfil delas (PALAZZO ET AL, 2014).

Para melhores esclarecimentos, a seguir tratar-se-á sobre as diferenças entre adaptatividade e adaptabilidade

2.3.1.1 Adaptatividade versus Adaptabilidade

Chama-se adaptabilidade à característica que é um sistema tem quando é adaptável e adaptatividade à característica que o sistema tem quando é adaptativo.

Segundo Koch (2000), a adaptabilidade acontece quando uma aplicação pode ser configurada de forma simples após algumas decisões feitas pelo usuário, o qual decide segundo suas preferências ou conhecimento prévio. E a adaptatividade, quando a aplicação consegue

modificar o modelo de usuário, levando em conta o comportamento dele, enquanto está sendo executada, e se adapta de forma automática e dinâmica para o estado atual deste modelo.

Para Oppermann (1994) um sistema é adaptável quando o usuário o muda dependendo o que ele preferir, neste tipo de sistemas o usuário decide quando e como irá fazer a mudança. Por outro lado, um sistema adaptativo é aquele no qual o sistema muda automaticamente, sem consultar ao usuário.

No contexto de sistemas adaptativos, outro aspecto que Koch (2000) aborda é a necessidade de se pensar sobre alguns pontos específicos no desenvolvimento deste tipo de sistema. O autor afirma que devem ser definidas as informações do modelo de usuário, além da forma como este modelo será organizado e como as informações dele serão recuperadas.

O modelo que foi utilizado para a realização deste trabalho é um modelo adaptativo, pois ele muda sem a intervenção do usuário, de forma automática. Este modelo utiliza o conceito de tutores inteligentes que trabalham internamente disponibilizando aos estudantes os materiais segundo seu aprendizado e desempenho.

2.4 TUTORES INTELIGENTES

Um ambiente virtual precisa, normalmente, ser configurado para ser utilizado pelos participantes. Uma pessoa, geralmente a quem é atribuído o papel de tutor, configura e seleciona as funcionalidades do ambiente. Assim, esta seleção de conteúdos e atividades, bem como a forma de se utilizar as funcionalidades e recursos oferecidos, garante o sucesso do ambiente na mediação pedagógica (RIBEIRO, MENDONÇA E MENDONÇA, 2007).

Este papel do tutor responsável pelo curso poder configurar o ambiente pode ser automatizado com o emprego dos chamados Sistemas de Tutores Inteligentes (STI) que, dependendo de um conjunto de informações sobre o ambiente, conseguem configurá-lo de uma forma mais eficiente de acordo com as circunstâncias, durante o processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Frasson, Mengelle e Aimeur (1997), Sistemas de Tutores Inteligentes (*ITS – Intelligent Tutoring Systems*) são sistemas complexos com diferentes tipos de especialidades ou conhecimentos, entre eles, o conhecimento a respeito do assunto abordado, do perfil do estudante e de métodos pedagógicos que podem ser empregados. Além

disso, a ideia de tutores inteligentes é um conceito que deve ser sempre considerado em evolução.

Para Santos et al (2001), um STI incorpora técnicas de IA no projeto de desenvolvimento e age como um auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Na visão de Conati (2009) STI é tido como um campo disciplinar que pesquisa a elaboração de sistemas educacionais que proporcionam instruções adaptadas às necessidades dos estudantes, como uma metáfora da ação que muitos professores realizam normalmente.

Sistemas de Tutores Inteligentes são reconhecidos por pesquisadores como sendo ambientes ricos para desenvolver e melhorar algoritmos de Inteligência Artificial. Além disso, alguns desses sistemas demonstraram um grande impacto na educação, o que inclui uma taxa de aprendizagem efetiva e motivação (CORBETT, KOEDINGER E ANDERSON, 1997).

Segundo Frigo, Pozzebon e Bittencourt (2004) as pesquisas em STI objetivam a construção de ambientes nos quais o aprendizado seja mais efetivo. Existem na literatura muitas propostas de arquiteturas para STI. Entre elas destaca-se o uso da abordagem de Sistemas Multiagente (WOOLDRIDGE, 2009). A tecnologia de agentes faz com que os sistemas de tutores inteligentes se adaptem às necessidades e características individuais de cada estudante.

Entre as características importantes de um agente inteligente, para Brener (1998) o raciocínio/aprendizagem é a inteligência do agente e está formado por três componentes principais: a base de conhecimento interna, a capacidade de raciocínio baseada na base de conhecimento e seus conteúdos, e a habilidade que tem de aprender ou se adaptar às mudanças no ambiente.

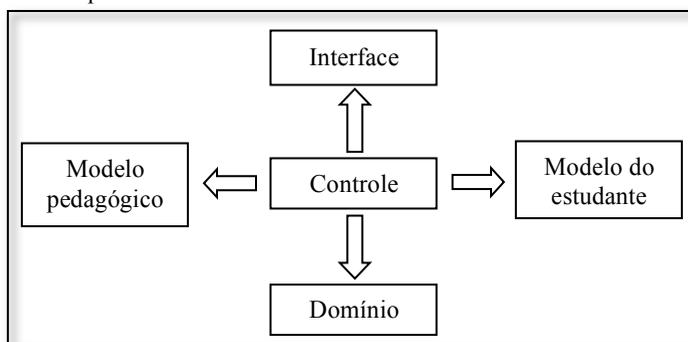
Segundo VICCARI (1989, p. 225),

Um tutor inteligente necessita incentivar a exploração dos conteúdos instrucionais; (...) ser sensível às necessidades do utilizador adequando-se às necessidades individuais, (...) possuir conhecimento para tentar resolver situações não previstas nas regras existentes e aprender com tais situações, (...) além de possuir memória retroativa que descreva o raciocínio (passos) utilizado pelo aluno e pelo tutor durante a exploração de determinado conteúdo instrucional.

A arquitetura clássica de um Sistema de Tutores Inteligentes, segundo Fowler (1991), se compõe de níveis: a base de conhecimento, o modelo de estudante, o modelo pedagógico, a interface de usuário e o sistema especialista. Para Kaplan (1995), um STI está composto por o modelo pedagógico, o modelo do estudante, o modelo especialista e a interface. Tanto o modelo pedagógico como o de estudante e o especialista, são mencionados por Bergeron (2014) na descrição de um STI, além destes três modelos, o autor também reconhece o conhecimento do domínio como um elemento do sistema.

Para Giraffa (1999) um STI contém o modelo pedagógico, o modelo do estudante, a base de domínio, a interface e o controle (Figura 5). Da mesma forma, Wenger (1987) propoe cinco componentes na arquitetura de um STI: a expertise pedagógica, o modelo do estudante, a expertise do domínio, a interface e na parte central as decisões versus o conhecimento.

Figura 5. Arquitetura clássica de um STI



Fonte: Adaptado de Giraffa (1999)

Na arquitetura dos STI, o modelo pedagógico contém as estratégias de ensino, definidas pelo professor, para o aprendizado do curso, pelo estudante. O modelo do estudante contém as informações do estudante, estáticos e dinâmicos, que são recuperadas do sistema, utilizando diferentes técnicas, como o acesso ao banco de dados. A base de domínio contém o conteúdo que será trabalhado no sistema. E, o controle, é o coordenador dos módulos. Nos Sistemas Multiagente, são os agentes que fazem parte de controle, eles dividem as ações de coordenação entre eles (GIRAFFA, 1999).

No modelo do estudante os dados dinâmicos estão relacionados ao desempenho dele nas atividades disponibilizadas pelo tutor, que

servem também para que o tutor consiga interpretar este modelo (GIRAFFA, 1999).

No contexto deste trabalho, o modelo do estudante está composto pelas informações do estudante em relação ao sistema, como são o identificador (id), os registros (*logs*) da navegação dele e as notas nas atividades, o modelo pedagógico está representado pela disponibilização dos recursos e atividades, configurados pelo professor, o domínio é representado pelo banco de dados do ambiente virtual de ensino-aprendizagem e o controle é representado pelos agentes inteligentes.

Alguns trabalhos encontrados nas pesquisas mostram o uso de agentes e tutores inteligentes em sistemas adaptativos. Os autores Tsai et al (2012) mostram um sistema que utiliza uma comunidade de agentes inteligentes que auxilia os estudantes no caminho da aprendizagem em cursos adaptativos. Rus et al (2014) apresentam o desenvolvimento do DeepTutor, que é um STI que simula uma conversa em linguagem natural entre um tutor humano e o estudante, sendo possível corrigir algum conceito errado que o estudante possa ter. Por outro lado, Özyurt et al (2012) propõem o desenvolvimento de um sistema web adaptativo de tutores inteligentes baseado nos estilos de aprendizagem.

Pode-se verificar, assim, que trabalhos com agentes e tutores inteligentes, na construção de sistemas adaptativos e STI, se encontram na literatura, apresentando diversas abordagens, desde o uso de comunidade de agentes, passando por STI específicos de linguagem e sistemas web adaptativos, entre outros.

2.4.1 Formas de Adaptatividade

Trabalhos relacionados com sistemas de tutores inteligentes abordam pesquisas sobre flexibilidade, autonomia e adaptatividade relacionada às necessidades dos estudantes. Estes tutores recebem o conhecimento relevante do processo de ensino e convertem este conhecimento em comportamento inteligente.

Nesta pesquisa, entre outras técnicas, são utilizados agentes BDI (Belief – Desire – Intention) pela sua capacidade de adaptação às mudanças do ambiente e pela característica que têm de trabalhar com crenças, desejos e intenções, nas ações racionais. (WOOLDRIDGE, 2000). Em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem esta mudança acontece de forma constante, pois os acessos dos estudantes e professores e suas interações no ambiente acrescentam a cada momento informações à base de conhecimento. (GIUFFRA, 2013)

Entre as formas de adaptatividade nas pesquisas recentes, encontram-se trabalhos relacionados com adaptatividade em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem levando em conta os estilos de aprendizagem dos estudantes, as suas necessidades e, também, as preferências que eles têm em relação à usabilidade do sistema.

2.5 PROCESSO DE DESIGN INSTRUCIONAL

O Design Instrucional (DI), chamado também de Design Educacional, é o processo pelo qual é feita a implementação, avaliação, coordenação e planejamento do desenvolvimento dos projetos pedagógicos/instrucionais tanto no ensino a distância quanto no presencial. Este processo é realizado pelo Designer Instrucional ou Educacional, reconhecido pelo ministério do trabalho com registro na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO)¹

Para Batista e Menezes (2008, p. 1-3),

O design instrucional é a concepção e o desenvolvimento de projetos educacionais, tendo como produtos finais o projeto pedagógico e os materiais didáticos. [...] É identificado como uma metodologia educacional capaz de se valer da tecnologia para propor práticas e soluções para uma aprendizagem colaborativa, autônoma, que atenda às novas demandas da sociedade da informação e do conhecimento.

Na mesma linha de pensamento, Filatro (2007, p.32) afirma que o designer instrucional trabalha com “o planejamento, o desenvolvimento e a utilização sistemática de métodos, técnicas e atividades de ensino para projetos educacionais apoiados por tecnologias”.

Segundo (SILVA, 2013), o design instrucional na educação a distância precisa ser feito com certos cuidados. A construção de conteúdo e o envolvimento dos atores neste processo é um dos pontos que precisam deste cuidado, pois é importante que o conteúdo seja desenvolvido de forma que o estudante se mantenha sempre motivado. Além disso, o design instrucional é capaz de elaborar estratégias que fortifiquem uma relação benéfica entre os sujeitos da aprendizagem (BATISTA e MENEZES, 2008).

¹ <http://www.mteco.gov.br/cbosite/pages/pesquisas/BuscaPorTituloResultado.jsf>

Quadro 3. Modelos de DI

Modelo	Características
Exército dos Estados Unidos	Desenvolvido a partir da ideia de Edward Lee Thorndike (abordagem comportamentalista), fundamentada na concepção de que a aprendizagem se baseia no resultado de um ensino controlado e sequenciado por meio de um processo de reforço.
Instrução programada	Concebido a partir dos estudos de Skinner, voltado para a organização e sistematização do processo de ensino.
Gagné	Abordagem cognitiva que se fundamenta no processamento da informação por meio de resposta aos estímulos para o processo interno (cognitivo) de aprendizagem.
ADDIE	Acrônimo de cinco principais processos: <i>analysis</i> (análise), <i>design</i> (desenho), <i>development</i> (desenvolvimento), <i>implementation</i> (implementação) e <i>evaluation</i> (avaliação). A estrutura e o planejamento de ensino-aprendizagem centram-se nas necessidades de formação do aluno.
Dick e Carey	Proposta de melhoria do modelo ADDIE que se voltou para a concepção de sistemas instrucionais, potencializando o desenvolvimento de competências e habilidades.
Morrison, Ross e Kemp	Contempla nove etapas e é orientado ao sistema de soluções educacionais flexíveis. É um modelo adaptativo e aberto para promover o processo de ensino-aprendizagem.
DODDEL	Desenvolvido a partir do modelo ADDIE, mas voltado à concepção e ao desenvolvimento de jogos. A sigla faz referência à descrição de "documento orientado para design e desenvolvimento de aprendizagem experiencial".
Latiff, Wan Ahmad e Sivapalan	Baseado no ADDIE, corresponde a um modelo de DI para o desenvolvimento de textos de literatura em metáfora gráfica.
COP	Derivado do ADDIE, traz uma abordagem construtivista com a intenção de construir conhecimento por meio da colaboração entre pares.
ASSURE	Também concebido a partir do modelo ADDIE, tem raízes construtivistas e envolve seis fases: análise do aluno, objetivos educacionais, seleção de material, utilização da mídia e do material, participação do aluno, avaliação e revisão.

Modelo	Características
Estudo da lição	Convergência do ADDIE e do ASSURE. Foi organizado em três fases, a partir do olhar da sala de aula: planejar, fazer e ver.
Jonassen	Voltado para ambiente de ensino-aprendizagem com base na filosofia e prática do "aprender fazendo".
Smith e Ragan	A base de organização está na concepção de ensino por meio de três momentos: análise, estratégia e avaliação, de acordo com a análise do perfil e das necessidades do aluno.
<i>m-learning</i>	Organizado em nove etapas, tem o objetivo de fornecer orientação para um projeto eficaz de aprendizagem móvel.
Híbrido	Integra a essência da teoria construtivista de aprendizagem e a teoria da motivação. Baseia-se em características específicas: atenção, relevância, confiança e satisfação.
Realidade aumentada	Tem o objetivo de potencializar a aprendizagem através da combinação de objetos virtuais com ambientes reais.
Xedu	<i>Framework</i> para produção e gestão de conteúdos digitais que estabelece ligações dinâmicas entre os diferentes cenários de aprendizagem.

Fonte: Extraído de Silva (2017, p. 122-123)

Cursos na modalidade a distância precisam de uma equipe multidisciplinar para fazer o planejamento e a implementação destes. Entre os diferentes profissionais que trabalham nesta equipe estão os designers instrucionais. Este profissional se encarrega de propor as metodologias e técnicas que podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem (CHAQUIME e FIGUEIREDO, 2013).

Para Mendoza et al (2010, p. 97) o profissional de design instrucional deve ser visto como um “agente que apoie e participe ativamente do processo de planejamento, construção, avaliação e adequação de cursos oferecidos”, além disso, ele deve ajudar na produção de materiais e atividades de acordo com a proposta pedagógica do curso e seus objetivos.

Existem na literatura diversos modelos de design instrucional baseados nas teorias de aprendizagem. Entre eles, considera-se que o primeiro surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, como uma proposta militar de ensino. Depois disso, os modelos foram se desenvolvendo tendo como ponto central o indivíduo e, também, foram influenciados pelas tecnologias. (SILVA, 2017)

Para Silva (2017, p. 123), os modelos representam o ato de ensinar, sem estratégias específicas para melhorar a aprendizagem, assim como “promover o processo de ensino-aprendizagem de modo eficiente e relevante é um desafio de diferentes áreas do saber”. Alguns dos modelos de DI são explicados no quadro 3.

Entre os modelos de DI, percebe-se que o modelo ADDIE é uma referência para vários deles. O modelo ADDIE (analysis, design, development, implementation, evaluation), mostra-se amplamente conhecido e usado no design instrucional clássico. Por ser um modelo muito difundido e reconhecido, foi definido que este modelo seria usado como referência neste trabalho.

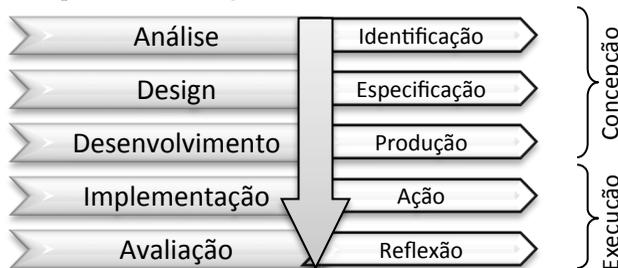
2.5.1 Modelo ADDIE

O *Instructional Systems Design (ISD)* teve sua origem durante a segunda guerra mundial. Ele foi desenvolvido como um sistema de treinamento para soldados. Este sistema, por sua vez, originou o modelo ADDIE e foi publicado no livro *The Systems Design of Instruction*. Nesta publicação, os autores explicam a primeira ação do instrutor que é identificar o objetivo instrucional do curso, e também, o papel dele em relação ao material e à avaliação do conhecimento dos estudantes. (DICK, CAREY e CAREY, 2009)

Segundo (BRANSON, et al., 1975) as cinco fases do modelo ADDIE, que formam seu nome, são: análise, design, desenvolvimento, implementação e controle ou avaliação (em inglês *evaluation*). Este modelo foi desenvolvido como um conjunto de técnicas e procedimentos para realizar treinamentos interserviços do exército americano.

No modelo ADDIE é feita uma divisão do processo em duas etapas, execução e concepção, que contem as cinco fases (figura 6).

Figura 6. Fases do processo de design instrucional



Fonte: Adaptado de Filatro (2008)

Uma breve explicação de cada fase do processo de design instrucional, segundo Filatro (2008), é descrita a seguir: (1) Análise: Identificação do problema educacional, apresentação de uma solução prévia, através de uma observação das necessidades, especificação dos estudantes e confirmação das restrições. (2) Design: Mapeamento de conteúdos e definição de estratégias que serão usadas no curso. Escolha de recursos e mídias. (3) Desenvolvimento: Construção do material, segundo o que foi definido nas fases de análise e design. (4) Implementação: Se divide em publicação e execução. Na publicação os recursos desenvolvidos são disponibilizados para os estudantes. Na execução os recursos disponibilizados na publicação são acessados e resolvidos pelos estudantes. (5) Avaliação: Revisão das estratégias utilizadas, da efetividade da proposta de solução educacional e da aprendizagem do estudante.

Este processo de design instrucional é feito por uma equipe multidisciplinar de profissionais, incluindo o designer instrucional, que trabalha na comunicação entre todos os membros da equipe, para que o objetivo seja alcançado tendo uma boa qualidade. Em paralelo, o designer faz o contato com o cliente e valida com ele as entregas do material após o término de cada fase do processo, por meio da apresentação dos documentos criados durante a construção do produto ou material educacional. (FILATRO, 2008).

O designer instrucional deve definir o perfil dos estudantes e a expectativa de aprendizagem deles, deve escolher a metodologia, os materiais a serem usados e as mídias, além da avaliação. Dessa forma, o profissional de designer instrucional precisa estar preparado, tendo uma múltipla formação para trabalhar de forma interdisciplinar na construção do conhecimento (SILVA, 2013).

Assim, o designer instrucional é visto como uma peça chave no desenvolvimento de cursos a distância, pois ele estrutura o ambiente, planejando a configuração dos materiais, incluindo os conteúdos, atividades e avaliações.

Apresenta-se o conceito de design instrucional e o seu processo neste capítulo, pois o modelo adaptativo utilizado no presente trabalho, para a disseminação do conhecimento, utiliza agentes como tutores inteligentes que disponibilizam os materiais, recursos e atividades, segundo a configuração prévia do professor, de forma adaptativa segundo os perfis dos estudantes.

Tendo esta premissa, conclui-se que o conhecimento do professor no que se refere ao trabalho de configuração da estrutura do curso em

ambientes adaptativos, se assemelha ao conhecimento do designer instrucional, pela necessidade de conhecer o perfil dos estudantes para os que o material será disponibilizado, a metodologia, os materiais e os métodos de avaliação.

2.5.2 Design Instrucional fixo, aberto e contextualizado

No que se refere ao contexto em que o DI é utilizado, existem três modelos: fixo, aberto e contextualizado (FILATRO, 2008).

- DI Fixo: Também conhecido como “fechado”, o planejamento é feito antes de começar a aprendizagem. Depois de ser executado, este design instrucional não tem alterações. Dirigido à educação massiva.
- DI Aberto: Trabalho feito durante a execução do estudo. DI flexível e dinâmico. Não requer sofisticação em mídias nem custos altos de produção. É direcionado ao contexto e à personalização.
- DI Contextualizado: É o termo médio entre o DI fixo e o DI aberto. Aceita mudanças durante a execução, mas também considera o planejamento de recursos fixos.

Pelas suas características, o DI aberto é o mais adequado para soluções adaptativas.

2.5.3 Design instrucional e ambientes adaptativos

Como visto anteriormente, os ambientes adaptativos são aqueles que se adaptam automaticamente aos estudantes, com base nas informações que recebem sobre estes.

Entre os ambientes com capacidade de adaptação se encontram os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, que contam com diversas ferramentas, recursos e atividades que podem ser configuradas para serem apresentadas de forma personalizada para cada estudante.

O modelo de ambiente virtual adaptativo utilizado nesta pesquisa tem como um ator principal o professor, que atua como designer instrucional inserindo os materiais e as atividades no curso para, depois, configurar o sistema de forma que ele se mostre adaptativo para os estudantes.

Quando é o professor que faz o trabalho de design, para um ambiente adaptativo, é importante que ele conheça as vantagens da adaptatividade e de que forma ele pode explorar esta capacidade do

sistema para que os estudantes possam aproveitar melhor o conteúdo e ter um maior aprendizado.

Para que um ambiente adaptativo possa disponibilizar aos estudantes diferentes tipo de material ele precisa ter um número grande de arquivos com conteúdo e com atividades, pois o objetivo é mostrar para os estudantes os materiais de acordo com o seu perfil. Dessa forma, o que é mostrado para um estudante pode não ser mostrado para outro, sendo que este segundo estudante irá ver outro material.

Assim, temos que um curso que não é adaptativo precisaria só de um material para ser mostrado a esses dois estudantes, enquanto que um curso adaptativo, precisa ter pelo menos dois materiais para mostrar aos mesmos dois estudantes, caso o perfil deles se apresente diferente.

Professores ou profissionais de design que trabalham com sistemas adaptativos precisam, portanto, ter um conhecimento prévio de como trabalhar os conteúdos para alimentar o ambiente, de forma a ter a quantidade de recursos e atividades suficientes necessárias para que o sistema possa oferecer um melhor desempenho e uma melhor adaptação, em relação às características próprias de cada estudante.

Na revisão integrativa realizada, não se encontraram trabalhos que abordassem este tema diretamente. Foi encontrado o trabalho de Thalmann (2014) no qual são especificados critérios de adaptação para facilitar a criação dos conteúdos, no entanto, não aborda a necessidade de ter uma quantidade grande de conteúdos para tornar o ambiente adaptativo mais rico.

Neste trabalho, tem-se como um dos objetivos, o de propor uma técnica de design instrucional para ambientes adaptativos, seguindo o processo básico de design, adicionando alguns pontos específicos para estes ambientes.

Como resultado, teremos uma técnica que poderá ser usada como uma extensão do modelo, em diversos contextos, não se limitando ao ambiente virtual de ensino-aprendizagem adaptativo utilizado para os testes e aplicação deste trabalho, mas podendo ser utilizado em outros contextos, com outros ambientes adaptativos, pois o método está relacionado com o conteúdo a ser disponibilizado e não com o modelo de ambiente adaptativo em si.

Da mesma forma, o ambiente virtual adaptativo que será utilizado neste trabalho pode ser configurado sem levar em conta este modelo em particular, no entanto, existe a dependência entre eles, quando pensamos na importância de se ter um método de design instrucional direcionado aos ambientes adaptativos de aprendizagem.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa se classifica como descritiva, no que se refere à natureza e, quanto ao objetivo, é uma pesquisa aplicada. Uma pesquisa qualitativa interpreta os fenômenos e a atribuição dos significados, ela é também uma pesquisa descritiva, a qual objetiva especificar as características de um grupo, ou estabelecer relações entre algumas variáveis (SILVA, 2005; GIL, 2008).

O universo e amostra da pesquisa é o ambiente virtual de ensino-aprendizagem utilizado em uma turma de um curso na modalidade a distância. A técnica de coleta de dados que foi utilizada incluiu leitura de dados do sistema e um questionário de pesquisa. A técnica de análise foi interpretativa.

Esta pesquisa foi desenvolvida utilizando um modelo de tutor inteligente para ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, baseado em um sistema previamente desenvolvido durante a dissertação do mestrado e aperfeiçoado durante o desenvolvimento da tese. O modelo foi elaborado com o objetivo de inserir adaptatividade em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, utilizando o ambiente Moodle como estudo de caso.

Assim, para a realização desta pesquisa foi feito um estudo de caso e uma análise dos dados obtidos neste estudo (quali-quantitativo). O estudo de caso foi feito utilizando o modelo de ambiente virtual adaptativo, com um grupo de participantes de uma turma de um curso a distância. Para isto, foi aplicado este modelo e feita uma observação do comportamento do ambiente adaptativo e da interação dos participantes neste ambiente.

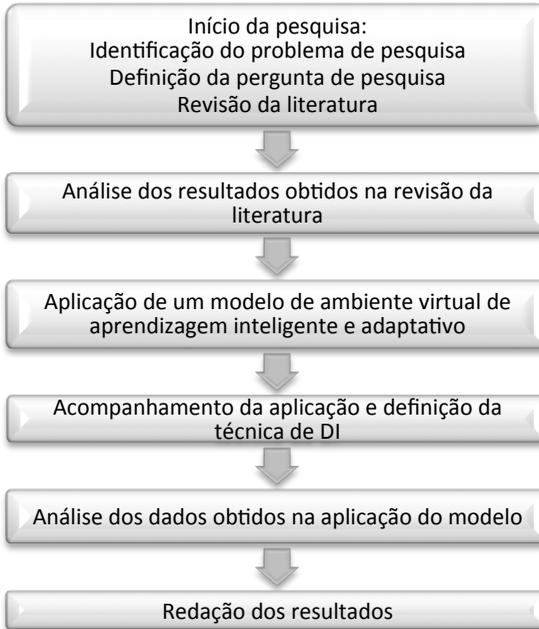
A pesquisa foi dividida em seis etapas para desenvolver os objetivos específicos (Figura 7). Entre elas, tem-se uma etapa de revisão da literatura para identificar as diversas publicações relacionadas com os temas relevantes para a pesquisa como são, principalmente, disseminação e codificação do conhecimento e adaptatividade em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem.

Após esta primeira etapa, encontra-se a etapa de análise das formas de adaptatividade encontradas na revisão de literatura previamente realizada. Em seguida, está a aplicação do modelo de ambiente virtual inteligente e adaptativo em uma turma na modalidade de educação a distância, com estudantes da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o seu acompanhamento.

Com os dados obtidos foi realizada uma análise, para medir a eficiência da aplicação do método no que se refere ao aproveitamento e

comportamento do estudante em um ambiente adaptativo, e para mostrar a percepção dos atores participantes do curso onde foi feita a aplicação do método. Além disso, foram revisados os *logs* de navegação dos estudantes para comprovar se o modelo se apresentou adaptativo para eles, segundo cada um dos seus perfis, e como aconteceu esta adaptatividade.

Figura 7. Partes da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora (2015)

Parte do desenvolvimento deste trabalho aconteceu durante uma etapa de pesquisa realizada como visitante no grupo de pesquisa da Universidade de Athabasca, no Canadá, chamado Escola de Computação e Sistemas da Informação - *School of Computing & Information Systems (SCIS)*, que tem entre suas áreas de pesquisa os sistemas adaptativos e os sistemas de aprendizagem adaptativos e personalizados. Durante este tempo, foram realizadas pesquisas sobre os sistemas adaptativos e suas diversas aplicações. Além disso, algumas definições do modelo foram avaliadas e levadas em conta na nova versão do modelo.

4 DESCRIÇÃO DO MODELO

Neste capítulo é apresentado o modelo dos tutores inteligentes desenvolvido a partir de um trabalho anterior, realizado durante o curso de mestrado (GIUFFRA, 2013). O modelo inicialmente proposto foi revisado e aperfeiçoado, para atender aos objetivos deste trabalho, e a sua implementação foi também revisada, de acordo com as adaptações feitas ao modelo inicial.

O primeiro protótipo do modelo de tutores inteligentes para ambientes virtuais de ensino-aprendizagem foi feito com dois agentes, Bedel e Tutor, e considerava um ambiente com somente um professor e um estudante. Este modelo foi revisado e atualizado adicionando um novo agente, o Gerente, que se encarrega de instanciar os agentes Bedel e Tutor. A nova versão do modelo foi desenvolvida levando em conta a existência de mais de uma instância destes agentes, para atender à ambientes virtuais com diversos alunos e diversos professores. Além disso, a comunicação entre os agentes e o banco de dados foi feita utilizando a técnica empregada em sistemas multiagente denominada Agentes e Artefatos (A&A) (OMICINI; RICCI; VIROLI, 2008).

4.1 MODELO DOS AGENTES

O modelo previamente desenvolvido (Figura 8), foi baseado no modelo clássico de tutores inteligentes, conforme escrito no capítulo 2 de fundamentação teórica, e tem como elementos o modelo pedagógico, o módulo de controle, o modelo do estudante e a base de domínio.

No sistema, o modelo pedagógico é definido pelo professor, durante a fase de design instrucional do curso, criando as atividades a serem realizadas pelo estudante e definindo o fluxo entre elas, de acordo com o seu desempenho. O modelo do estudante é representado pelas informações do seu perfil, das suas interações com o ambiente e do resultado das avaliações realizadas. A base de domínio contém o conteúdo do curso, inserido pelo professor, nas diversas lições do curso, bem como as informações do ambiente, armazenadas no banco de dados. O controle, do qual fazem parte os agentes, consiste no processo, através do qual os agentes acessam estes elementos obtendo o que for necessário para conseguir executar suas ações.

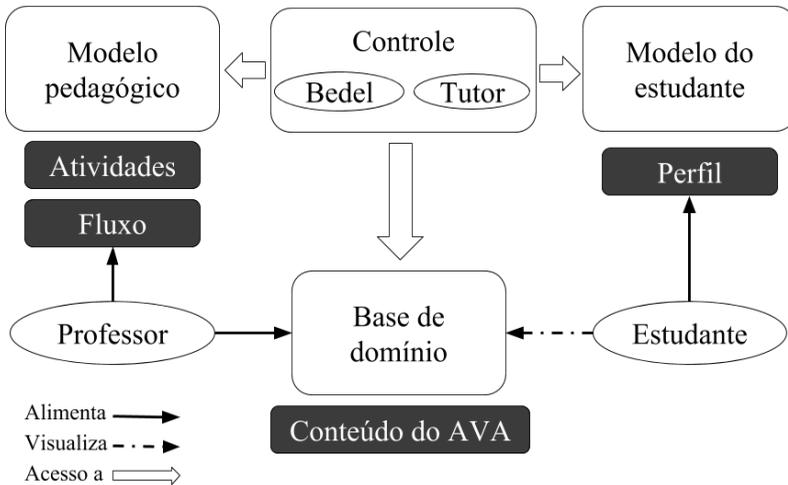
Para fazer o protótipo inicial, utilizou-se o Moodle como ambiente virtual de ensino-aprendizagem. A escolha deste ambiente é devida ao fato deste ser uma ferramenta flexível e de código aberto, o que ofereceu facilidades para o desenvolvimento, além de ser o

ambiente virtual utilizado na instituição de ensino onde a pesquisa é realizada. Para a configuração dos agentes foi desenvolvido um bloco no Moodle, chamado bloco Tutor, que é acessado pelo professor para configurar os níveis de dificuldade e as relações de dependência entre os conteúdos.

Entre os elementos do modelo de tutores inteligentes, o modelo pedagógico, por conter as informações sobre a configuração do fluxo de atividades, é uma peça chave no desenvolvimento do sistema adaptativo, base deste trabalho.

Isto, porque é o professor ou o responsável pela turma quem introduz no ambiente os conteúdos e atividades do curso, além de configurar todos os possíveis fluxos de precedência entre eles. Após esta configuração, o agente consegue executar seus planos e implementar o modelo pedagógico desenhado pelo professor, de acordo com a interação do estudante no ambiente.

Figura 8. Modelo base do sistema



Fonte: Elaborada pela autora (2016)

O passo a passo de execução do sistema, referente ao modelo pedagógico no ambiente, segue o seguinte fluxo:

- A turma é criada no ambiente
- O professor é cadastrado como professor da turma
- O professor insere os conteúdos definidos para o curso no ambiente

- O professor ativa o bloco Tutor (implementado e disponibilizado no Moodle)
- O professor configura o bloco Tutor que controla o comportamento dos agentes.
- Um grafo com as relações entre os conteúdos e atividades é gerado pelo bloco Tutor do Moodle.

Após a criação da turma no ambiente, o professor é cadastrado com todas as permissões de edição habilitadas. Entre as opções de edição dentro da turma estão a criação e inserção de recursos e atividades, e a ativação de blocos disponíveis no ambiente, entre eles, o bloco Tutor, que pode ser ativado antes ou depois de ter inserido ou criado o conteúdo. Quando este bloco é ativado, consideramos que temos, então, uma turma que pode ser configurada para se tornar adaptativa. Assim, para facilitar o entendimento do texto, chamaremos de turmas adaptativas àquelas nas quais este bloco está ativo e configurado para que os agentes executem seus planos.

Uma característica do modelo é que o professor tem total liberdade para escolher os conteúdos que farão parte do processo adaptativo e os que ele deixará como conteúdo fixo na turma. Assim, uma turma pode ter alguns conteúdos relacionados entre si, para serem visualizados pelos estudantes, segundo o desempenho deles e, também, ter conteúdos que serão visualizados no momento que o professor decidir, sem estar relacionado com o desempenho, como por exemplo, material complementar.

O sistema foi idealizado para comportar várias turmas de estudantes, professores e tutores inteligentes em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem. Para cada turma é instanciado um agente Bedel e para cada estudante um agente Tutor. No primeiro protótipo desenvolvido, apresentado em Giuffra (2013), trabalhou-se com uma turma, um professor e um estudante, fazendo-se necessário somente uma instância do agente Bedel e uma instância do agente Tutor. Esse protótipo foi alterado e melhorado para o desenvolvimento deste trabalho, conforme descrito a seguir.

4.2 ALTERAÇÕES NO MODELO DOS AGENTES

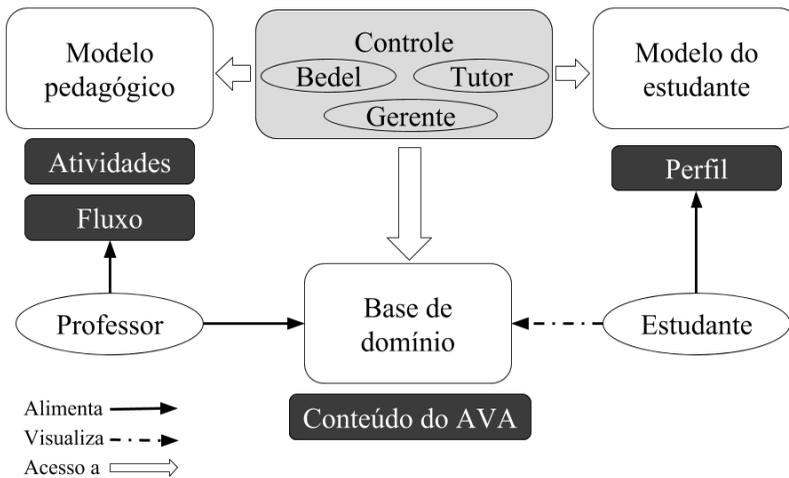
No modelo previamente desenvolvido, os recursos e atividades eram mostrados para os estudantes, de acordo com o desempenho deles e o desempenho geral da turma. Para isto, cada atividade avaliativa tinha

uma data de entrega definida e, após esta data, ou quando todos os estudantes tivessem entregue a atividade, seria feito o cálculo da média aritmética da turma para, em seguida, fazer o cálculo comparando essa média com a nota do estudante e, com essa informação, configurar o perfil do estudante, de modo adequado (básico, médio, avançado).

Este comportamento do sistema foi alterado, pois verificou-se, nos testes de funcionamento que, agindo dessa forma, criava-se uma dependência dos estudantes, entre si, para avançarem no curso, dado que um estudante que terminava a atividade primeiro não poderia avançar para a próxima atividade até que a data de entrega dela fosse alcançada ou até que todos os colegas tivessem terminado aquela atividade.

Após a mudança, na versão atual desenvolvida durante este trabalho, cada vez que um estudante responde a uma atividade avaliativa, os agentes podem executar seus planos e o estudante pode continuar avançando no curso, sem depender de outros colegas ou de datas de entrega específicas. Isto faz com que o curso se apresente mais flexível e adaptativo.

Figura 9. Modelo atualizado do sistema



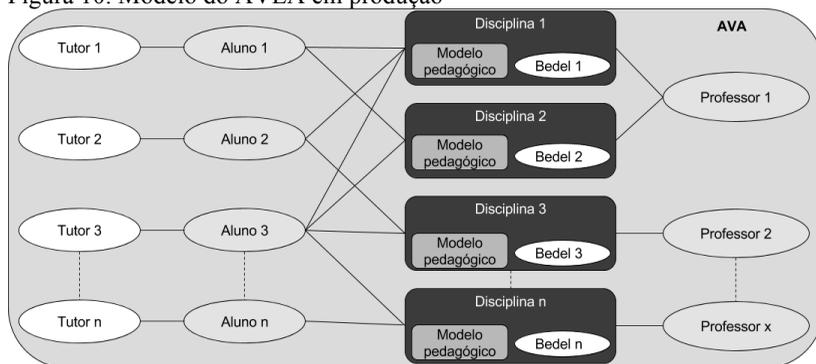
Fonte: Elaborada pela autora (2016)

No modelo dos agentes, atualizado no decorrer deste trabalho, além dos agentes Bedel e Tutor, foi inserido o papel do agente Gerente (Figura 9), também no controle do sistema. Este agente se encarrega de criar os agentes Bedel e Tutor cada vez que uma turma é tornada adaptativa no moodle, ou que um estudante é inserido em uma turma

adaptativa, respectivamente. Para cada turma existe uma instância do agente Bedel e para cada estudante uma instância do agente Tutor. Existe só uma instância de agente Gerente para todo o sistema.

Desse modo, se tivermos no ambiente virtual duas turmas adaptativas, com 10 estudantes em cada turma (sem que nenhum dos estudantes participe nas duas turmas ao mesmo tempo), serão instanciados dois agentes Bedel e 20 agentes Tutor. Em outro cenário, se os estudantes são os mesmos nas duas turmas, ao invés de ter 20 agentes Tutor, terá 10, pois instancia-se um agente Tutor por estudante, independente do número de turmas adaptativas em que o estudante participa. A figura 10 mostra graficamente como ficaria o modelo do ambiente em produção.

Figura 10. Modelo do AVEA em produção

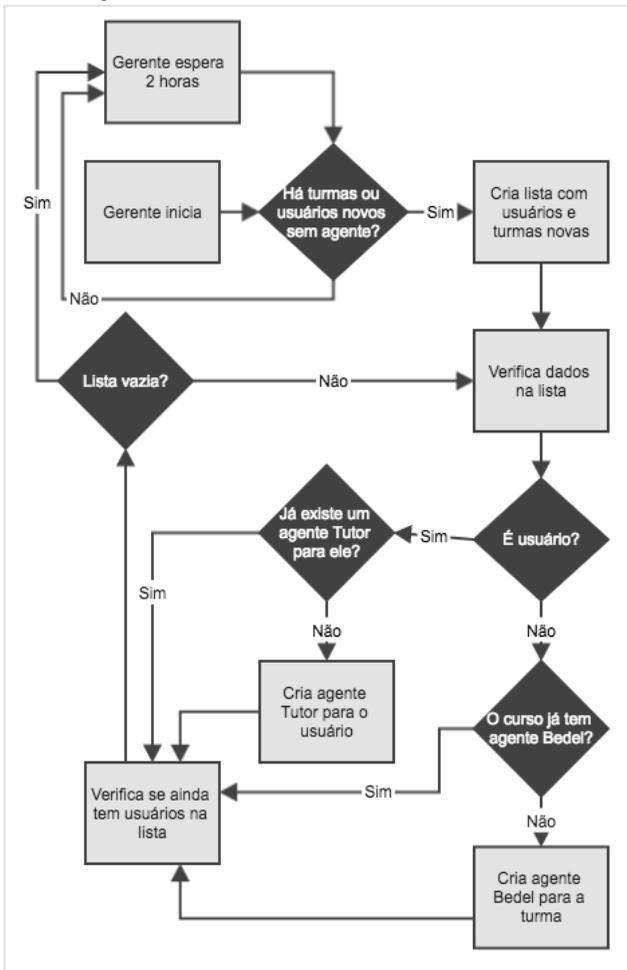


Fonte: Elaborada pela autora (2016)

O agente gerente fica na espera para ir instanciando os agentes Bedel e Tutor segundo a necessidade do ambiente virtual de ensino-aprendizagem. O fluxo de ação do gerente pode ser explicado da seguinte forma (figura 11): O agente cria o próprio artefato e inicia sua execução. Depois disso, ele fica continuamente trabalhando com uma espera de 2 horas para executar repetidamente os planos dele.

O gerente verifica se existem turmas adaptativas, que não tenham nenhum agente Bedel instanciado para elas. Se existirem, ele instancia o agente Bedel para cada uma das turmas. Além disso, ele também verifica se existem estudantes novos que tenham sido inseridos nas turmas adaptativas que ainda não tenham um agente Tutor instanciado para eles. Caso existam, o Gerente instancia os agentes Tutor que estiverem faltando para cada aluno.

Figura 11. Fluxo agente Gerente



Fonte: Elaborada pela autora (2016)

O gerente verifica se existem turmas adaptativas, que não tenham nenhum agente Bedel instanciado para elas. Se existirem, ele instancia o agente Bedel para cada uma das turmas. Além disso, ele também verifica se existem estudantes novos que tenham sido inseridos nas turmas adaptativas que ainda não tenham um agente Tutor instanciado para eles. Caso existam, o Gerente instancia os agentes Tutor que estiverem faltando para cada aluno.

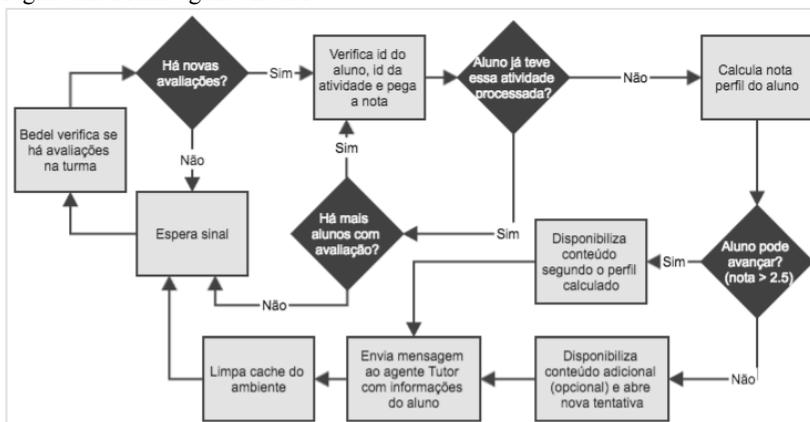
A relação entre as turmas e os agentes Bedel se dá através do ID da turma, presente no banco de dados do sistema. Por isso, o nome do agente Bedel contém o identificador (ID) da turma. Da mesma forma, o nome de cada um dos agentes Tutor relacionados com os estudantes contém o ID do seu respectivo estudante.

O tempo de duas horas foi estabelecido pela experiência prévia da pesquisadora, trabalhando com suporte ao moodle o qual, inicialmente fazia a sincronização dos dados dos estudantes cada 12 horas, mudando para cada 6 horas e depois cada hora. Assim, foi escolhido o tempo de duas horas por ser considerado o mais adequado nesse contexto.

Além disso, também considerou-se um tempo suficiente para a criação dos agentes Bedel após a inserção do bloco Tutor, gatilho para o agente Gerente saber que existe uma nova turma adaptativa. Cabe ressaltar que essa instanciação de agentes não interfere no trabalho normal do professor, de inserção de conteúdo e configuração dos agentes por meio do bloco Tutor.

Embora este tempo tenha sido definido para o modelo, nos testes do sistema a execução foi feita de forma manual. Também, este tempo poderia ser, futuramente, modificado no código, caso seja considerado necessário.

Figura 12. Fluxo agente Bedel



Fonte: Elaborada pela autora (2016)

Na figura 12 tem-se o fluxo do agente Bedel, que é o agente que disponibiliza os materiais aos estudantes dependendo do desempenho deles e da configuração dos níveis, relações, e precedências dos recursos

e atividades da turma, previamente feita pelo professor, através do bloco Tutor. Dessa forma, o Bedel é o agente que trabalha a adaptatividade na turma, fornecendo aos estudantes diferentes níveis de conteúdo, em cada tópico seguinte, levando em conta as notas que estes obtêm na avaliação realizada relativa ao tópico atual. O agente realiza esta ação para cada tópico que faz parte do fluxo adaptativo da turma.

O comportamento do agente Bedel é o seguinte: O Bedel é instanciado pelo agente Gerente e, em seguida, fica em execução, esperando o sinal que é gerado algumas vezes durante o dia. Para os testes práticos realizados com os estudantes, este sinal também não foi automatizado, com o objetivo de facilitar a percepção do correto funcionamento do sistema. O sinal foi gerado manualmente, durante o período do curso, sempre que necessário.

Cada vez que o Bedel recebe o sinal ele verifica se há novas avaliações na turma. Se o agente encontrar novas avaliações feitas pelos estudantes, o agente busca o id do estudante que foi avaliado, o id da atividade que gerou essa avaliação e a nota do estudante nessa atividade, e verifica se a atividade já foi processada anteriormente para o cálculo do perfil do estudante. Se ela não foi processada, o Bedel calcula o perfil do estudante, isto é, ele verifica em qual perfil este se encaixa (básico, médio, avançado) dependendo da nota que ele tirou.

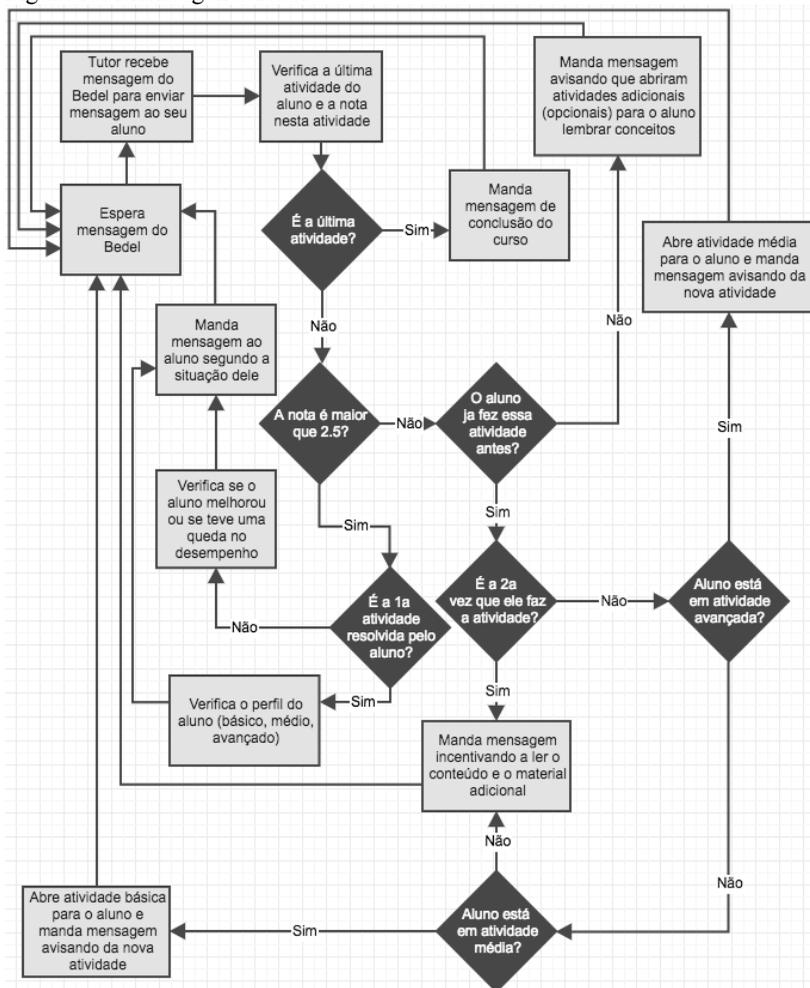
De acordo com o modelo proposto, se o estudante tirou uma nota menor que 2.5, ele não pode continuar avançando para as próximas lições, pois não tirou a nota mínima para continuar com os conteúdos. Nesse caso, o agente disponibiliza conteúdo adicional referente à mesma lição, para que o estudante possa revisar, de forma opcional, e atualiza a atividade que havia sido realizada pelo estudante para que ela possa ser respondida novamente, apagando a resposta anterior no questionário. Esta resposta é guardada em uma tabela específica no banco de dados a fim de que seja possível ter acesso a todo o histórico de notas do estudante e, também, para que este seja acessado pelos agentes para uma melhor análise da situação do desempenho do estudante no curso.

Em seguida, o Bedel manda mensagem para o agente Tutor, para que ele, por sua vez, mande mensagem para o estudante avisando do seu desempenho e do que pode fazer para continuar avançando com o conteúdo.

Se o estudante tirou uma nota maior que 2.5, o agente Bedel disponibiliza para o estudante o conteúdo seguinte e envia a mensagem para o agente Tutor, para que este mande mensagem ao estudante informando-o da possível variação do seu desempenho.

No caso de a atividade já ter sido processada anteriormente o Bedel verifica se há mais estudantes com alguma atividade avaliada e repete esse processo para cada um deles.

Figura 13. Fluxo agente Tutor



Fonte: Elaborada pela autora (2016)

Após o envio da mensagem para o agente Tutor, o agente Bedel executa o comando para limpar a memória cache da turma, para que os estudantes visualizem a página da turma atualizada, na próxima vez que

entrarem no sistema. Em seguida, o Bedel fica em espera do próximo sinal, para verificar se novos estudantes foram avaliados e executar os seus planos novamente.

Para disponibilizar as atividades aos estudantes, seja dos novos conteúdos, ou dos conteúdos de revisão, o agente Bedel consulta no banco de dados do ambiente a tabela que guarda o grafo de pré-requisitos dos conteúdos, previamente criada pelo professor na hora de configurar o bloco Tutor da turma.

Além do agente Gerente e do agente Bedel, existe a figura do agente Tutor, que é o agente que faz o contato com o estudante. Este agente recebe o aviso do agente Bedel de que seu estudante foi avaliado e, com essa informação, ele manda ao estudante mensagens de incentivo ou de parabéns.

O comportamento do agente Tutor (Figura 13) pode ser explicado da seguinte forma: O agente Tutor se mantém à espera do contato do agente Bedel que, após ter verificado as novas notas dos estudantes e disponibilizado para eles os conteúdos, envia para cada um dos agentes tutores uma mensagem informando qual é a atividade que o estudante dele respondeu.

O agente Tutor recebe a mensagem e verifica a nota que o estudante tirou nesta última atividade. Além disso, ele verifica se a atividade é a última do curso. Se for a última atividade, ele manda mensagem parabenizando ao estudante pela finalização do curso e fica na espera de uma próxima mensagem. Como o agente Tutor é o agente do estudante em todo o sistema, ele pode receber mensagens de diferentes agentes Bedel que possam estar trabalhando em outras turmas adaptativas, de outros cursos, nas quais o mesmo estudante está participando.

Se a atividade avaliada não for a última, o agente verifica se o estudante tirou uma nota maior que 2.5, caso ele tenha tirado uma nota maior, o Tutor verifica se o estudante já fez alguma atividade do curso antes e, tendo feito, verifica o perfil dele e se ele melhorou em sua média ou não para, em seguida, enviar uma mensagem de incentivo, quando ele teve uma queda no desempenho, ou parabéns, quando ele melhorou na sua média.

Se o estudante tirou uma nota menor que 2.5, e ele não pode avançar nos próximos conteúdos do curso, porque ele precisa ter um conhecimento mínimo para continuar, o agente Tutor verifica se o estudante está com dificuldade nessa atividade específica, conferindo se a atividade já foi realizada anteriormente por ele, tirando também uma nota menor de 2.5.

Se é a primeira vez que o estudante fez essa atividade, o agente Tutor manda uma mensagem para ele avisando que foram disponibilizadas atividades de revisão opcionais para ele, para que possa lembrar alguns conceitos e avisa também que a atividade que realizou foi atualizada para que possa responder de novo. Se é a segunda vez que o estudante fez a atividade, o agente Tutor manda uma nova mensagem para o estudante, sugerindo que revise os conteúdos opcionais que foram disponibilizados para ele na primeira vez que respondeu a atividade.

Nas próximas vezes, caso o estudante ainda não consiga a pontuação de 2.5 para continuar avançando, o agente Tutor verifica o nível da atividade em que o estudante se encontra e abre para ele uma atividade com um nível imediatamente inferior. por exemplo: se o estudante estava no perfil avançado, o agente abre para ele a atividade do perfil médio, e se estava no perfil médio, o agente Tutor abre para ele a atividade do perfil básico.

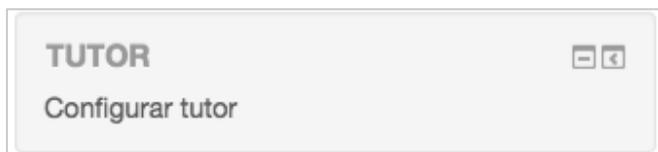
Dessa forma, o estudante tem a possibilidade de resolver exercícios mais simples dos que estava tentando antes, já que mesmo tendo ido bem no conteúdo anterior, o que fez com que ele fique em um perfil mais difícil, no conteúdo corrente ele pode ter maior dificuldade. Em todos os casos, o agente Tutor continua mandando mensagens de incentivo para que o estudante leia um pouco mais o conteúdo e consiga avançar.

Os valores que foram definidos neste sistema para que o agente decida se um estudante poderia avançar no curso ou se teria que fazer o exercício novamente foram escolhidos pelo bom senso, para a realização do curso experimental, a fim de avaliar o modelo proposto. Entretanto, estes critérios, em uma situação mais realista, devem ser definidos pelo professor. Percebeu-se assim, que essa informação poderia, em trabalhos futuros, ser inserida de forma particular pelo professor, na hora de configurar o modelo pedagógico do curso. No entanto, nesta versão do sistema, este valor foi inserido diretamente no código.

4.3 FUNCIONAMENTO DO MODELO

O passo a passo do funcionamento do modelo no Moodle é descrito a seguir. Para poder ter uma turma adaptativa, o professor precisa deve adicionar o bloco Tutor ao espaço da turma, utilizando os procedimentos usuais para inserção de elementos no Moodle e configurá-lo. O bloco em si não tem nenhuma opção de configuração no contexto da turma, ele tem um link para entrar nessa área. (Figura 14)

Figura 14. Bloco Tutor do Moodle



Fonte: Captura de tela do bloco no ambiente Moodle

Além de ativar o bloco Tutor na turma, o professor precisa inserir todo o conteúdo que será utilizado pelos estudantes durante o curso, para depois configurar o comportamento dos agentes para aquele curso. Nesta versão do sistema, o professor precisa configurar como atividades avaliativas os questionários e, na quantidade de tentativas permitidas, deve selecionar a opção **1**. Isto para que a execução do agente não se cruze com alguma nova tentativa do estudante para responder o questionário. Se necessário, o agente disponibilizará uma nova tentativa para ele.

Com o bloco Tutor e o conteúdo do curso disponíveis, o próximo passo, para o professor, é clicar em **Configurar tutor**. A página mostrada, após o clique, muda dependendo do nível de configuração em que se encontra o bloco dessa turma. Em uma turma em que não foi feita nenhuma configuração dos agentes, na hora de entrar no bloco o professor visualizará a lista de todos os conteúdos com um campo de seleção ao lado, no qual ele deve escolher o nível de dificuldade de cada um dos recursos e atividades (figura 15).

Figura 15. Configuração níveis de dificuldade



Fonte: Captura de tela da configuração do bloco no ambiente Moodle

Uma vez que o professor está com o material pronto e o bloco Tutor ativado, ele consegue acessar o bloco e configurar a ordem de precedência dos materiais. Para isso, a primeira vez que o professor

acessa o bloco, ele precisa indicar, para cada um dos materiais incluídos no curso, qual é o nível de dificuldade deles, escolhendo entre as opções: básico, médio, avançado ou geral.

O nível denominado geral refere-se ao material que será mostrado a todos os estudantes por igual, isto é, sem ter diferentes níveis. Isto pode acontecer no caso de o conteúdo ser muito enxuto e o professor inclua somente um material desse conteúdo para o curso. Os outros três níveis referem-se ao material que será mostrado de acordo com o desempenho do estudante.

Após a definição dos níveis de dificuldade de todos os recursos e atividades do curso, o passo seguinte é configurar o recurso e a atividade iniciais, para que os agentes possam obter a primeira informação de desempenho dos estudantes que realizarem esta primeira atividade (figura 16).

Figura 16. Configuração de recurso e atividade iniciais

A captura de tela mostra a interface de configuração de recursos e atividades iniciais no Moodle. À esquerda, há um menu de navegação com o título "NAVEGAÇÃO" e ícones de expandir e fechar. O menu contém: "Página inicial", "Painel", "Páginas do site", "Curso atual" (com subitem "Curso teste" expandido), "Participantes", "Emblemas", "Geral", "Unidade 1" a "Unidade 4", "Tópico 5" a "Tópico 10", e "Meus cursos".

À direita, o formulário contém o texto "Selecione um recurso e uma atividade para iniciar o estudo:". Abaixo disso, há duas seções de seleção:

- Recurso inicial:** Uma lista de radio buttons com as opções: "Leitura_1" (selecionada), "Leitura_2_Nível_Básico", "Leitura_2_Nível_Médio", "Leitura_2_Nível_Avançado", "Leitura_3_Geral", "Leitura_4_Nível_Básico", "Leitura_4_Nível_Médio", e "Leitura_4_Nível_Avançado".
- Atividade inicial:** Uma lista de radio buttons com as opções: "Atividade_1" (selecionada), "Atividade_2_Nível_Básico", "Atividade_2_Nível_Médio", "Atividade_2_Nível_Avançado", "Atividade_4_Nível_Básico", "Atividade_4_Nível_Médio", e "Atividade_4_Nível_Avançado".

Na base do formulário, há um botão "Seleciona".

Fonte: Captura de tela da configuração do bloco no ambiente Moodle

Estes materiais iniciais são configurados com o nível geral, pois são mostrados para todos os estudantes ao iniciar o curso. Com o resultado da primeira atividade, o agente pode calcular o perfil inicial no qual o estudante irá se encaixar no próximo tópico e, de acordo com este

perfil, poderá começar a mostrar os demais conteúdos de modo adaptativo para os estudantes.

Com o recurso e a atividade iniciais definidos, a última parte da configuração do bloco Tutor é a escolha dos pré-requisitos de cada um dos conteúdos que pertencem à parte adaptativa do curso naquela turma (Figura 17). Para cada um dos recursos e para cada uma das atividades serão exibidos os demais recursos e atividades disponíveis na turma, com opção de seleção múltipla, para selecionar um ou mais pré-requisitos e ir gerando dessa forma o modelo pedagógico do curso que será visualizado em um *grafo de dependências*.

Figura 17. Configuração pré-requisitos

Recursos e atividades:

Limites B1

Selecione os pré-requisitos

Recursos:

- Notações para resposta
- Operações fundamentais
- Números reais
- Relações numéricas
- Potências e raízes
- Logaritmos
- Números complexos
- Progressões e Séries
- Binômio e Produtos notáveis

Fonte: Captura de tela da configuração do bloco no ambiente Moodle

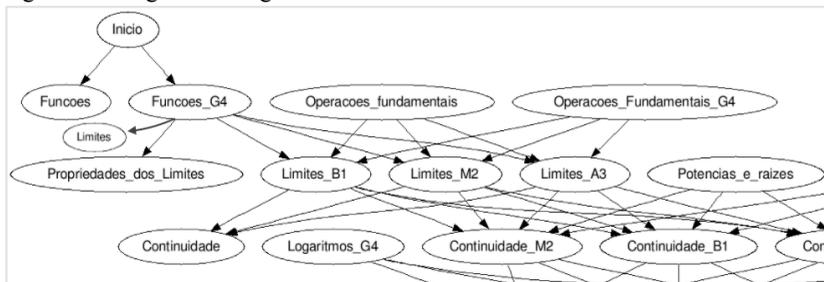
O grafo de dependências é utilizado para que o professor possa ver todas as possibilidades de fluxos de dependência entre os recursos e atividades do curso, que ele foi configurando.

Com esta informação, que é guardada no banco de dados em uma tabela específica, os agentes utilizam configuram a interface do ambiente para o estudante, em tempo real, de acordo com as atividades realizadas por ele e os resultados obtidos nas atividades. Um exemplo deste grafo foi mostrado na figura 18.

O professor pode editar os pré-requisitos dos recursos e atividades até obter o grafo de dependências que julgar mais adequado aos estudantes. O recurso e a atividade iniciais também podem ser editados. No entanto, ao apagar a escolha deles, qualquer relação de dependência feita com os outros recursos e atividades será apagada

também, e o grafo será zerado. Isto porque a base do grafo são estes conteúdos iniciais.

Figura 18. Fragmento do grafo de uma turma



Fonte: Captura de tela do grafo gerado no ambiente Moodle

A edição dos pré-requisitos, não interfere nas outras configurações. Porém, uma vez iniciado o curso pelos estudantes, os conteúdos já configurados e aos quais os estudantes já tiveram acesso, lendo ou resolvendo as atividades, não devem ser editados. Pois, neles os agentes já fizeram alguma configuração específica para que apareça para os diferentes grupos de estudantes a interface adaptada, de acordo com cada um dos níveis de dificuldade. No caso dos conteúdos que não tiverem sido acessados pelos estudantes, é possível, para o professor, revisar e adicionar algum elemento ou mudar alguma relação de dependência, se achar necessário.

Embora a edição na configuração do grafo de dependências, que viria a ser a configuração do comportamento dos agentes, seja permitida durante o andamento do curso, o mais recomendado é que o professor previamente prepare o modelo pedagógico, e os possíveis caminhos a serem percorridos pelos estudantes através do material, isto é, o design instrucional do curso, para depois fazer a seleção dos pré-requisitos no bloco Tutor.

4.4 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

A implementação do modelo foi feita utilizando, como ambiente virtual de ensino-aprendizagem, o Moodle. Este ambiente, mesmo não sendo um ambiente adaptativo em si, oferece ferramentas que podem ser integradas a um Sistema de Tutores Inteligentes com relativa facilidade, tendo como resultado um ambiente inteligente de aprendizagem que se mostra diferenciado para os estudantes, se adequando ao perfil deles.

Uma das características dos agentes é a capacidade deles de se adaptarem às mudanças do ambiente em que eles se encontram e onde executam seus planos. Característica que foi explorada para esta implementação pela mudança constante dos dados dos estudantes no sistema.

A escolha dos agentes para a implementação do modelo foi feita pensando em um sistema completo contendo diversas turmas, cada uma com um agente Bedel, e uma quantidade grande de usuários com perfil de estudante, cada um com um agente Tutor. Assim, pela evolução da complexidade que o sistema pode apresentar, o modelo de agentes considerou-se o mais adequado para o desenvolvimento do sistema, dado que o número de instâncias diferentes de agentes Bedel e Tutor em um ambiente com grande fluxo de informação e com comunicação contínua entre as instâncias requer maior gerenciamento e controle. Com o modelo baseado em agentes, não haveria limitações em contextos de desenvolvimento maiores, sendo possível que o modelo seja implementado de forma robusta.

Os agentes, do modo como o sistema foi desenvolvido, mostram os recursos e as atividades para os estudantes, segundo o desempenho deles e atualizam a disponibilização dos recursos de forma constante a cada nova atividade respondida pelos estudantes.

A adaptação do sistema acontece pelas diversas respostas dos agentes às mudanças do ambiente virtual de ensino-aprendizagem, que são observadas através das atualizações no banco de dados. Estas respostas são mostradas na forma de disponibilização de materiais, após executar os planos de cada um dos agentes, trabalhando com as informações recebidas.

O código dos agentes foi desenvolvido utilizando a plataforma de desenvolvimento *Jason*, interpretador da linguagem *AgentSpeak*, que é uma linguagem de programação orientada a agentes, de código aberto, distribuída sob a licença GNU LGPL (GNU – *Lesser General Public License*) e implementada em Java (JASON DEVELOPERS, 2016).

Segundo Bordini (2007) o *AgentSpeak* tem a característica de definir o *know-how* (conhecimento sobre como fazer as coisas) de um programa na forma de planos, os quais os agentes BDI utilizam convertendo desejos em intenções. Além disso, esta linguagem inspira-se e baseia-se no modelo de comportamento humano *belief-desire-intention* (BDI). A arquitetura dos agentes tem, como um dos seus componentes, a base de crenças, e o interpretador constantemente e sem ser programado percebe o ambiente e atualiza esta base segundo sua percepção.

4.4.1 Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem Moodle

O Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamica Learning Environment*), é um Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem que é utilizado em instituições educativas ou corporativas como uma ferramenta de apoio à aprendizagem. Desenvolvido com código aberto, e com uma comunidade muito grande de desenvolvedores ao redor do mundo, que trabalham de forma constante para criar novos recursos, ele tem características que permitem que seja usado por diferentes quantidades de estudantes, desde um grupo muito pequeno até um grupo com muitos usuários, isto dependendo da configuração do servidor no qual ele fica hospedado.

A comunidade de colaboradores conta com pessoas de diferentes áreas de conhecimento e de diferentes partes do mundo. Segundo o site principal moodle.org (2016), existem mais de 73.900 sites registrados, em 233 países, com mais de 11 milhões de cursos e mais de 95 milhões de usuários. Entre os países com mais registros de sites estão Estados Unidos com 10,155 sites, Espanha com 7,115 sites e Brasil com 4,422 sites. Embora esses números, por serem só dos ambientes que foram registrados, não mostrem o 100% de sistemas utilizados atualmente, é possível ver que existe um número alto de usuários de Moodle ao redor do mundo, nos diferentes papéis e perfis que o sistema disponibiliza (desenvolvedores, administradores, professores, estudantes, tutores, etc).

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada a versão estável 2.9.1 (Build: 20150706) do Moodle, bem como o bloco Tutor, cuja versão inicial foi criada durante a pesquisa do mestrado, compatível com a versão 2.2 do Moodle, e que foi atualizado para ser utilizado nessa nova versão, com as adaptações necessárias à atualização do modelo.

4.4.1.1 Bloco Tutor no Moodle

A implementação de diversos recursos do Moodle é feita utilizando a técnica de implementação em forma de *plug-ins*, que podem ser acessados pelo ambiente na forma de blocos. Assim, para a configuração dos agentes definiu-se a criação do bloco Tutor. Por meio desta ferramenta, o professor implementa o design instrucional do curso, estabelecendo todos os fluxos possíveis, e configura o agente, informando o nível de dificuldade dos conteúdos e as relações entre os materiais.

Além disso, para a criação do grafo de dependências que é visualizado pelo professor, após a configuração do bloco, foi inserido um código de geração de grafos no bloco Tutor. Este código foi escolhido após ter feito uma pesquisa por códigos prontos geradores de grafos que atendam o que estava sendo proposto neste trabalho. Assim,² foi selecionada a função *digraph* encontrada na seção *GraphVizChart*² do *Google Charts*.

Entre as opções disponíveis de implementação desta função foi utilizada a que gera o grafo a partir de uma string do tipo: $A \rightarrow B \rightarrow C$. Para que o grafo pudesse ser apresentado, os valores da coluna **nome** dos recursos e atividades inseridos na tabela de dependências foram convertidos em uma String, tirando todos os espaços, acentos e caracteres especiais deles. Essa String foi colocada no código que gera o grafo, na forma de um html.

Para a configuração dos agentes por parte do professor ou responsável da turma foi, portanto, atualizado o componente para o moodle desenvolvido previamente em (GIUFFRÀ, 2013). Foi utilizada a linguagem PHP, seguindo os padrões recomendados de criação de *pugins* para o moodle denominado Bloco, disponibilizados no site do Moodle.org.

O nome escolhido para este bloco foi “Tutor”, pois nele, o professor configura os agentes. Como resultado dessa configuração, o ambiente virtual passa a apresentar um comportamento adaptativo e o estudante passa a receber mensagens de incentivo de um usuário previamente cadastrado no Moodle como **Agente Tutor**, tendo o mesmo nome dos agentes Tutor do modelo. Todas as instâncias dos agentes Tutor utilizam o perfil deste usuário para enviar as mensagens e mostrar o acompanhamento do estudante durante o curso.

Os agentes Bedel também são configurados através deste bloco. No entanto, eles não utilizam nenhum usuário do ambiente virtual. Todo o trabalho dos agentes Bedel é feito diretamente no banco de dados do ambiente. Os agentes Bedel são os responsáveis pelo comportamento adaptativo do ambiente virtual.

4.4.1.2 Disponibilização de materiais adaptativos no Moodle

Para a disponibilização dos materiais (recursos e atividades) de forma adaptativa para os estudantes, foram utilizados de forma conjunta dois recursos já existentes nessa versão do Moodle. O primeiro é o

² <https://developers.google.com/chart/image/docs/gallery/graphviz>

recurso de grupos, comumente utilizado pelos usuários que já utilizam e conhecem o ambiente, e o segundo é o recurso de acesso restrito, que é um recurso mais recente, em comparação aos grupos, e que possibilita que um recurso ou atividade seja mostrado aos estudantes que obedecem à restrição configurada.

A restrição definida foi o pertencimento a um grupo específico. Cada recurso e atividade estão diretamente relacionados com um grupo que contém, no nome, o id deste recurso ou atividade, por exemplo, a atividade **Limites - Questionário B**, do nível básico, cujo id é 415, está relacionada com o grupo **Adaptação B 415** (Figura 19).

Figura 19. Questionário e grupo relacionado



Fonte: Captura de tela da tela do professor no ambiente Moodle

O agente Bedel calcula o perfil do estudante que foi avaliado e, com esse perfil, ele sabe em que nível este estudante se encontra. Se o estudante tiver uma nota maior que 2.5 e menor ou igual que 5.4 o perfil dele é o básico, se a nota é maior que 5.4 e menor que 8.0 o perfil dele é o médio e, se a nota é maior ou igual que 8.0 o perfil dele é o avançado. No caso de o estudante tirar uma nota menor ou igual que 2.5, ele não pode avançar com o conteúdo e fica em um perfil “zero”. Neste perfil, o agente disponibiliza para ele recursos de reforço, apaga a nota da atividade e a abre para uma nova tentativa. Com esta informação o agente define como mostrar o próximo conteúdo para o estudante.

Pelo fato de as notas no Moodle seguirem o padrão 0-100 e não 0-10, nos lugares do texto em que aparecer uma nota com a forma 25, ela representa 2.5. E assim para todas as notas. Esta forma de visualização da nota pode ser configurada no Moodle, caso o professor considere necessário. Para os testes realizados foi deixada a configuração padrão.

Continuando com o exemplo anterior: se o estudante tirou uma nota não muito alta no tópico anterior a **Limites**, que seria o tópico de **Funções**, ele vai ficar no perfil básico e, para este estudante, será mostrado o conteúdo de Limites no nível básico. O Bedel verifica se já há algum outro estudante que tenha o mesmo perfil para este mesmo conteúdo e, se não tiver, o agente Bedel cria o grupo com o nome **Adaptação**, seguido da letra que representa o nível básico, médio ou

avanzado (B, M ou A) e do id do recurso ou atividade que ficará relacionado com esse grupo. E, em seguida, insere o estudante no grupo.

Uma vez que o estudante é inserido no grupo ele passa a visualizar o conteúdo restringido para esse grupo. A figura 19 mostra como o professor visualiza cada um dos conteúdos que já foram configurados pelo agente, isto é, que já têm um grupo relacionado ao conteúdo e algum estudante acessando. Os estudantes não têm essa mesma visualização. Para eles, só aparecerão os conteúdos que o agente disponibilize a eles, isto é, enquanto o professor visualiza que aquele recurso estará disponível para quem fizer parte do grupo **Adaptação B 415**, por exemplo, o estudante não visualizará o recurso a menos que ele tenha sido inserido naquele grupo pelo agente Bedel.

O agente Bedel faz o cálculo do perfil do estudante toda vez que precisar disponibilizar conteúdos para ele, isto é, toda vez que há um estudante com avaliação nova. O agente verifica se já existe o grupo necessário para a visualização da atividade de forma restrita. Se existir, adiciona o estudante no grupo, caso contrário, cria o grupo e adiciona o estudante nele.

Figura 20. Histórico estudante id 15

	id	id_curso	id_aluno	id_perfil	id_grade_item	nota	media	nro_calculo
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	184	12	15	0	169	24	24	0
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	185	12	15	1	169	44	44	1
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	186	12	15	1	170	64	54	2
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	187	12	15	2	173	77.3334	61.77779999999999	3
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	188	12	15	2	177	44	57.33334999999999	4
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	189	12	15	2	180	104	66.66668	5
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	191	12	15	2	182	34	61.22223333333333	6

Fonte: Captura de tela de tabela do banco de dados do Moodle

O cálculo do perfil do estudante é feito da seguinte forma. O agente Bedel verifica que houve uma avaliação nova e com o id desta avaliação e o id do estudante ele procura no banco de dados a informação do histórico deste estudante. Para ilustrar este procedimento, seguem dois exemplos de cálculo de perfil de dois alunos diferentes.

A figura 20 mostra a tabela do banco de dados com o histórico completo do estudante com id 15, que seria todo o histórico deste estudante durante o curso. Em cada linha o agente Bedel calculou a média e o perfil dele.

Assim como mostra a tabela do banco de dados da figura 20 em relação ao estudante com id 15, para cada estudante do curso o Bedel alimenta as mesmas informações do histórico das notas dele. O agente

Bedel calcula a média aritmética levando em conta todas aquelas notas em que o perfil do aluno foi maior que 0, e a nota do recurso ou atividade corrente. Assim, a média para cada linha foi calculada como segue (Quadro 4):

Quadro 4. Cálculo de média pelo agente

Atividade corrente	Nota Corrente	Notas anteriores	Média	Perfil
169	24	0	24	0
169	44	0	44	1
170	64	44	54	1
173	77.33	64 + 44	61.77	2
177	44	77.33 + 64 + 44	57.33	2
180	104	44 + 77.33 + 64 + 44	66.66	2
182	34	104 + 44 + 77.33 + 64 + 44	61.22	2

Fonte: Elaborada pela autora (2017)

Para a atividade com id 169, na primeira vez em que o estudante resolveu a atividade, ele obteve a nota 24, que não é uma nota suficiente para avançar no curso e que não gera nenhum perfil do estudante (básico, médio ou avançado), já que ele terá que refazer a atividade novamente. Como é a primeira nota, a média fica ela mesma. A segunda vez que o estudante faz a atividade, ele obtém a nota 44. Esta nota permite que o estudante avance no curso e que ele tenha um perfil de desempenho. Para calcular esta nota, o agente Bedel verifica se o estudante já obteve alguma outra nota que gerou um perfil. Neste caso não obteve nenhuma. Logo, a média fica também ela mesma.

Tendo sido aprovado no recurso com id 169, o estudante tem acesso à atividade com id 170. Ele obtém a nota 64 na atividade e, a partir deste evento, o agente Bedel verifica o histórico de notas. Dessa vez ele percebe que tem uma nota anterior que gerou um perfil e, com isto, ele ignora a nota 24, que não gerou perfil, soma a nota corrente com a nota anterior e calcula a média entre elas. O estudante continua com a próxima atividade, com id 173 e obtém a nota 77.33. O agente faz o mesmo procedimento: verifica o histórico, vê que tem duas notas que geraram perfil, soma elas à nota corrente e calcula a média entre elas. E assim, sucessivamente até a última atividade que o estudante fizer no curso.

Assim, o agente Bedel, calcula o perfil de todos os estudantes, cada vez que eles tiverem uma nova avaliação. A figura 21 mostra o histórico do estudante com id 17. Note-se que os valores na coluna **id_grade_item** que contém os id das atividades que foram disponibilizadas para este estudante e respondidas por ele, são diferentes aos do estudante anterior. Isto porque eles tiveram desempenhos diferentes e o curso se apresentou adaptativo segundo este desempenho.

O cálculo de perfil do estudante com id 17 é feito da mesma forma que o do estudante com id 15. A diferença entre eles é que, no caso do estudante com id 17, houve duas vezes que ele obteve uma nota menor que 25, assim, o agente Bedel ignorou as linhas com id 204 e 220 para fazer o cálculo do perfil quando recebia as outras avaliações, que foram guardadas nas outras linhas.

Figura 21. Histórico estudante id 17

	id	id_curso	id_aluno	id_perfil	id_grade_item	nota	media	nro_calculo
Click the drop-down arrow to toggle column's visibility	204	12	17	0	169	24	24	0
Edit Copy Delete	205	12	17	3	169	104	104	1
Edit Copy Delete	220	12	17	0	172	24	64	0
Edit Copy Delete	221	12	17	3	172	64	84	2
Edit Copy Delete	222	12	17	2	175	64	77.33333333333333	3
Edit Copy Delete	223	12	17	2	177	44	69	4
Edit Copy Delete	395	12	17	2	155	74	70	5
Edit Copy Delete	396	12	17	2	180	64	69	6
Edit Copy Delete	397	12	17	1	182	24	62.57142857142857	7

Fonte: Captura de tela de tabela do banco de dados do Moodle

A implementação do cálculo do perfil dos estudantes, realizado pelo agente Bedel, foi feita no código deste agente. Da mesma forma, a implementação das ações a serem realizadas por ele para a obtenção de dados do banco de dados e a alimentação das tabelas com o histórico dos estudantes, também no banco do Moodle.

4.4.1.3 Banco de dados Moodle

O banco de dados do Moodle guarda todas as informações do ambiente nas diferentes tabelas que ele contém. A versão 2.9.1 conta com 328 tabelas. Para o trabalho dos agentes, foram adicionadas algumas tabelas à instalação padrão do Moodle, todas elas com o prefixo **mdl_tutor**. Durante o desenvolvimento deste trabalho foram atualizadas as tabelas criadas em Giuffra (2013), adicionando umas e tirando outras.

As tabelas criadas previamente foram:

- Tutor_dependencia,
- Tutor_tarefas_avalaiadas,
- Tutor_nota_perfil,
- Tutor_media_perfis,
- Tutor_perfis,
- Tutor_profile_availability,
- Tutor_rec_at_perfil.

Após a revisão e alteração do modelo dos agentes, ao grupo de tabelas acima foram adicionadas as tabelas Tutor_alunos_avalaiados, Tutor_bedel_curso e Tutor_tutor_aluno. E foram retiradas as tabelas Tutor_tarefas_avalaiadas, Tutor_nota_perfil, Tutor_media_perfil, Tutor_perfil e Tutor_profile_availability. Dessa forma, a lista de tabelas adicionadas à instalação padrão do Moodle, na versão 2.9.1, para o funcionamento do sistema adaptativo é:

- Tutor_alunos_avalaiados: Esta tabela guarda os dados necessários para que os agentes consigam saber o histórico de desempenho dos estudantes. Cada vez que um estudante é avaliado ou responde uma atividade avaliativa, o agente Bedel calcula o perfil de desempenho deste estudante para, em seguida, mostrar os próximos tópicos segundo o desempenho calculado e guarda nesta tabela a informação desse calculo, entre os dados que ficam como histórico, além do id do curso e do estudante, estão o perfil calculado, o id da atividade que foi avaliada, a nota nessa atividade, a média de todas as atividades que o estudante respondeu até o momento e o número de cálculo, que é o número de vezes que o Bedel calculou um perfil para este estudante. Os campos desta tabela são: id_curso, id_aluno, id_perfil, id_grade_item, nota, media e nro_calculo.
- Tutor_bedel_curso: Esta tabela guarda a informação das turmas em que o bloco Tutor foi ativado, isto é, as turmas adaptativas. Ela é acessada pelo agente Gerente para verificar se todas as turmas adaptativas estão com um agente Bedel instanciado para trabalhar a adaptatividade nelas.
- Tutor_tutor_aluno: Esta tabela guarda a informação dos estudantes que pertencem a uma ou mais turmas adaptativas, para que o agente Gerente possa verificar se todos esses estudantes têm um agente

Tutor criado, que trabalha em todas as turmas em que o estudante dele está matriculado.

- Tutor_rec_at_perfil: Esta tabela guarda a informação do perfil de cada um dos recursos e atividades informados pelo professor, também na hora de configurar o bloco Tutor. Isto é realizado como primeiro passo, antes da seleção dos pré-requisitos.
- Tutor_dependencia: Essa tabela guarda a informação da configuração de pré-requisitos e dependências do bloco Tutor, isto é, a relação dos recursos e atividades e os pré-requisitos deles, selecionados pelo professor ao configurar o bloco.

Com a criação dessas tabelas e com as informações inseridas nelas, os agentes Gerente, Bedel e Tutor, conseguem executar seus planos para fazer do ambiente virtual Moodle um ambiente adaptativo. A implementação dos agentes foi realizada no ambiente de desenvolvimento JASON.

4.4.2. Implementação dos Agentes

Os agentes foram implementados no ambiente de desenvolvimento JASON, utilizando o CArtAgO (*Common ARTifact infrastructure for AGents Open environments*), para a implementação dos artefatos. Este desenvolvimento dos agentes, utilizando os artefatos como ambiente (*environment*), foi feito como continuação da implementação do protótipo realizado em Giuffra (2013).

Os arquivos foram organizados da seguinte forma:

- jasonTutor.mas2j
- Pasta agentes
 - bedel.asl
 - gerente.asl
 - tutor.asl
- Pasta java
 - *Package abs*
 - Course.java
 - Moodle.java
 - User.java
 - *Package artifact*
 - Associacao.java

- Associacao_Aluno_Logs.java
- Associacao_dependencia.java
- Associacao_id_module_perfil_id.java
- Associacao_notas_alunos_tarefa.java
- BD_Artifact.java
- Bedel_Atc.java
- db_art.java
- Email.java
- Gerente_Atc.java
- Tutor_atc.java
- WebserviceMoodle.java
- *Package util*
 - Color.java
 - StringColor.java

O arquivo `jsonTutor.mas2j` é o arquivo de definição do sistema multiagente, nele se define a infraestrutura, o ambiente e agentes.

Figura 22. Agente Gerente – código fonte

```

35
36 +!criarUser(Id,Name,HasNext) : HasNext
37 <- !criaAgent("usuario id:",Id,Name,"tutor.asl");
38   getNaidUser(Ids, Named,HasNextf);
39   !criarUser(Ids,Named, HasNextf);
40 .
41
42 +!criarCourse(Id, Name,HasNext): not(HasNext)
43 <- .wait(50)
44 .
45
46 +!criarCourse(Id,Name,HasNext) : HasNext
47 <- !criaAgent("disciplina id:",Id,Name,"bedel.asl");
48   getNaidUser(Ids, Named,HasNextf);
49   !criarCourse(Ids,Named, HasNextf);
50 .
51
52
53 +!criaAgent(Title,Id,NAME,Source) : true
54 <- .concat(Title,Id,N);
55   .create_agent(N,Source, [agentArchClass("c4jason.CAgentArch")]);
56   .send(N,tell,id(Id));
57   .send(N,tell,nome(NAME));
58   .send(N,achieve,start);
59 .
60

```

Fonte: Captura de tela do código fonte

Na pasta `agentes` estão os arquivos dos três agentes desenvolvidos para o sistema, o `bedel`, o `gerente` e o `tutor`. Na pasta `java` há 3 *packages*

(abs, artifact, útil). No *package* abs estão os arquivos utilizados para verificar os cursos/turmas e usuários criados ou cadastrados no ambiente e que não tenham um agente Bedel ou um agente Tutor associado a eles. Esta verificação é feita pelo agente Gerente.

No *package* artifact estão os arquivos dos artefatos dos agentes e alguns arquivos adicionais utilizados pelos agentes para o envio de mensagens, criação de grupos no Moodle e associação de variáveis. No *package* util estão arquivos auxiliares para o reconhecimento das mensagens dos agentes na tela de impressão ou console.

Para cada agente foi criado um arquivo .asl e um artefato .java que é o que faz a conexão com o banco de dados do ambiente.

- Agente Gerente: O sistema tem uma única instância do agente Gerente. No modelo, o ciclo de vida deste agente consiste em se manter executando e esperando a criação de novas turmas ou cursos e o cadastro de novos usuários para, em seguida, instanciar os agentes Bedel e Tutor necessários.

Para isso, o Agente Gerente tem uma crença com o valor do tempo de espera. O objetivo inicial do Gerente é criar o próprio artefato.

Ele inicializa e executa os planos para criar o artefato e começar a verificação no sistema. Verifica se tem algo novo e, se tiver, cria o número de agentes necessário, tanto agente Bedel quanto agente Tutor. Na criação de cada um dos agentes ele informa o id, o nome e manda os novos agentes começarem a sua execução (Figura 22). Depois disso, o agente fica esperando para executar novamente.

O agente Gerente, em sua totalidade, foi implementado durante o desenvolvimento deste trabalho, pois na versão anterior este agente não fazia parte do modelo.

- Agente Bedel: O sistema pode ter um ou mais agentes Bedel. Esta quantidade está diretamente relacionada com a quantidade de turmas adaptativas que existirem no ambiente. Assim como o Gerente, o Bedel fica na espera para executar os planos, com o intuito de verificar continuamente se há avaliações novas, para atualizar a informação do perfil dos estudantes. As crenças do Bedel são: id, nome e tempo de espera, tempo que ele aguarda para executar novamente a busca por novas notas.

Entre seus planos, o Bedel tem a verificação da avaliação dos estudantes, a atualização do perfil deles e o envio de mensagem para o agente Tutor para avisar que o estudante foi avaliado (Figura 23). O código do agente Bedel, em comparação à versão anterior, foi modificado em grande parte. Na versão anterior existia uma dependência relacionada com a data de entrega das atividades ou com a entrega das atividades, por todos os estudantes. Nesta versão, melhorada, essa dependência foi retirada fazendo com que o agente Bedel verifique a entrega de qualquer atividade por parte de um estudante, sem levar em conta a data ou entregas de outros estudantes. E, somente com essa informação, o agente Bedel continuava a execução calculando o perfil de desempenho do estudante para, em seguida, mostrar novos conteúdos a ele.

Figura 23. Agente Bedel – código fonte

```

55 +|verifica_avaliacao_aluno: true <- //verifica se teve alguma atividade
56   verifica_avaliacao_aluno;
57   .print("avaliacao_aluno");
58   !pegaNidUser.
59
60 +|pegaNidUser: true<-
61   pega_Id_User(Id,IdCourse,HasNext);
62   .print("hasnext noPegaNidUser = ",HasNext);
63   !devolve_alunos_mensagem(Id, IdCourse,HasNext);
64   .wait(5000);
65   !pegaNidUser.
66
67 +|devolve_alunos_mensagem(Id,IdCourse,HasNext): not(HasNext) <-
68   ?time(X);
69   .print("terminou Bedel = ", ID);
70   ?id(Id_c);
71   .concat("",Id_c,Id_curso);
72   !purge_course_cache(Id_curso);
73   .print("Limpou cache");
74   .print("time ", X);
75   .wait(X).
76   //!verifica_avaliacao_aluno.
77
78 +|devolve_alunos_mensagem(Id,IdCourse,HasNext): HasNext <-
79   .print("Id = ",Id);
80   .print("hasnext = ",HasNext);
81   .concat("usuario id=",Id,N);
82   .print("Curso = ",IdCourse);
83   .send(N, tell, curso{IdCourse});
84   .send(N, tell, id{Id});
85   .send(N, achieve, enviamensagem_aluno).

```

Fonte: Captura de tela do código fonte

- Agente Tutor: Da mesma forma que o agente Bedel, o número de agentes Tutor pode ser um ou muitos. Este número depende do número de estudantes matriculados, ou participantes com papel de estudante, em turmas adaptativas. Sendo que para cada estudante existe somente um agente Tutor, independente do número de turmas adaptativas em que o estudante esteja participando.

Uma diferença do agente Tutor com os outros agentes é que este não fica esperando um tempo específico para voltar a executar seus planos. Ao invés disso, ele fica esperando a mensagem do agente Bedel, com a informação de que o estudante dele teve uma atividade avaliada, juntamente com a informação do curso/turma, na qual esta atividade foi realizada. As crenças do agente Tutor são: id, nome e curso, que dependendo como foi definido o ambiente também representa a turma.

O plano principal do agente Tutor é enviar mensagem para seu estudante (Figura 24). Esta mensagem muda segundo o desempenho do estudante, que ele confere acessando o banco de dados através do seu artefato.

Figura 24. Agente Tutor – código fonte

```

16 +Istart : true
17 <- Istring(S);
18   makeArtifact(S,"artifact.Tutor_atc",[I,Id1);
19   !showAluno.
20
21 +Istring(S) : true
22 <- ?id(I);
23   .concat("inst_alu",I,S).
24
25 +IshowAluno : true
26 <- ?id(ID);
27   .print("Aluno:");
28   !showMe.
29
30 +IsetStudent(ID,N) : true
31 <- --idAluno(ID).
32
33 +IshowMe : true
34 <- ?id(ID);
35   ?nome(NOME);
36   .concat(" ID= ", ID," Nome= ", NOME, Rest);
37   .print(Rest).
38
39 +Ienviamensagem_aluno: true
40 <- .print("agenteTutor id");
41   ?id(ID);
42   ?curso(Curso);
43   .print(ID);
44   .print(Curso);
45   enviamensagem(ID, Curso);
46   .print("terminou envio mensagem tutor = ", ID).

```

Fonte: Captura de tela do código fonte

O código do agente Tutor também foi incrementado, pois na versão anterior este agente só enviava mensagens ao estudante segundo a informação que recebia do agente Bedel, sem verificar o histórico do estudante e sem mostrar novos conteúdos quando o estudante tivesse dificuldade em passar para o próximo tópico.

Este comportamento do agente Tutor foi modificado pois nos primeiros testes do sistema verificou-se que o agente poderia ser melhor explorado, não somente mandando mensagens, mas avaliando a situação do estudante e ajudando-o com conteúdos que fossem mais adequados ao seu nível de desempenho.

Entre as mensagens de incentivo ou parabéns que o agente Tutor manda para seu estudante (Quadro 5) estão:

Quadro 5. Mensagens do agente Tutor

Incentivo	message = "Olá, "+nome_aluno+", \n\n Você conseguiu uma nota para continuar avançando no curso. Parabéns! Na próxima atividade vamos tentar ir um pouco melhor? Você consegue!";
	message = "Olá, "+nome_aluno+", \n\n Você conseguiu uma nota para continuar avançando no curso. Parabéns! O que acha de tentar melhorar essa média na próxima atividade! Você consegue!";
	message = "Olá, "+nome_aluno+", \n\n O seu desempenho teve uma pequena queda, mas não desanime! Você consegue se esforçar um pouco mais a próxima vez! Você tem capacidade. Vamos em frente!";
Parabéns	message = "Olá, "+nome_aluno+", \n\n Parabéns! \n Você superou sua média anterior! Continue assim!";
	message = "Olá, "+nome_aluno+", \n\n Parabéns! \n Você conseguiu se manter com um ótimo desempenho! Continue assim!";
	message = "Olá, "+nome_aluno+", \n\n Você conseguiu uma nota para continuar avançando no curso. E sua nota foi muito boa! Parabéns! Continue assim!";

Fonte: Elaborada pela autora (2016)

5 TÉCNICA DE DESIGN INSTRUCIONAL

Neste capítulo é explicada a técnica utilizada neste trabalho, na qual foi elaborada uma extensão, tomando como base o modelo ADDIE de DI (Figura 25), para ser utilizada em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem adaptativos, reconhecendo o professor como o designer do seu próprio curso.

Figura 25. Etapas do ADDIE



Fonte: Adaptado de Filatro (2008)

A construção do espaço de uma turma, de qualquer curso disponível em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem, é definida

pelo modelo pedagógico do professor, que insere os materiais textuais e avaliações e os organiza segundo os tópicos da ementa do curso.

Em uma turma clássica, esta organização é feita de forma linear, tendo, normalmente, um conteúdo para cada tema a ser passado para os estudantes. Isto, em um ambiente adaptativo, limita seu objetivo de apresentar diversos tipos de caminhos, por meio dos conteúdos, para os diferentes tipos de estudantes da turma.

Por esse motivo, em ambientes adaptativos a quantidade de recursos e atividades às que os estudantes podem ter acesso precisaria ser maior que em ambientes não adaptativos.

O modelo adaptativo aplicado neste trabalho oferece ao professor a possibilidade de ter uma turma adaptativa, com base no desempenho do aluno, bastando que ele configure os materiais e crie as relações de dependência entre eles.

Para que o professor tenha uma base de conhecimento na construção do conteúdo necessário para trabalhar na turma adaptativa, definem-se alguns passos a serem seguidos, ficando como passos complementares do modelo ADDIE, tido como base.

No modelo da figura 25 podem-se ver duas etapas, de concepção e execução, e cinco fases, três na concepção e duas na execução. Dentro deste modelo, a parte da elaboração do conteúdo para ser disponibilizado aos estudantes de forma adaptativa, se concentra nas fases de Design e Desenvolvimento, na etapa de Concepção.

Dentro da fase de design o professor planeja os conteúdos, também, define as estratégias de avaliação e seleciona o tipo de materiais a serem utilizados no curso. Já, na fase de desenvolvimento, os materiais são produzidos e adaptados. Por outro lado, a fase de implementação envolve a disponibilização dos materiais para os estudantes.

Embora o modelo adaptativo apresentado neste trabalho inclua a disponibilização dos materiais de acordo com o desempenho do aluno, no que se refere ao DI realizado pelo professor, este ponto não cabe a ele, pois são os agentes inteligentes que se encarregam desta parte do processo. Dessa forma, a extensão do modelo de DI só abrange a definição dos recursos a serem utilizados e a criação deles que, no modelo ADDIE se encontram nas fases citadas anteriormente, de Design e Desenvolvimento.

No modelo adaptativo desta proposta, os professores podem fazer do seu curso um curso adaptativo, no qual os estudantes são avaliados e os materiais são disponibilizados segundo o desempenho deles nas

diferentes avaliações, de forma simples em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem de uso geral.

Para que o curso esteja preparado para se tornar adaptativo, uma gama de conteúdos precisa ser criada pelo professor. Cabe ressaltar que a técnica de DI proposta está relacionada com o design do ambiente e da apresentação dos conteúdos para os estudantes, e não com o design específico de cada conteúdo em si, ou como ele é criado, pois nisso o professor tem total liberdade.

O modelo adaptativo que é aplicado neste trabalho tem duas partes que ficam sob responsabilidade do professor. Uma delas é a criação, inserção e organização dos conteúdos e a outra é a configuração do sistema dos agentes, que é realizada através do bloco criado no Moodle.

5.1 EXTENSÃO NA FASE DE DESIGN

Na fase de design é feito o “mapeamento e sequenciamento dos conteúdos a serem trabalhados, a definição das estratégias e atividades de aprendizagem para alcançar os objetivos traçados”, além da seleção das mídias e descrição dos recursos a serem desenvolvidos. (FILATRO, 2008, p. 29)

Em um ambiente adaptativo, o professor deve levar em conta os diferentes perfis dos estudantes para os quais ele vai apresentar o conteúdo. No modelo adaptativo deste trabalho, que tem um ambiente que se adapta segundo o desempenho do estudante, os perfis dos estudantes são diferenciados pelo nível de conhecimento deles (básico, médio, avançado).

Assim, o professor deve prever conteúdos que contemplem estes níveis de aprendizagem, sendo que, esta diversidade de materiais não precisa ser colocada em todos os tópicos do curso, mas sim em uma quantidade suficiente para que o ambiente possa oferecer diferentes caminhos para os estudantes, segundo as características próprias deles.

Como foi explicado anteriormente, o modelo adaptativo aplicado neste trabalho contém, além dos três níveis de desempenho, um nível geral que é utilizado quando o professor deseja mostrar o mesmo conteúdo a todos os estudantes.

Dessa forma, o professor, no momento em que realiza o mapeamento e sequenciamento dos conteúdos, ele define, para o modelo adaptativo, a quantidade de níveis que irá colocar para cada tópico do curso.

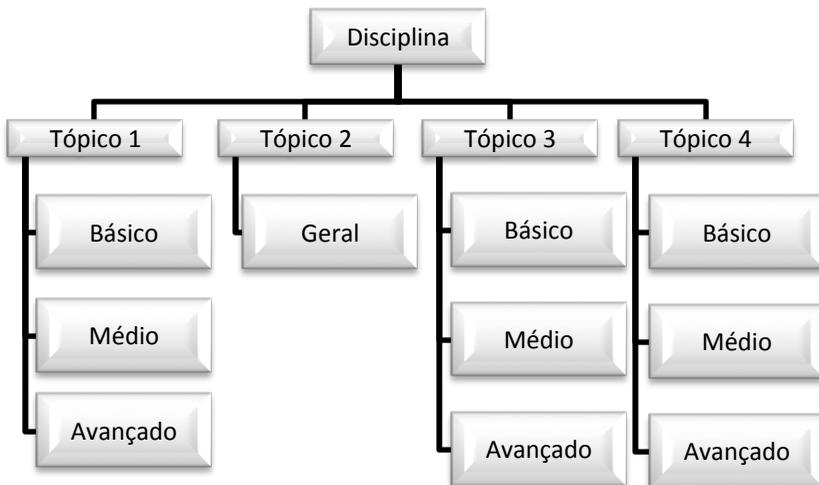
Para uma melhor visualização desta parte, vamos exemplificar com um curso qualquer contendo quatro tópicos (Figura 26). O professor pode criar conteúdos dos diferentes níveis de complexidade e em tópicos específicos pode, também, criar conteúdos gerais que serão mostrados para todos os estudantes, sem distinção de qual é o perfil em que cada um deles se encontra.

O ponto chave nessa definição dos materiais está relacionado com a necessidade de se ter uma diferenciação entre os conteúdos a serem disponibilizados para os estudantes, questão característica da adaptatividade. Quando um estudante tem um perfil de desempenho básico, ele visualizará o conteúdo básico, se ele tem um perfil médio visualizará o médio e se o seu perfil é avançado visualizará o conteúdo mais avançado.

Sabendo isto, o professor consegue, para cada tópico, verificar os níveis nos quais pode separar o conteúdo para que, por exemplo, o estudante que tenha um desempenho maior possa ter acesso a exercícios mais difíceis, explorando ainda mais a capacidade que o estudante possui.

Na fase de design, então, o professor precisa definir como será feita a criação do material, segundo os níveis de dificuldade para cada um dos tópicos. Indicando quais tópicos terão só o nível geral e quais terão os níveis básico, médio e avançado.

Figura 26. Curso com quatro tópicos



Após isso, o professor precisa definir o sequenciamento dos materiais, sendo que cada tópico é disponibilizado em tempo de execução, isto é, o estudante vai visualizando o conteúdo conforme ele vai avançando no curso. Quando o estudante acessa o ambiente ele visualiza o primeiro tópico, depois, quando ele é avaliado neste primeiro tópico é colocado em um perfil de desempenho pelos agentes e, com isso, ele visualiza o próximo tópico segundo este perfil. Depois, ele é avaliado neste segundo tópico e colocado, novamente, em um perfil (que pode ser o mesmo), visualizando o próximo tópico segundo esta nova colocação, e assim por diante.

Tendo esse fluxo de execução no modelo, o professor define qual é a ordem em que os tópicos serão apresentados para os estudantes. No exemplo anterior, podemos entender que a ordem seria tópico 1, tópico 2, tópico 3 e tópico 4. Porém, não é só o tópico em si que deve ser definido, mas também cada um dos níveis do tópico, pois cada um dos níveis é um conteúdo.

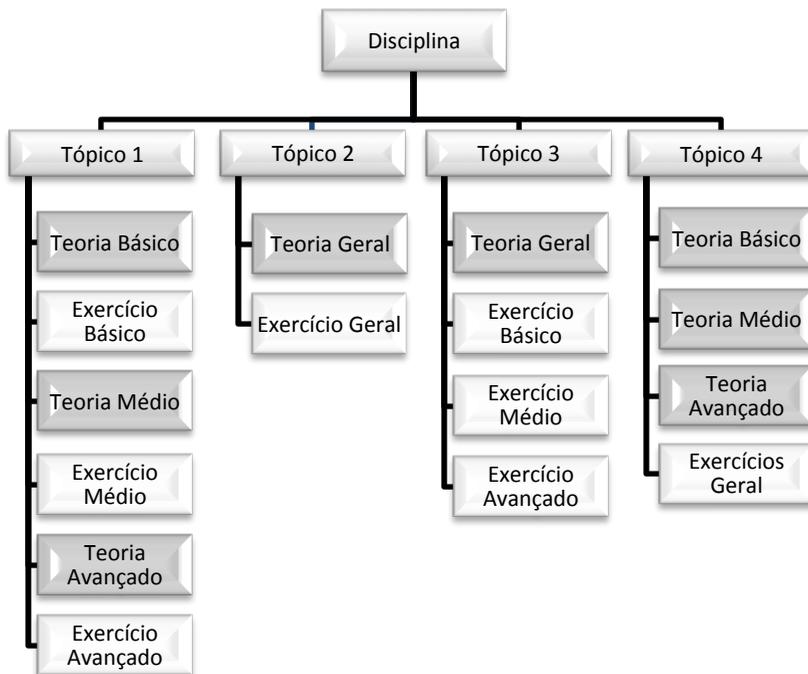
Além disso, para cada tópico o professor pode colocar tanto conteúdo teórico quanto conteúdo prático com diferentes níveis de dificuldade. Este sequenciamento, então, vai depender de como o professor definir, para cada tópico, o tipo de material e a quantidade de níveis de cada material a ser disponibilizado.

Voltando ao exemplo dos quatro tópicos, entendendo que um tópico é o título do conteúdo que será apresentado para o estudante, O tópico 1 pode ter conteúdos teóricos e práticos com níveis de desempenho diferenciados. O tópico 2 pode ter tanto o conteúdo teórico quanto o prático com um só nível, o geral. O tópico 3 pode ter o conteúdo teórico com nível geral e os conteúdos práticos com níveis de desempenho diferenciados. E, o tópico 4 pode ter o conteúdo teórico com níveis diferenciados e o prático com um nível geral. (Figura 27)

O ambiente adaptativo possibilita que todas estas opções de colocação de conteúdos e materiais sejam definidas pelo professor, segundo o que ele considera que é melhor para aquela turma ou curso, levando em conta, também, o trabalho que é necessário para criar os materiais.

É importante salientar que, quanto menos diversidade de conteúdos sejam planejados, a turma terá um comportamento menos adaptativo, pois, o ambiente é adaptativo porque pode se adequar a diferentes perfis de alunos e, se ele não tem recursos para ter esta adequação, a adaptação fica limitada.

Figura 27. Curso com diversos níveis nos tópicos

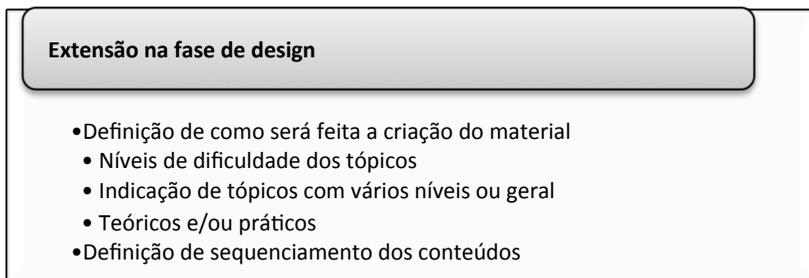


Fonte: Elaborado pela autora (2017)

A definição do sequenciamento dos materiais deve ser realizada para que após o desenvolvimento e inserção dos conteúdos no ambiente o professor possa configurar este sequenciamento no bloco Tutor do curso dele. Para isso, ele precisa ativar o bloco no Moodle e, depois, fazer a seleção dos conteúdos iniciais. Em seguida, o professor precisa escolher, para cada conteúdo os pré-requisitos dele. Esta ação faz com que no final dessa configuração o professor consiga visualizar o grafo de dependência dos conteúdos do curso, que mostra as relações entre eles.

Este grafo de dependências mostra, então, o modelo pedagógico definido pelo professor, para aquele curso. A extensão da fase de Design do modelo fica como mostra a figura 28.

Figura 28. Extensão Design.



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

5.2 EXTENSÃO NA FASE DE DESENVOLVIMENTO

A fase de desenvolvimento “compreende a produção e a adaptação de recursos e materiais didáticos”, também, a organização do ambiente e a definição do suporte. (FILATRO, 2008, p. 30)

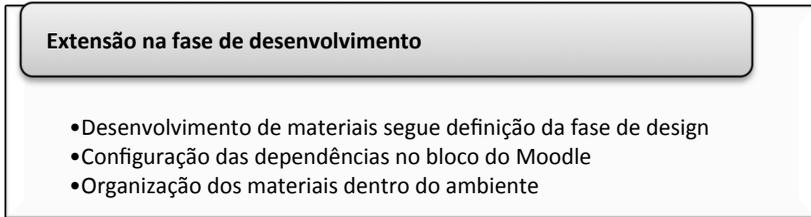
Após ter passado pela fase de design, o desenvolvimento dos materiais é feito segundo o que foi previamente definido. Em um ambiente adaptativo, a criação ou adaptação dos recursos é feito de forma semelhante a um ambiente sem essa característica.

A principal diferença, para um ambiente adaptativo é que o professor precisa disponibilizar um número maior de conteúdos diferentes e inseri-los no ambiente virtual, organizando-os segundo o sequenciamento também, já definido.

No modelo adaptativo aplicado neste trabalho, a organização dos materiais é feita tanto no ambiente quanto no bloco do Moodle, criado para este fim. Neste bloco o professor escolhe para cada recurso ou atividade os pré-requisitos e forma o grafo de dependências, cujas informações serão guardadas no banco de dados e acessadas pelos agentes, para a disponibilização dos materiais de forma adaptativa.

Embora a organização dos materiais através do bloco do Moodle e dos agentes seja suficiente para que os conteúdos sejam disponibilizados na ordem certa, segundo o tópico e o desempenho do aluno em cada tópico, a organização dos conteúdos no ambiente é também muito importante porque os estudantes visualizam os conteúdos um após o outro, e isso facilita a localização deles dentro da turma. A extensão na fase de desenvolvimento pode ser resumida como mostra a figura 29.

Figura 29. Extensão Desenvolvimento.



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

6 AVALIAÇÃO DO MODELO

Este capítulo trata da descrição detalhada do processo de avaliação do modelo, para o qual foi utilizado um curso de cálculo básico, contendo material relacionado com funções, limites, continuidade, derivadas e diferenciais e integrais. A seguir é apresentado o desenvolvimento do conteúdo e dos exercícios do curso.

6.1 CURSO DE CÁLCULO BÁSICO

Para realizar os testes e avaliação do modelo de ambiente virtual adaptativo em um ambiente real, foi liberado, para o desenvolvimento desta pesquisa, o acesso a um curso de cálculo básico, existente no ambiente Moodle da Universidade Federal de Santa Catarina. Este curso foi criado com o objetivo de dar suporte aos estudantes que iniciam a universidade e sentem dificuldades com os conceitos de matemática básica. O curso, inicialmente, foi desenvolvido com conteúdos de um curso de cálculo básico, segundo é especificado no quadro 6.

Estes conteúdos haviam sido inicialmente desenvolvidos somente no que se refere à parte teórica do curso, sem nenhuma atividade avaliativa ou exercícios de fixação do conhecimento.

Dado que o modelo de ambiente adaptativo precisa de conteúdos teóricos e práticos, assim como de uma quantidade grande de conteúdos, foi necessário, portanto, para a realização deste experimento, criar atividades de exercícios sobre os conteúdos abordados em cada tópico, para que o curso pudesse ser usado na avaliação do modelo.

Por isso, foram desenvolvidos exercícios relacionados com os temas abordados no curso, em diferentes níveis de dificuldade, com o objetivo de ajudar aos estudantes a consolidar os seus conhecimentos e permitir a avaliação dos estudantes em cada tópico.

Para o desenvolvimento destes exercícios foi utilizado o recurso questionário do ambiente virtual de ensino-aprendizagem Moodle. Alguns destes exercícios e seus diferentes níveis podem ser visualizados na figura 28. Estes exercícios foram desenvolvidos levando em conta a necessidade de se ter uma grande variedade de recursos e/ou atividades para que o sistema adaptativo possa funcionar da melhor forma.

É importante ressaltar que o curso, com o conteúdo inicial somente dos tópicos teóricos, não tinha o material suficiente para se adaptar a diferentes perfis de estudantes, pois todos os conteúdos seguem uma linha considerada base em um curso de cálculo básico. E, mesmo ativando o modelo de ambiente adaptativo neste curso, o

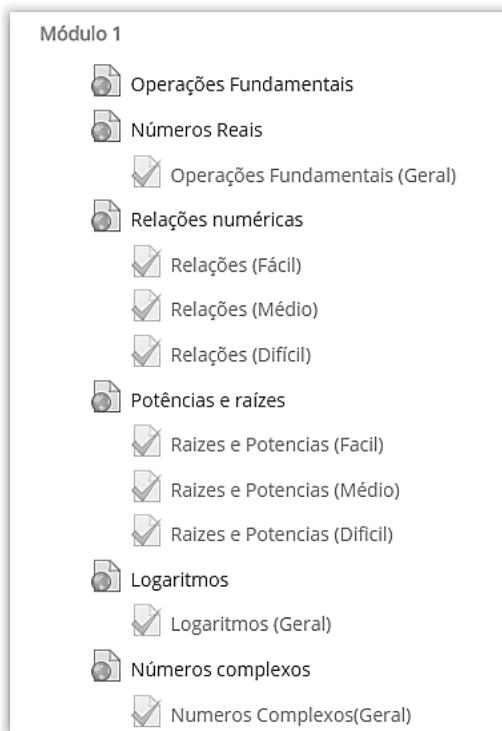
comportamento do ambiente não iria mudar de forma personalizada para cada estudante, pois todos os conteúdos seriam configurados de forma linear.

Quadro 6. Conteúdos Curso Cálculo Básico

Módulo 1	Operações fundamentais
	Números reais
	Relações numéricas
	Potências e raízes
	Logaritmos
	Números complexos
	Progressões e séries
	Binômio e produtos notáveis
	Polinômios
Módulo 2	Notações para resposta
	Funções
	Limites
	Propriedades dos limites
	Continuidade
	Derivadas (I)
	Derivadas (II)
	Diferencial
	Representação do diferencial
	Funções primitivas e integrais
Fundamentos	Fundamentos da trigonometria
	Identidades trigonométricas
	Matrizes (nomenclatura)
	Operações com matrizes
	Limites Fundamentais
	Aterros calculo numérico
Suplementos	Mais sobre números
	Séries especiais
	Triângulo de Pascal e coeficientes binomiais
	Derivadas e a física
	Formulário de derivadas
	Funções primitivas e integrais
Links para Web	Wikipedia
	Wolfram Web Resources (em inglês)
	E-Cálculo (IF-USP)
	Matemática Essencial

Fonte: Elaborada pela autora (2015)

Figura 30. Exercícios em curso de cálculo



Fonte: Captura de tela do módulo 1 no Moodle (2015)

Os conteúdos adicionados, então, foram criados para estudantes de perfis diferentes considerando o desempenho deles, tendo assim, três níveis de aprendizado (fácil, médio e avançado), além do nível geral que é selecionado quando a atividade deve ficar disponível para todos os estudantes por igual. Este nível é utilizado, principalmente, nos tópicos ou conteúdos que devem ser passados a todos os cursistas, por serem considerados muito relevantes pelos professores do curso ou, ainda, por ser um conteúdo que não ofereça muita opção de divisão por níveis de dificuldade.

Os exercícios criados permitiram que o curso se tornasse adaptativo, segundo o perfil de desempenho de cada estudante, que é calculado, inicialmente, com a primeira nota dele no curso. Esta nota é obtida após realizar a primeira atividade avaliativa do curso, que deve ser mostrada a todos os cursistas, isto é, deve ser configurada pelo professor como pertencendo ao nível geral.

Tendo esta primeira avaliação, os agentes do modelo adaptativo calculam o perfil de desempenho do estudante e mostram os próximos conteúdos de acordo com isso. Este comportamento dos agentes se apresenta de forma independente e individual para cada estudante, assim, após a primeira atividade haverão estudantes que na segunda atividade visualizarão o nível básico, outros que visualizarão o nível médio e outros o nível avançado. Sem terem conhecimento do nível ao que os outros colegas têm acesso.

O desenvolvimento dos exercícios de avaliação, para complementar os conteúdos disponíveis no curso de cálculo foi realizado como parte da proposta do método de design instrucional genérico, a ser usado no desenvolvimento de cursos em ambientes adaptativos, como foi explicado no item 2.6.

6.2 METODOLOGIA DA AVALIAÇÃO

Antes de iniciar a avaliação do sistema foi feita uma análise dos conteúdos de cálculo básico disponíveis no curso. Com isso, verificou-se que o módulo 2, que contém os tópicos de funções, limites, continuidade, derivadas, diferenciais e integrais, tinha o conteúdo normalmente utilizado em um curso de cálculo I de alguns cursos da área de exatas, que são oferecidos em universidades.

Tendo isso como base, estudou-se uma forma de aproveitar os outros conteúdos disponíveis, explorando também a característica adaptativa do ambiente. Assim, foi definido que o curso a ser utilizado para os testes com os estudantes seria o de cálculo básico, pegando os conteúdos do módulo 2. E que os tópicos do módulo 1, com conceitos que podem ser vistos como pré-requisitos, por serem utilizados também nos conteúdos do módulo 2, seriam mostrados aos estudantes que tiverem um desempenho baixo e não tiverem a nota suficiente para avançar para o próximo tópico, como uma forma de reforçar o conhecimento prévio deles.

A avaliação do sistema foi feita por meio de testes práticos com estudantes com ensino superior em qualquer nível. O público alvo para os testes foi formado por estudantes com conhecimentos básicos de cálculo, que poderiam realizar as atividades avaliativas propostas.

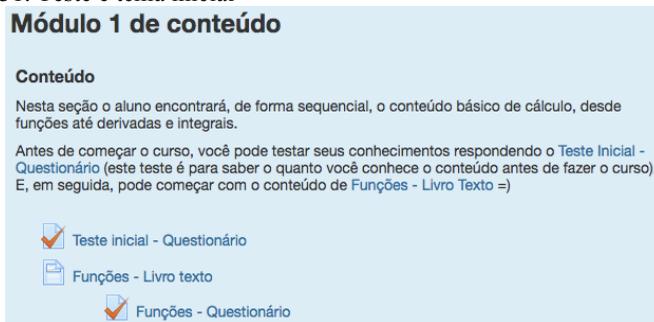
Na busca por voluntários e, após a aprovação pelos coordenadores dos cursos, foi realizado um convite de participação (Apêndice A) aos estudantes dos cursos de Ciências da Computação e Sistemas de Informação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Previo a este convite, por solicitação dos coordenadores e antes

de qualquer contato com os futuros participantes, o projeto foi apresentado ao comitê de ética da UFSC, por se tratar de uma pesquisa que envolve seres humanos, o projeto foi aprovado e o contato com os possíveis participantes foi realizado.

Foram feitos contatos via email e pelo Facebook, convidando os estudantes para participarem da pesquisa, informando que a participação seria voluntária, sendo possível desistir do teste a qualquer momento. Também, e como parte do processo do projeto apresentado ao comitê de ética, foi elaborado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice B), que foi aceito por todos aqueles que concordaram em fazer o curso.

A avaliação consiste em verificar como o sistema se comporta para cada um dos estudantes, cujo conhecimento e desempenho pode ser maior ou menor. Além disso, foram criados no curso dois questionários, para avaliar (1) o conhecimento prévio e (2) o aprendizado após o curso. Estes questionários foram inseridos para complementar a obtenção de dados dos participantes. O teste inicial não está inserido na configuração dos agentes, isto é, ele não faz parte do caminho adaptativo do curso e é visualizado no início, junto com o primeiro tema do curso (Funções), por todos os estudantes (Figura 29).

Figura 31. Teste e tema inicial



Fonte: Captura de tela do módulo 1 no Moodle (2017)

O teste inicial não foi adicionado como parte dos pré-requisitos para avançar no conteúdo, para que o cursista não tivesse a obrigação de fazer o teste, caso não se sinta preparado para tal. No entanto, nos testes feitos com os estudantes, todos aqueles que iniciaram o curso, mesmo aqueles que não finalizaram, fizeram o teste inicial.

Por outro lado, o teste de aproveitamento (Figura 30) faz parte do caminho adaptativo do curso, pois foi configurado utilizando o bloco

Tutor, de configuração dos agentes, e aparece depois do estudante terminar o último tema do curso (Diferencial e integral). No entanto, por ser um teste do tipo **geral**, ele é mostrado a todos os estudantes por igual, independente do nível do perfil deles. Ambos os testes contêm 10 questões, sendo 2 referentes a cada tópico do conteúdo, que são escolhidas do banco de questões do Moodle de forma aleatória, utilizando um recurso já existente no ambiente para a disponibilização dos questionários.

Figura 32. Tema final e teste de aproveitamento



Fonte: Captura de tela do módulo 1 no Moodle (2017)

O curso está dividido em 5 tópicos. No primeiro tópico, com o título **Notícias e avisos**, os estudantes veem um texto de boas vindas, uma breve explicação do funcionamento do sistema e do conteúdo do curso, informações sobre o formato das respostas aos questionários, informações sobre o certificado de participação após finalizar o curso, um fórum de dúvidas e comentários e os dados de contato, para caso tenham alguma dúvida.

No segundo tópico, com o título **Módulo de pré-requisitos**, os estudantes, em um primeiro momento, verão um texto que explica que nesse tópico o estudante verá conteúdos de reforço, caso seja necessário, segundo o desempenho que ele tiver nas avaliações.

No terceiro tópico, **Módulo 1 de conteúdo**, aparecerá para o estudante todo o conteúdo obrigatório do curso, que será mostrado conforme ele for avançando e passando nas avaliações. A avaliação de cada um dos temas do conteúdo é feita utilizando a ferramenta de questionários do Moodle.

No quarto e quinto tópicos, **Material complementar** e **Saiba mais**, ficam disponíveis conteúdos complementares que o estudante pode acessar a qualquer momento.

Na figura 31 há um recorte do curso, na visão do aluno, quando ele entra pela primeira vez. O tópico que fica em azul é o tópico que tem o conteúdo obrigatório, esta marcação de cor foi feita para facilitar a localização do aluno dentro do espaço do curso. No primeiro acesso, antes de avançar nos conteúdos, o aluno só consegue ver o conteúdo de **Funções**, após responder a avaliação deste conteúdo ele conseguirá ver o próximo, de **Limites**. Assim, cada vez que ele responder uma avaliação, o curso irá se apresentando para ele segundo o desempenho que ele tiver até esse momento.

Figura 33. Visão do curso com perfil de estudante

Módulo de pré-requisitos

Conteúdo

Nesta seção o aluno encontrará, de forma sequencial, conteúdos complementares de reforço, caso seja necessário, segundo o desempenho que tiver nas avaliações.

Módulo 1 de conteúdo

Conteúdo

Nesta seção o aluno encontrará, de forma sequencial, o conteúdo básico de cálculo, desde funções até derivadas e integrais.

Antes de começar o curso, você pode testar seus conhecimentos respondendo o **Teste Inicial - Questionário** (este teste é para saber o quanto você conhece o conteúdo antes de fazer o curso). E, em seguida, pode começar com o conteúdo de **Funções - Livro Texto** =)

-  [Teste inicial - Questionário](#)
-  [Funções - Livro texto](#)
-  [Funções - Questionário](#)

Material Complementar

Fundamentos

Nesta seção é apresentada a fundamentação matemática de alguns conceitos, teoremas e teorias.

-  [Fundamentos da trigonometria](#)
-  [Identidades trigonométricas](#)

Fonte: Captura de tela do módulo 1 no Moodle (2017)

A avaliação como um todo teve três etapas: (1) simulações de situações com usuários fictícios; (2) pré-testes do funcionamento do sistema com pessoas voluntárias; e (3) testes com estudantes voluntários.

Para a etapa de simulação foram criados quatro usuários fictícios, para os quais foram simulados diferentes caminhos possíveis para os agentes mostrarem aos alunos diferentes níveis de conteúdo, dependendo o desempenho deles. Nestes testes o sistema mostrou tanto o conteúdo obrigatório quanto o conteúdo de reforço. As notas de aprovação ou reprovação foram simuladas de forma proposital para ver o comportamento do agente para diferentes alunos.

Na etapa de pré-testes, quatro usuários fizeram o curso. Nesta etapa foram feitos alguns ajustes do sistema, pois percebeu-se que o sistema teve, para alguns casos específicos, um comportamento diferente do esperado.

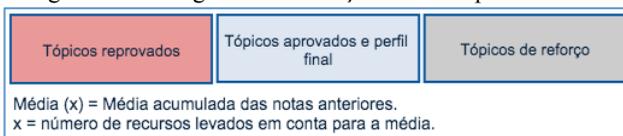
Na etapa de testes com estudantes voluntários, oito usuários fizeram o curso. A seguir, são explicados os resultados das três etapas da avaliação do sistema.

6.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

Etapa de simulação: Os primeiros testes com o sistema foram a etapa de simulação, a qual foi realizada pela própria pesquisadora, a fim de testar se o sistema dos agentes estava respondendo da forma esperada, verificando todos os caminhos possíveis de serem mostrados para os alunos, com base no seu desempenho. Para isso, foram testadas várias situações. Nesses testes as notas dos usuários fictícios foram todas simuladas também. Com estes testes foi possível visualizar diferentes fluxos de conteúdos, disponibilizados pelos agentes, para os diferentes estudantes.

A figura 33 mostra o fluxo de conteúdo mostrado para o **estudante A**. Para facilitar o entendimento das imagens que mostram o fluxo dos estudantes simulados e dos que participaram do pré-teste, a figura 32 apresenta a legenda destas imagens.

Figura 34. Legenda das imagens da simulação e alunos pré-teste

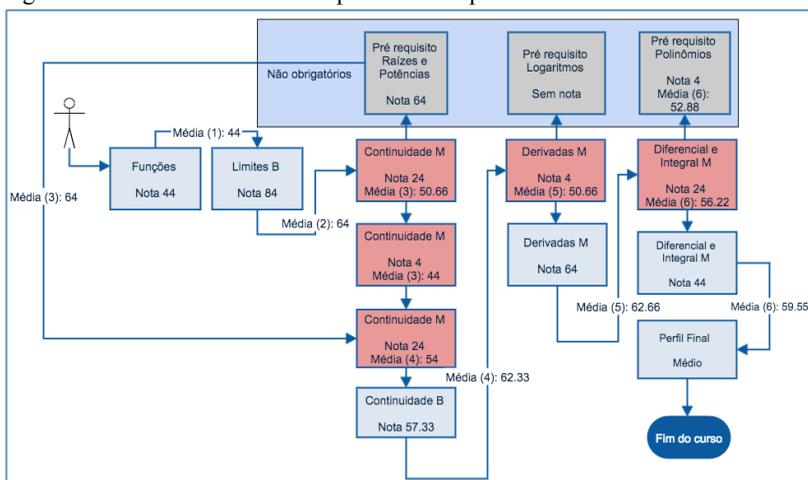


Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Este estudante fictício resolveu o tópico de funções, e obteve 44 como nota para análise, que o colocou no perfil básico. Depois disso, no tópico seguinte, sobre Limites, ele tirou uma nota maior, que o colocou no perfil médio para o próximo tópico, sobre Continuidade. O estudante não conseguiu tirar uma nota maior que 2.5 na primeira tentativa neste tópico. O agente, então, mostrou-lhe o conteúdo de reforço, não obrigatório, sobre Raízes e Potências, e abriu também, para ele, novamente, o questionário relativo ao tópico sobre Continuidade.

Na segunda tentativa, o estudante ainda não conseguiu ter uma nota maior que 2.5. O agente, nestes casos, sugere para o aluno fazer o conteúdo adicional que foi disponibilizado para ele antes. Na terceira tentativa, embora o estudante tenha feito o conteúdo de reforço, ele não conseguiu a nota mínima para avançar no conteúdo obrigatório. O agente, então, abriu para ele um questionário sobre o tópico de Continuidade, de nível básico, pois no nível médio o estudante está apresentando dificuldades para continuar.

Figura 35. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante A



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Com a nota que tirou em Continuidade nível básico, o estudante consegue avançar para o tópico de Derivadas, porém no perfil médio. No cálculo da média do estudante, neste ponto, como ele respondeu a uma atividade de reforço, ele tem uma nota adicional para este cálculo. Assim, a nota 64 que ele tirou no conteúdo pré-requisito sobre Raízes e Potências, faz com que a média dele seja 62,33 ao invés de 61,77. Neste

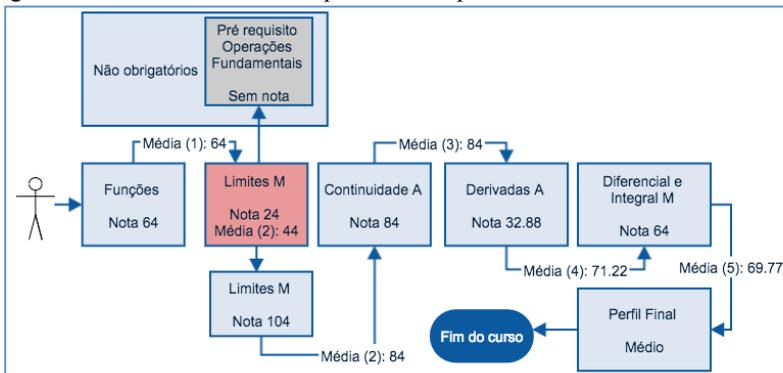
caso específico, o perfil do estudante continua sendo o médio. Porém, pelo fato de ele ter respondido a atividades adicionais de reforço, pode significar uma melhora na média do aluno e uma mudança do seu perfil para o próximo conteúdo.

No tópico sobre Derivadas, assim como aconteceu no tópico anterior, na primeira tentativa, ele também não consegue a nota mínima para avançar. O agente mostra, então, um conteúdo de reforço e abre o questionário de novo para que seja feita uma nova tentativa. O estudante, na segunda tentativa, consegue tirar uma nota suficiente para passar para o próximo e último tópico, sobre Diferencial e Integral, e passa então para o nível médio. O estudante, dessa vez, não resolveu o questionário do conteúdo de reforço.

Neste último tópico, o comportamento do sistema e do agente é o mesmo que o anterior, pois o estudante só consegue uma nota maior que 2.5 na segunda tentativa. Neste tópico, o estudante resolveu o conteúdo de reforço.

As médias dos estudantes são calculadas levando em conta a nota corrente e o histórico de notas anteriores que foram maiores que 2.5, isto é, nas atividades em que o estudante tira uma nota menor que 2.5, como ele terá que refazer o questionário para avançar, o seu perfil fica correspondente a nota 0 e o agente não contabiliza as atividades realizadas com esse perfil, que se encontram no histórico do aluno.

Figura 36. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante B



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

A figura 34 mostra o fluxo de conteúdo disponibilizado para o **estudante B**. Pode-se notar, entre os estudantes A e B, que os caminhos percorridos pelos conteúdos se apresentam bem diferentes. No caso do

estudante A existe uma quantidade maior de tentativas e de conteúdo de reforço disponibilizados, já para o estudante B só um conteúdo precisou de uma nova tentativa e só um conteúdo de reforço foi disponibilizado, sendo que, pelo fato de não ser obrigatório, o estudante não precisou estudar este conteúdo.

Nos testes da etapa de simulação, o sistema comportou-se da forma esperada, disponibilizando para cada um dos estudantes fictícios os conteúdos básico, médio ou avançado, dependendo do desempenho de cada um deles, durante o curso. Além disso, foram sugeridos conteúdos de reforço quando obtinham uma nota menor do que a necessária para avançar para os próximos tópicos. Também pode ser observado que os agentes mostraram, aos estudantes que apresentaram dificuldade para ter bom desempenho nos questionários mais difíceis, outros questionários alternativos, com questões de níveis mais fáceis, para que eles pudessem obter uma nota suficiente para continuar avançando no curso.

Etapa de pré-testes: Os pré-testes foram realizados com estudantes voluntários que se dispuseram a fazer o curso, a fim de verificar a possível ocorrência de erros no comportamento do sistema dos agentes, na disponibilização dos materiais, ou no envio de mensagens. Estes testes foram realizados por 4 usuários convidados, sendo que, as respostas deles nos questionários, em alguns momentos, foram selecionadas de forma aleatória para obter notas diferentes e verificar possíveis respostas, sem levar em conta o conhecimento da matéria em si.

Durante estes testes, percebeu-se alguns detalhes para serem mudados no comportamento dos agentes, na hora de mostrar os conteúdos e nas mensagens para os estudantes, no decorrer do curso, que na etapa de simulação, não tinham sido percebidos. Entre eles estão:

- Verificação da configuração do agente, para mostrar alguns recursos de reforço, que não estavam sendo mostrados.
- Implementação da limpeza da *cache* do LMS para que os estudantes pudessem visualizar o espaço do curso atualizado, depois da execução do agente.
- Revisão dos textos das mensagens enviadas pelo agente Tutor para o estudante.
- Revisão do texto da mensagem após o estudante finalizar o questionário do último conteúdo, sinalizando a finalização do curso.

Cada vez que algum desses detalhes era percebido, fazia-se uma anotação e se trabalhava para resolver a questão, antes de continuar os testes com os voluntários.

No que se refere ao comportamento dos agentes na disponibilização dos recursos, além dos detalhes já citados, verificou-se que a execução seguia o procedimento adequado, disponibilizando para os estudantes o conteúdo segundo o desempenho deles. Três dos quatro usuários que participaram nessa parte da avaliação tiveram conteúdos de reforço disponibilizado, mas não resolvido. O outro participante, teve também este conteúdo disponibilizado, que foi resolvido.

A diferença de resolver ou não este conteúdo, além do aprendizado adicional para o estudante, se reflete no valor da média. Quando um estudante resolve uma atividade do conteúdo de reforço, a nota que ele obtém nesta atividade, no caso de tirar uma nota maior que 2.5, é contabilizada no cálculo da média. Assim, o estudante que faz um conteúdo adicional pode melhorar sua média e, com isso, ter um perfil de desempenho melhor, para a próxima disponibilização de conteúdo obrigatório.

A figura 35 mostra as notas do conteúdo obrigatório dos três usuários que não responderam os conteúdos adicionais. Cada linha se refere aos dados de um estudante. Embora os quatro tenham tido uma nota menor ou igual que 2.5 em algum dos tópicos obrigatórios e, por esse motivo, o agente Bedel mostrou para eles conteúdo de reforço não obrigatório, só um dos quatro participantes fez este conteúdo.

Figura 37. Notas e perfis estudantes pré-teste média normal

Funções			Limites			Continuidade			Derivadas			Diferencial / Integral		
Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil
44	44	B	44	44	B	50.67	46.22	B	102	60.17	M	84	64.93	M
104	104	A	104	104	A	64	90.67	A	64	84	A	44	76	M
44	44	B	64	54	B	77.33	61.78	M	44	57.33	M	104	66.67	M

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

As notas deste participante são mostradas na figura 36. A separação foi feita para mostrar a diferença que houve no cálculo da média nos dois cenários.

As colunas que estão com cores iguais estão relacionadas, pois o perfil que é calculado após o estudante responder a atividade do tópico corrente é o perfil do conteúdo que receberá no tópico seguinte. Assim, a primeira cor mostra três estudantes nos perfis B, A e B (Básico, Avançado e Básico), respectivamente. Este perfil é calculado com as notas da atividade realizada em Funções e, segundo isso, o agente

disponibiliza para os estudantes o nível de dificuldade das atividades do tópico seguinte, neste exemplo, o de Limites. Da mesma forma, as colunas azul, verde e laranja estão relacionadas.

As médias calculadas para os estudantes, no decorrer dos tópicos, no caso deles não resolverem nenhum conteúdo de reforço, são resultado da média aritmética das notas das atividades de todos os tópicos, desde o primeiro até o corrente. Assim, na figura acima, a média de funções é calculada só com o valor da nota da atividade sobre Funções, e da atividade sobre de Limites, fazendo a média aritmética das notas de Funções e Limites, a de Continuidade, pegando as notas de Funções, Limites e Continuidade, e assim por diante.

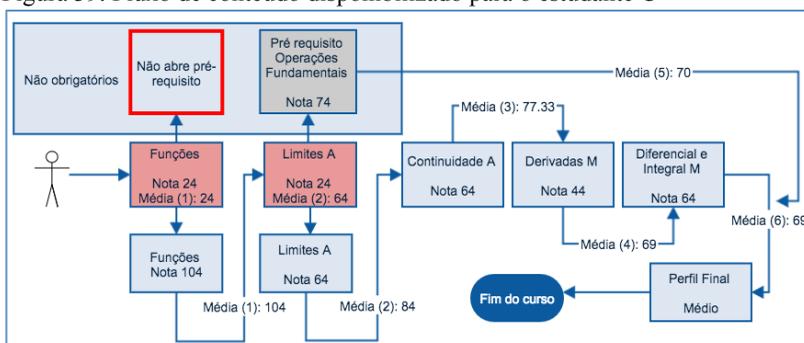
Figura 38. Notas e perfis estudantes pré-teste média com conteúdo de reforço

Funções			Limites			Continuidade			Derivadas			Diferencial / Integral		
Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil
104	104	A	64	84	A	64	77.33	M	44	69	M	64	69	M

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

As médias calculadas para os estudantes, quando estes resolvem um conteúdo de reforço, inclui também esta nota (caso ela seja maior que 2.5) na média aritmética. Para o estudante exemplificado acima, a média do último tópico, Diferencial/Integral, não é a média aritmética dos cinco tópicos (Funções, Limites, Continuidade, Derivadas, Diferencial/Integral), pois o resultado seria 68 e não 69 como indica a figura.

Figura 39. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante C



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

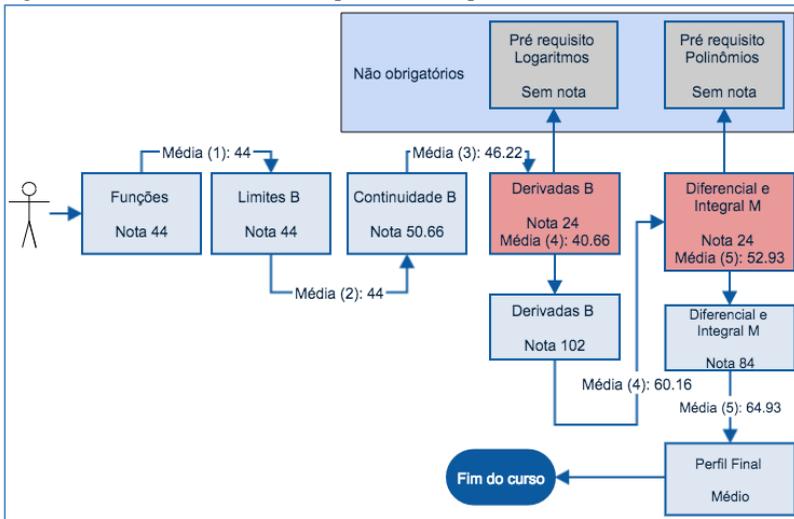
Este resultado ficou diferente, porque houve um exercício adicional, realizado pelo estudante, no qual ele obteve como nota 74.

Assim, este valor é somando ao restante de notas e a média é feita considerando seis atividades e não cinco. A figura 37 mostra o fluxo deste estudante e as médias que foram calculadas durante o curso.

Nos pré-testes, verificou-se também o comportamento dos agentes, na disponibilização dos conteúdos. Um dos pontos testado e reavaliado nesta etapa foi o comportamento do agente, quando o aluno tira uma nota menor que 2.5 no primeiro tópico do curso. Quando o professor começa a configurar os agentes, no bloco Tutor do Moodle, ele seleciona dois materiais, um de conteúdo e um de atividades, que são o recurso e a atividade iniciais. Estes materiais são o gatilho para o primeiro cálculo do perfil, pelo agente. E, da forma como foi implementado, estes conteúdos iniciais não permitem que haja um outro recurso como pré-requisito deles. Assim, quando o modelo dos agentes foi atualizado e foi feita a configuração dos pré-requisitos, percebeu-se a necessidade de uma modificação nesta parte do código, que não foi feita para esta versão e que fica como um ponto a ser melhorado no futuro.

Deste modo, quando um estudante tira uma nota menor que 2.5 neste primeiro tópico, o agente pede para ele ler o conteúdo novamente e refazer a atividade, mas não o orienta para ler nenhum conteúdo adicional, pois não disponibiliza conteúdo adicional para ele, como é mostrado no fluxo do Estudante C, na figura anterior.

Figura 40. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante D



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Assim como foi mostrado no fluxo dos estudantes fictícios da etapa de simulação, os fluxos dos estudantes que participaram no pré-teste também se apresentaram diferentes entre eles. As figuras 37 e 38, contêm os fluxos dos estudantes C e D, respectivamente. Pode-se notar que o caminho percorrido por estes estudantes tem um comportamento único e diferente.

No que se refere aos perfis de desempenho, o estudante C passou pelos níveis Avançado, Avançado, Médio e Médio, finalizando no nível Médio. Já o estudante D foi pelos níveis Básico, Básico, Básico e Médio, finalizando também, no nível Médio.

Verificou-se, então, que para cada aluno as atividades dos tópicos foram disponibilizadas em níveis diferentes. Lembrando que estes testes não foram feitos levando em conta o conhecimento na matéria, mas para confirmar o comportamento dos agentes para a disponibilização de materiais. E as notas não refletem o aprendizado dos estudantes.

Etapa de testes: Após os pré-testes, foi feito um convite a diversos estudantes, para testarem o sistema, através da participação em um Curso de Extensão em Cálculo Básico, formalmente oferecido pela universidade. Este curso foi realizado durante um período de 3 meses, no qual os participantes tiveram acesso ao curso. A carga horária do curso foi estimada em 20 horas aula e, ao final, os alunos que foram aprovados receberam certificado de participação, mostrado no Anexo I.

Os estudantes convidados fizeram, primeiramente, o cadastro no ambiente virtual de ensino-aprendizagem Moodle³, que ficou hospedado em um servidor da Universidade Federal de Santa Catarina, podendo ser acessado de qualquer lugar, pela Internet.

O Moodle foi configurado para mostrar para os estudantes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, mostrado no Apêndice B no primeiro acesso ao ambiente. Dessa forma, os estudantes que desejassem participar da avaliação, precisavam aceitar o termo, antes de iniciar.

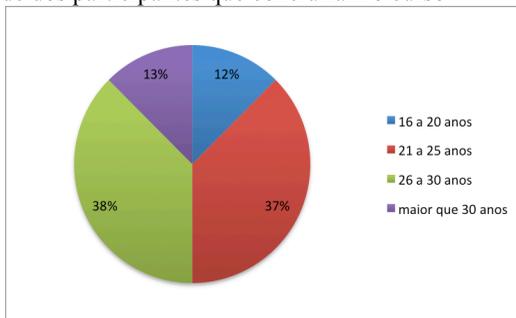
Após o aceite do termo, o estudante passa a poder acessar o curso **Cálculo Básico**, cujo plano de ensino é mostrado no apêndice C, o qual foi desenvolvido para os testes práticos do sistema.

No total, houveram 54 cadastros de estudantes, dos quais 22 deles iniciaram o curso, isto é, responderam o questionário inicial. Após este questionário, somente a metade destes alunos (11) continuaram fazendo o curso.

³ Disponível em: <http://posiate.inf.ufsc.br/moodlececelia>

O primeiro tópico, sobre Funções, foi feito pelos 11 estudantes que continuaram. Eles, então, tiveram acesso ao segundo tópico, sobre Limites. Neste tópico dois estudantes desistiram e não avançaram mais no curso. Assim, nove (9) estudantes finalizaram o tópico sobre Limites e fizeram os exercícios para ir para o tópico seguinte, sobre Continuidade. Neste tópico, mais um estudante não foi adiante, ficando oito (8) estudantes, que continuaram até o final. Foram esses oito estudantes que finalizaram o curso por completo. Incluindo os testes inicial e final.

Figura 41. Idade dos participantes que concluíram o curso



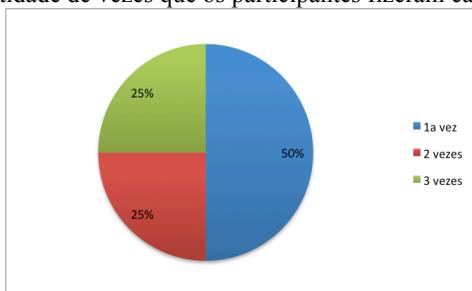
Fonte: Gráfico gerado com os dados dos participantes (2017)

Algumas informações do perfil destes oito participantes, que foram inseridas por eles no momento que fizeram o cadastro no ambiente, são: A idade deles está entre 18 e 32 anos (Figura 39). No que se refere ao ensino médio, 50% estudou em escola pública e 50% em escola privada. No que se refere à faculdade, 50% fez ou está fazendo curso de computação, o outro 50% fez ou está fazendo outros cursos. E sobre a quantidade de vezes que eles fizeram algum curso de cálculo com o mesmo conteúdo oferecido para este teste, os dados mostram que foi entre 1 e 3 vezes (Figura 40).

Na figura 41 apresentam-se, de forma resumida, as notas e os perfis nos quais os oito estudantes ficaram durante o decorrer do curso. Cada linha equivale a um estudante. E, cada estudante, teve um teste inicial, cinco tópicos, e um teste final que foram resolvidos como conteúdo de todo o curso.

Não houve nenhum estudante que tivesse que refazer algum tópico por ter tirado uma nota menor que 2.5.

Figura 42. Quantidade de vezes que os participantes fizeram cálculo



Fonte: Gráfico gerado com os dados dos participantes (2017)

Com os dados da figura 41, é possível ver que dos 8 estudantes, 5 tiveram uma melhora na nota do teste, comparando o teste inicial e o teste final. 2 mantiveram a mesma nota e 1 teve uma pequena queda na nota do teste.

Figura 43. Notas e perfis de desempenho dos estudantes participantes do teste

Teste Inicial	Funções			Limites			Continuidade			Derivadas			Diferencial / Integral			Teste Final	Média Final	Perfil Final
	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil	Nota	Média	Perfil			
34.00	84.00	84.00	A	84.00	84.00	A	77.33	81.78	A	66.22	77.89	M	84.00	79.11	M	104.00	83.26	A
64.00	84.00	84.00	A	44.00	64.00	M	84.00	70.67	M	64.00	69.00	M	44.00	64.00	M	74.00	65.67	M
94.00	104.00	104.00	A	104.00	104.00	A	104.00	104.00	A	46.22	89.56	A	104.00	92.44	A	94.00	92.70	A
40.67	44.00	44.00	B	44.00	44.00	B	84.00	57.33	M	44.00	54.00	B	104.00	64.00	M	64.00	64.00	M
84.00	104.00	104.00	A	104.00	104.00	A	97.33	101.78	A	66.22	92.89	A	104.00	95.11	A	84.00	93.26	A
94.00	64.00	64.00	M	84.00	74.00	M	64.00	70.67	M	64.00	69.00	M	64.00	68.00	M	90.67	71.78	M
94.00	84.00	84.00	A	104.00	94.00	A	104.00	97.33	A	66.22	89.56	A	104.00	92.44	A	104.00	94.37	A
80.67	84.00	84.00	A	84.00	84.00	A	77.33	81.78	A	46.22	72.89	M	84.00	75.11	M	94.00	78.26	M

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

As médias e desvios padrão das notas dos estudantes em cada um dos tópicos e na média final deles no curso pode ser visualizado na figura 44.

Figura 44. Média e desvio padrão das notas

Tópico	Média	Desvio Padrão
Funções	81.50	19.82
Limites	81.50	24.92
Continuidade	86.50	14.23
Derivadas	57.89	10.34
Diferencial/Integral	86.50	22.52
Nota final Curso	80.41	12.45

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Embora a maioria dos estudantes tenha apresentado uma melhora no desempenho, neste trabalho não podemos concluir que estes resultados sejam contundentes em relação ao aprendizado, por termos

uma amostra pequena e pelo fato do foco desta pesquisa não se centrar na parte de aprendizagem em si.

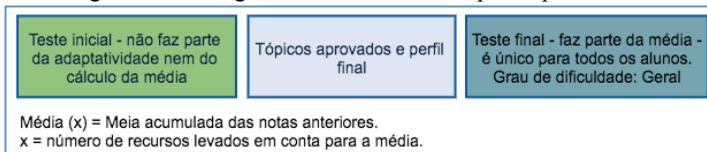
O nosso foco está centrado em mostrar que um sistema adaptativo é possível de ser executado em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem, tendo como resultado um ambiente adaptativo disponível para que o professor possa inserir esta característica de adaptatividade no seu espaço de ensino.

É possível observar que os resultados, ainda que preliminares, acompanham a tendência de pesquisas já realizadas com sistemas adaptativos, que segundo VanLehn (2011) se mostram mais eficientes e efetivos nos resultados dos estudantes, em comparação a sistemas tradicionais, e com alguns desses sistemas sendo tão efetivos quanto tutores humanos.

A figura 42, para facilitar a visualização, mostra a legenda das próximas figuras que contém os fluxos de conteúdo que foram disponibilizados para cada um dos estudantes que participaram da etapa de teste. A média à que se refere a imagem é a média calculada pelos agentes, para saber o perfil do estudante durante o decorrer do curso, que pode ser básico, médio ou avançado.

Cabe indicar que o teste inicial (pré-teste) nesta versão do sistema, não faz parte do caminho adaptativo do curso e foi criado com o objetivo de se obter informação sobre o conhecimento inicial dos estudantes, antes deles fazerem o conteúdo em si. Assim, o conteúdo do primeiro tópico sobre Funções não foi mostrado para nenhum estudante com base na nota do teste inicial dele. Ao invés disso, o conteúdo de funções, foi criado no curso com o nível geral, isto é, ele foi apresentado para todos os estudantes da mesma forma, junto com o teste inicial.

Figura 45. Legenda das imagens com os fluxos dos participantes do teste



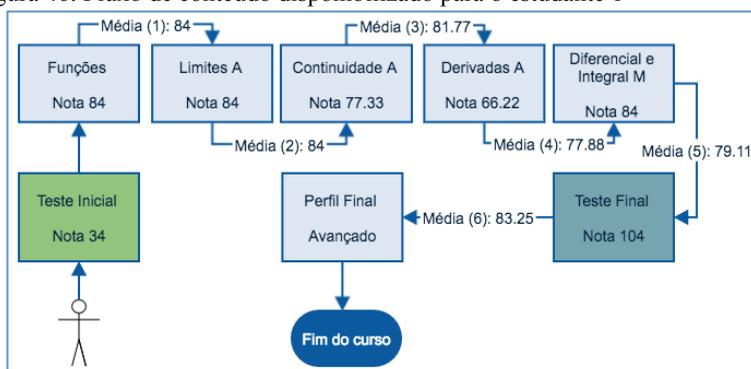
Fonte: Elaborado pela autora (2017)

O tópico sobre Funções é o que contém o recurso e a atividade iniciais, configuradas no agente. É com base nele que começa o comportamento adaptativo do sistema, que se baseia no desempenho dos alunos nas atividades avaliativas. O questionário de avaliação deste

tópico contém 5 questões avaliativas que são selecionadas de forma aleatória de um banco de questões que tem um total de 10 questões.

A figura 43, mostra o fluxo do estudante 1, que começou o curso tirando no teste inicial 3,4. Depois do teste inicial, o estudante 1 teve um desempenho de 84 no primeiro tópico sobre Funções, fazendo com que ele seja colocado no perfil avançado para visualizar o próximo conteúdo, sobre Limites. Na avaliação deste conteúdo, o estudante manteve a sua média, continuando no perfil avançado para visualizar o tópico sobre Continuidade. Neste tópico, o estudante, mesmo tirando uma nota um pouco menor que nos dois primeiros tópicos, se manteve no mesmo perfil, pois a média calculada ainda foi alta. Porém, no tópico seguinte, sobre Derivadas, ele teve uma queda no desempenho e passou para o perfil médio. Já no teste final, o estudante tirou uma nota alta, finalizando o curso no perfil avançado.

Figura 46. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 1



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

A diferença do teste inicial, o teste final de aproveitamento faz parte do caminho adaptativo do curso, pois foi configurado para aparecer depois que o estudante finalizar o tópico sobre Diferencial e Integral, mas nesta versão do curso, ele foi feito da mesma forma que o tópico sobre Funções, com nível geral, se apresentando da mesma forma para todos os estudantes independente do desempenho deles.

Todos os questionários do curso tiveram a mesma configuração. Foi criado um banco com várias questões, separadas nos diferentes níveis de dificuldade e, em alguns dos tópicos, o número de questões do banco era maior que o número de questões no questionário, tendo assim,

diferentes questionários apresentados aos alunos, mesmo os que pertenceram ao mesmo perfil (básico, médio ou avançado).

No caso dos testes inicial e final, a quantidade de questões configuradas foi de dez (10), sendo que os questionários foram divididos em cinco grupos de duas questões cada, contendo exercícios dos cinco tópicos de conteúdo. Cada um dos grupos mostrava dois exercícios, obtidos de forma aleatória, de todos os níveis de dificuldade. Assim, cada questionário tem duas questões de funções, duas de limites, duas de continuidade, duas de derivadas e duas de diferencial/integral.

Para complementar a disponibilização do material de forma adaptativa, feita pelo agente Bedel, o sistema conta também com o agente Tutor, que faz o contato com o estudante enviando mensagens de parabéns ou de incentivo, dependendo do desempenho dele. A figura 44 mostra algumas das mensagens enviadas para o estudante 1, pelo agente Tutor e as mensagens do sistema avisando que o estudante havia finalizado os questionários, ou atividades avaliativas.

Figura 47. Mensagens do agente Tutor para o estudante 1

quarta, 26 outubro 2016

01:11 : ██████████ completou Teste Inicial - Questionário. Veja <http://posiate.inf.ufsc.br/moodlececcilia/mod/quiz/review.php?attempt=150>
Ver: Teste Inicial - Questionário

quinta, 17 novembro 2016

09:48 : ██████████ completou Funções - Questionário. Veja <http://posiate.inf.ufsc.br/moodlececcilia/mod/quiz/review.php?attempt=184>
Ver: Funções - Questionário

10:03 : Olá, ██████████.

Você conseguiu uma nota para continuar avançando no curso. E sua nota foi muito boa! Parabéns! Continue assim! Clique no link e volte para o curso!!
<http://posiate.inf.ufsc.br/moodlececcilia/course/view.php?id=12>

quarta, 14 dezembro 2016

13:50 : ██████████ completou Limites - Questionário A. Veja <http://posiate.inf.ufsc.br/moodlececcilia/mod/quiz/review.php?attempt=214>
Ver: Limites - Questionário A

14:15 : Olá, ██████████.

Parabéns!
Você conseguiu se manter com um ótimo desempenho!
Continue assim! Clique no link e volte para o curso!!
<http://posiate.inf.ufsc.br/moodlececcilia/course/view.php?id=12>

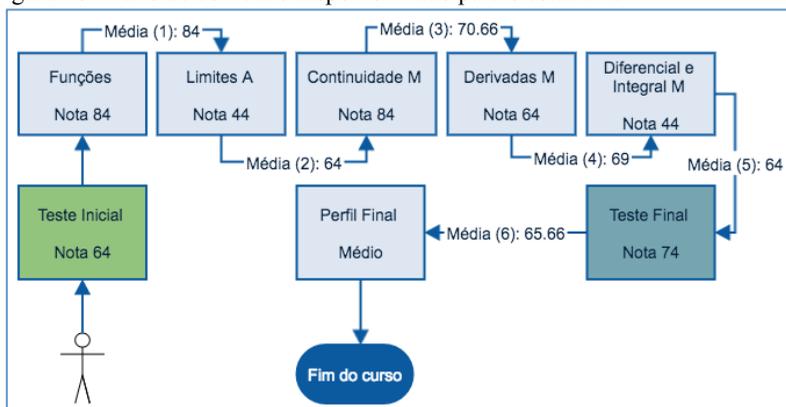
Fonte: Captura de tela das mensagens no Moodle (2017)

Na figura acima, pode-se notar que, após o teste inicial, o agente Tutor não envia nenhuma mensagem para o estudante. Isto acontece porque, como foi apontado antes, o teste inicial não fez parte do caminho adaptativo do curso. Portanto, ele é um teste adicional e não gera uma atividade para os agentes.

A figura 45 mostra o fluxo do conteúdo disponibilizado para o estudante 2, cujas notas foram menores que as do estudante 1, ficando por mais tempo no perfil médio e terminando o curso também nesse perfil. Contudo, a nota do teste final, em comparação ao teste inicial, teve uma melhora. Este estudante conseguiu avançar no curso tendo um conhecimento da matéria um pouco acima do básico, que é o conhecimento mínimo que um estudante teria que ter, em comparação do estudante 1 que obteve um conhecimento mais avançado.

Ambos os estudantes conseguiram atingir o objetivo de aprendizado durante o curso, mas dentro das características e exigências próprias deles. O que foi possível, pela capacidade do ambiente de se adaptar ao perfil de desempenho dos estudantes.

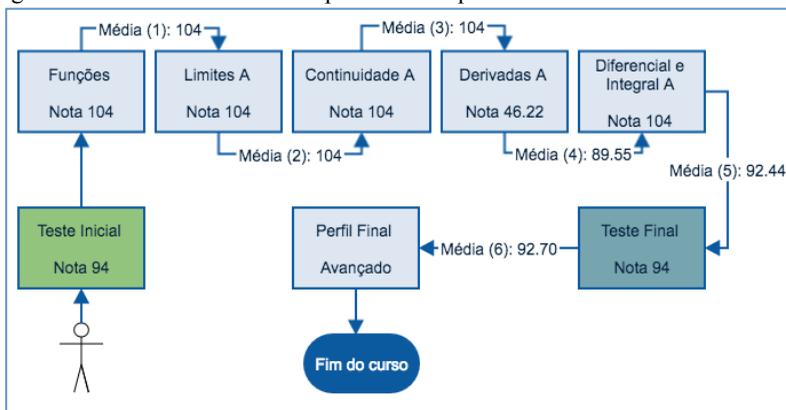
Figura 48. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 2



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Nas próximas figuras, da 46 a 51, são mostrados os fluxos dos outros seis estudantes que participaram do teste do sistema. Com os respectivos diferentes perfis aos quais eles pertenceram, no decorrer do curso, as médias que foram calculadas após a resolução do questionário de cada tópico, e as notas dos testes iniciais e finais de cada um deles.

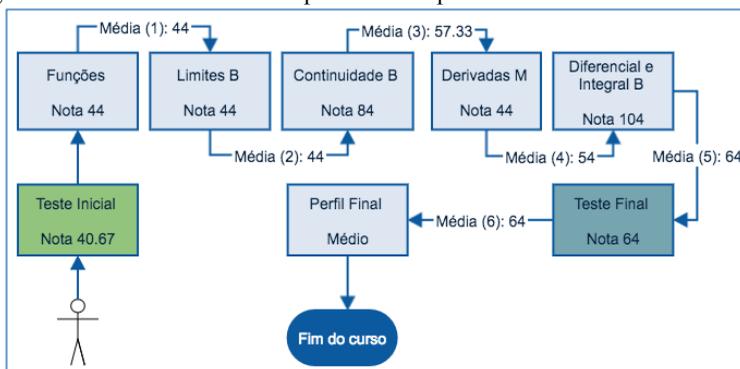
Figura 49. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 3



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Houve estudantes que ficaram sempre no mesmo perfil, outros que mudaram de perfil para um perfil maior e depois voltaram ao perfil anterior, e outros, ainda, que ficaram no mesmo perfil nos primeiros tópicos e, tendo uma diminuição em alguma nota, no final ficaram em um perfil menor.

Figura 50. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 4

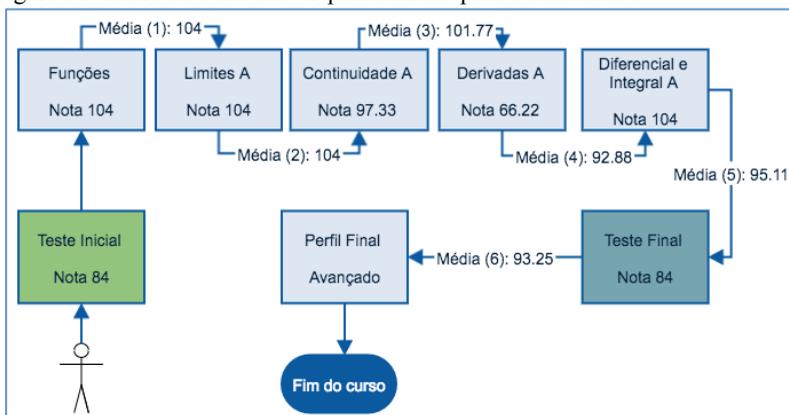


Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Independente do perfil em que os estudantes ficaram, os agentes iam mostrando, para cada um deles, os conteúdos adequados ao nível de desempenho em que cada um deles se encontravam no momento. E, também, mandavam mensagens todas as vezes que os estudantes finalizavam um tópico, incentivando-os, quando tinham tido uma queda,

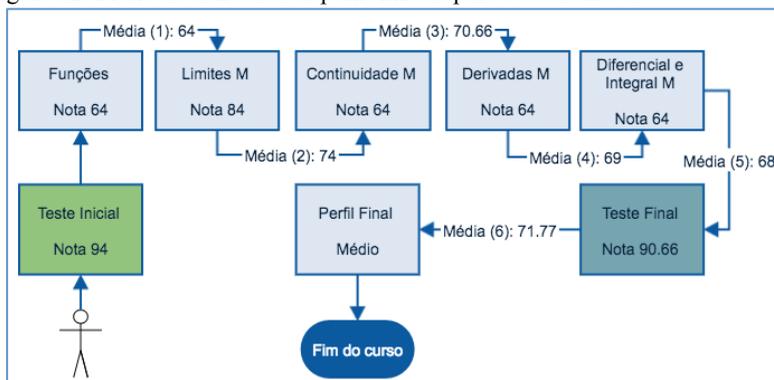
a estudar um pouco mais no próximo tópico, ou parabenizando-os e incentivando-os a continuar no mesmo ritmo ou ainda continuar melhorando, no caso de ter tido uma nota mais alta.

Figura 51. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 5



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Figura 52. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 6

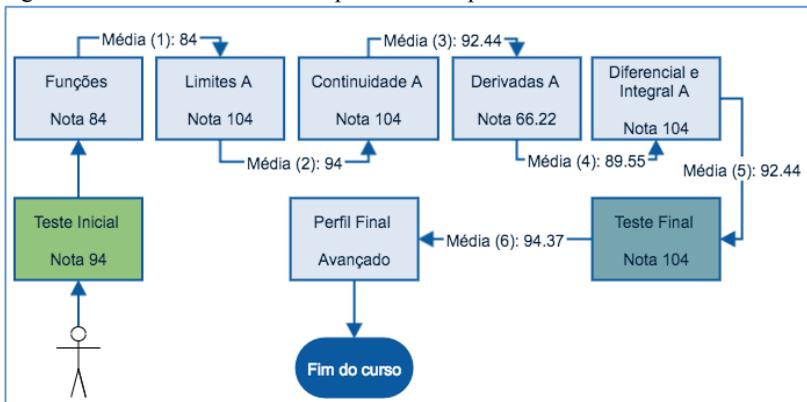


Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Um ponto a ser destacado é que, embora os fluxos apresentados mantenham o mesmo padrão, isto é, o caminho parece ser o mesmo para todos os estudantes, sem aqueles recursos adicionais ou de reforço que foram apresentados na simulação e no pré-teste; cada um dos estudantes teve seu próprio caminho, com os perfis combinando com seu nível de

desempenho e, cada um deles realizou o curso de forma totalmente independente.

Figura 53. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 7



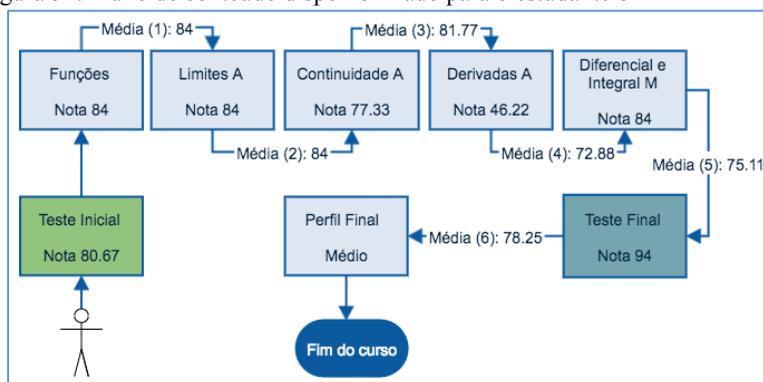
Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Assim, o sistema teve o comportamento esperado, levando em conta o contexto dos estudantes que participaram do teste. E poderia ter mostrado outros diferentes caminhos para eles, se os estudantes tivessem tido um desempenho menor, pois nesse caso teriam precisado dos conteúdos de reforço. Também, o sistema, por meio dos agentes Tutor, enviou as mensagens de incentivo e parabéns aos estudantes, cada vez que eles finalizavam um tópico e passavam para o próximo.

A adaptação do sistema aconteceu em cada análise que os agentes realizaram das notas das atividades, em que eles calculavam o perfil de desempenho dos estudantes e mostravam o conteúdo segundo o desempenho destes. Como todos os conteúdos dos tópicos a serem disponibilizados foram criados com os três diferentes níveis de dificuldade, o agente sempre mostrou aos estudantes o conteúdo que era mais apropriado para eles naquele momento do curso.

No que se refere ao tempo necessário para os estudantes finalizarem o curso, houve alunos que demoraram vários dias para avançar de um tópico a outro, e houve também estudantes que demoraram apenas algumas horas para fazer o mesmo conteúdo. Todos eles podiam avançar segundo a própria velocidade, nos horários que fossem mais adequados para eles. E sem precisar estar em um local específico, pois o curso era totalmente *online*.

Figura 54. Fluxo de conteúdo disponibilizado para o estudante 8



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Com os testes realizados com os participantes, pode-se verificar que o sistema se apresentou de forma adaptativa para os estudantes, com base no desempenho deles; mostrando os recursos de cada tópico, segundo o nível em que os estudantes se encontravam no momento. E atualizando este nível (perfil do estudante), cada vez que cada um dos estudantes foi avaliado em algum tópico.

Verificou-se, também, a mudança que o sistema possibilita entre os perfis básico, médio e avançado para os estudantes, dependendo o quanto eles aprenderam do tópico corrente. Sendo que, quando um estudante tem uma nota muito alta em um tópico o agente calcula que ele está no perfil avançado e, o mesmo estudante, diminuindo o desempenho dele, pode passar para o perfil médio ou básico. Da mesma forma, ele pode começar com um perfil médio ou básico e conforme melhora seu desempenho ir para um perfil avançado.

Além dos dados fornecidos pelo banco de dados do ambiente, com os recursos e atividades disponibilizados pelos agentes para cada um dos estudantes, foi criado um questionário de *feedback* para os estudantes responderem, ao final do curso, com o objetivo de obter a percepção deles a respeito do sistema.

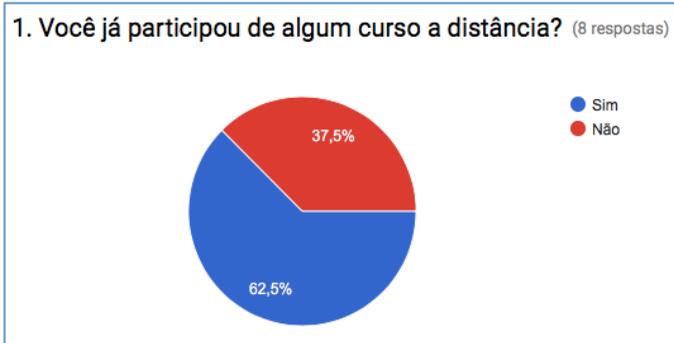
Pesquisa com os estudantes que participaram do teste:

O questionário de pesquisa foi criado para que os estudantes pudessem dar sua opinião, basicamente, sobre o uso do Moodle e sua dificuldade, a participação deles em cursos a distância, a dificuldade do

conteúdo e o modelo do curso oferecido para o teste. Para isso, foram criadas oito questões:

- 1) Você já participou de algum curso a distância?
- 2) Você já conhecia o ambiente virtual utilizado (Moodle)?
- 3) Na escala de 1 a 5, sendo 1 muito fácil e 5 muito difícil, como você considera a utilização do Moodle?
- 4) O que achou do fato de o curso ser adaptativo (os níveis de dificuldade dos exercícios foram mostrados segundo o seu desempenho) e de ter um tutor virtual acompanhando seus resultados.
- 5) Qual foi o tópico no qual você sentiu mais dificuldade?
- 6) Na escala de 1 a 5, sendo 1 muito fácil e 5 muito difícil, como você considerou o curso?
- 7) Você faria um outro curso que siga o mesmo modelo, com conteúdo e parte prática no qual o aluno segue o curso no próprio ritmo?
- 8) Questão aberta para comentários.

Figura 55. Pesquisa sobre o curso questão 1

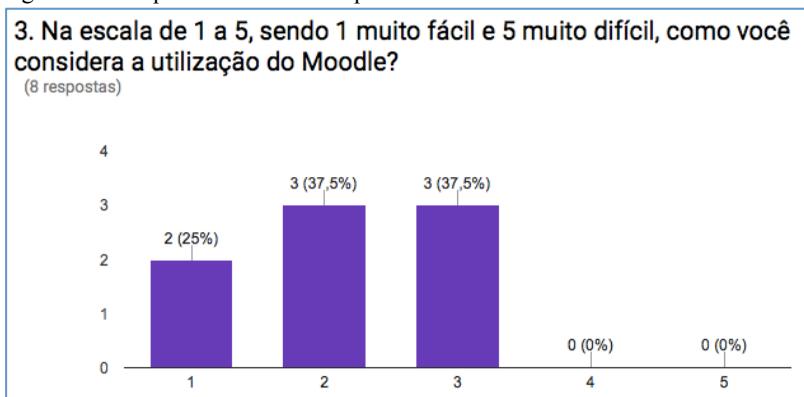


Fonte: Gráfico gerado com as respostas dos participantes (2017)

As respostas dos estudantes mostraram que mais da metade dos participantes (62,5%) já tinha feito algum curso a distância alguma vez (figura 52). Além disso, todos os participantes conheciam o ambiente virtual Moodle.

Sobre a dificuldade do Moodle (figura 53), as respostas ficaram entre muito fácil (25%), fácil (37,5%) e médio (37,5%). Nenhum dos estudantes considera o ambiente virtual difícil ou muito difícil.

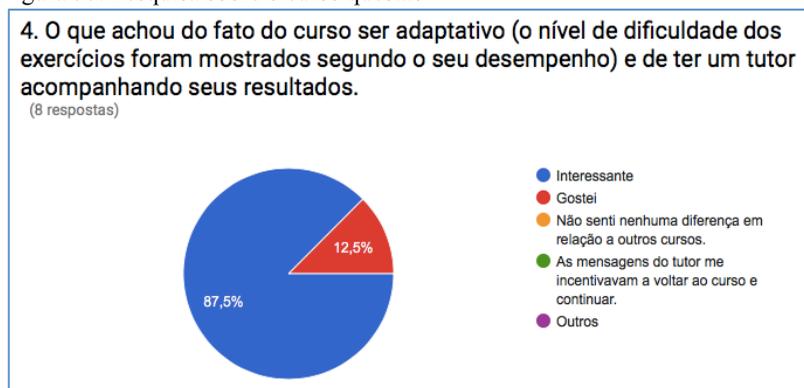
Figura 56. Pesquisa sobre o curso questão 3



Fonte: Gráfico gerado com as respostas dos participantes (2017)

Sobre a opinião deles do fato do curso ser adaptativo (figura 54), todos se mostraram positivos ao modelo do curso, sendo que 87,5% considerou interessante e 12,5% respondeu que gostou.

Figura 57. Pesquisa sobre o curso questão 4



Fonte: Gráfico gerado com as respostas dos participantes (2017)

Quanto à dificuldade dos tópicos e conteúdo do curso (figura 55), dos cinco tópicos (funções, limites, continuidade, derivadas, diferencial/integral), os estudantes dividiram suas opiniões em quatro dos cinco tópicos. E nenhum deles considerou o tópico de limites como o mais difícil do curso.

Figura 58. Pesquisa sobre o curso questão 5



Fonte: Gráfico gerado com as respostas dos participantes (2017)

Além disso, quanto à dificuldade do curso como um todo (figura 56), a maioria (75%) considerou o curso com uma dificuldade média. E os outros (25%) se dividiu entre fácil e difícil.

Figura 59. Pesquisa sobre o curso questão 6



Fonte: Gráfico gerado com as respostas dos participantes (2017)

E, em relação a uma participação futura em cursos que sigam o mesmo modelo, os alunos se mostraram interessados, com 100% das respostas afirmando que fariam um outro curso com as mesmas características do curso feito para o teste do sistema.

Além das questões com opções de resposta, a última questão da pesquisa foi aberta para comentários ou sugestões dos estudantes. Um deles não percebeu que tinha um agente tutor acompanhando o curso.

Provavelmente, devido ao fato que este agente se apresenta aos estudantes na forma de um usuário do ambiente, pois ele manda as mensagens utilizando a ferramenta de mensagens do próprio Moodle e não na forma de um avatar, como é feito em outros tipos de sistemas com agentes.

E, no geral, eles falaram do conteúdo do curso, como sendo um conteúdo complementar, e sugerindo aumentar a quantidade de exemplos e colocar vídeos e objetos de aprendizagem. Como pode ser visto na fala de um deles: “Penso que o material didático de explicação dos conteúdos poderia ser melhor aperfeiçoado e incluir nele vídeos e objetos de aprendizagem. Além disso, apresentar mais exemplos.”

Outro ponto que foi abordado pelos estudantes foi o fato da liberação dos conteúdos não ser de forma automática, quando eles terminavam os tópicos, sugerindo que o tempo médio que fosse demorar para liberar o seguinte conteúdo pudesse ser informado, para que eles se organizem para continuar com o curso.

Cabe lembrar que este procedimento de disponibilização de materiais foi feito de forma manual, durante os testes, para conseguir ter um controle maior do comportamento do sistema, mas o modelo final prevê que esta disponibilização seja feita de forma automatizada, com os agentes Bedel executando seus planos após um tempo determinado que, em princípio, seria uma hora, para que o tempo que o estudante fique esperando não seja muito longo.

Outro comentário dos estudantes foi referente ao fato de ter exercícios gerados, após cada teste, dos tópicos em que eles tiveram dificuldades. Como é sugerido no comentário: “Gostei das provas, no geral. Ajudaram muito, mas sinto que depois de passar por um quiz e revisar seria legal ter exercícios gerados das partes que tive dificuldade. E assim um novo quiz que valeria até # pontos pra recuperar tal.”, o mesmo estudante sugere também ter “tempo médio por folha de exercícios como no Kumon”.

Tendo em conta as respostas dos estudantes à pesquisa sobre o curso, podemos concluir que o sistema teve boa aceitação por parte deles. Outro ponto a ser destacado é a importância da forma como é apresentado o conteúdo para os estudantes, que sentem falta de mais interação e vídeos, para facilitar o entendimento dos conceitos.

Isto vai ao encontro de um dos objetivos do trabalho, que foi propor uma técnica de design instrucional que possa ser utilizada em cursos adaptativos.

7 CONCLUSÕES

Para finalizar este trabalho, algumas conclusões foram levantadas, tendo como objetivo geral a proposta de um modelo de disseminação do conhecimento compatível com uma arquitetura de ambiente virtual adaptativo, que permita a disseminação do conhecimento.

Na construção desta tese e para chegar no objetivo geral, os objetivos específicos definidos foram alcançados da seguinte forma:

- Identificar o uso de AVEA na codificação e disseminação do conhecimento: Durante o trabalho de escrita da fundamentação teórica da tese encontrou-se nos textos dos diferentes autores, os conceitos necessários para identificar o uso de ambientes virtuais de ensino-aprendizagem na disseminação do conhecimento, dado que a construção do conhecimento por meio de recursos tecnológicos, como o AVEA, vem acontecendo atualmente, tanto no ensino a distância quanto no presencial, na esfera acadêmica e no mundo corporativo.
- Analisar as formas de adaptatividade no AVEA do contexto da pesquisa: Para verificar as formas de adaptatividade no Moodle, que é o ambiente utilizado para essa pesquisa, foi feito um estudo dos recursos disponíveis no AVEA, verificando quais seriam as opções de configuração do sistema, que seriam feitas pelos agentes, para que os cursos pudessem ser adaptativos para todos os casos. Optou-se por utilizar o recurso de restrição junto com a configuração de grupos, para que os estudantes tivessem acesso só a os conteúdos restringidos para seu grupo. Estes grupos, criados para cada um dos recursos e para cada nível de desempenho.
- Propor uma técnica de design instrucional, e um modelo de ambiente virtual adaptativo, compatíveis entre si, que promovam a disseminação do conhecimento de forma mais efetiva: Foi analisado o Modelo ADDIE de DI e foi proposta a técnica de DI, na forma de uma extensão nas fases de design e desenvolvimento deste modelo.
- Avaliar de forma conjunta os modelos propostos referentes ao processo de design instrucional e ambiente adaptativo, com um grupo de participantes de um curso na modalidade a distância: Foi aplicado o modelo adaptativo em uma turma de cálculo básico, cujos conteúdos inicialmente foram criados para uma turma clássica, sem adaptatividade. Estes conteúdos foram revisados e foram adicionados novos conteúdos, para que haja uma diversidade maior,

possibilitando a adaptatividade no ambiente. E foi feita a avaliação com as informações das interações dos estudantes.

- Verificar se é possível perceber, através da análise de dados extraídos do AVEA, se os estudantes foram respeitados nas suas especificidades e nos seus diferentes níveis de aprendizagem: Dentro da avaliação, pode-se comprovar que os estudantes que participaram do teste tiveram acesso aos conteúdos de forma diferenciada, dependendo do desempenho deles. Da mesma forma, o professor consegue ter acesso aos grupos em que os estudantes se encontram e, com isso, aos caminhos que eles percorrem no curso.

Com o desenvolvimento deste trabalho foi possível comprovar o correto funcionamento do modelo adaptativo no ambiente virtual de ensino-aprendizagem, em cujo análise se mostrou que o ambiente apresentou-se de forma diferenciada para os estudantes, que tiveram diferentes desempenhos no decorrer do curso.

Além disso, as simulações e pré-testes do sistema permitiram o refinamento do modelo para que os estudantes possam fazer o curso sem ter nenhuma dependência entre eles, sendo que o início no curso pode acontecer em datas diferentes para diferentes estudantes, da mesma forma que a realização e finalização do curso. E também, a velocidade com que cada estudante faz o curso é própria de cada um deles. Tendo estudantes que conseguem terminar muito rápido como estudantes que podem demorar algumas semanas.

Um ponto a ser destacado é que, embora o curso foi aceito pelos estudantes, nos comentários deles notou-se que existe uma exigência no que se refere aos conteúdos. É importante trabalhar isto, tanto no tipo de material apresentado, com mais vídeos e interações, quanto na quantidade de exercícios de revisão que poderia ficar disponível.

O professor, na sua posição de designer do curso e considerando o momento atual das tecnologias educacionais, deve estudar o melhor modelo pedagógico a ser utilizado nas suas turmas, independente da adaptatividade no curso. No contexto deste trabalho, o professor define um planejamento específico para os cursos adaptativos e configura o ambiente para se adequar a tal.

É também uma contribuição deste trabalho o modelo aplicado no ambiente virtual, para implementação de uma turma adaptativa, utilizando as ferramentas conhecidas pelo professor. Fazendo com que um professor com conhecimentos básicos do ambiente virtual consiga inserir na sua turma funcionalidades avançadas de tutores inteligentes,

sem necessidade de fazer nenhuma escrita de código. E sem conhecimento de linguagens de programação.

O professor consegue fazer esta inserção de adaptatividade, durante as fases de design e desenvolvimento do modelo ADDIE de design instrucional, na técnica proposta neste trabalho que considera uma extensão deste modelo e utilizando um bloco desenvolvido para a configuração final da adaptatividade, feita com base em agentes inteligentes.

Antes de fazer uso deste bloco no Moodle, o professor deve utilizar os recursos e ferramentas disponíveis no Moodle da forma usual para publicar os conteúdos e as atividades referentes a cada tópico da matéria. A diferença básica é que para que o sistema possa se tornar adaptativo, o professor deve propor o maior repertório de recursos e atividades possível em um mesmo tópico e, posteriormente, deve definir os diferentes níveis e o sequenciamento entre cada um dos itens postados.

7.1 TRABALHOS FUTUROS E SUGESTÕES DE MELHORIA DO MODELO

Algumas sugestões para trabalhos futuros, que surgiram durante a execução da parte prática deste trabalho, na aplicação do modelo adaptativo, e que não seria possível inserir nesta versão do modelo são:

- Adicionar a opção de selecionar pré-requisitos no recurso e atividade iniciais.
- Da mesma forma que o professor informa os recursos iniciais poderia informar qual é a avaliação final.
- Permitir que o professor configure os limites de notas para os diferentes perfis e a nota mínima para avançar para os próximos conteúdos.
- Permitir a definição do tempo para a execução do agente Bedel na interface. Ou mudar o código para que o agente Bedel perceba uma nota nova no ambiente e, em seguida, execute.
- Verificar a possibilidade de iniciar com um teste, antes do recurso e atividade iniciais, para que o sistema possa ter estes recursos iniciais também com diferentes níveis de dificuldade.
- Verificar a disponibilização de conteúdo para ajudar ao aluno que não consegue avançar em um tópico que só tem um nível (básico ou geral).

- No teste final verificar o quanto o estudante aprendeu de cada tópico e só considerar que o curso foi finalizado quando o estudante tiver nota suficiente em todos os tópicos, caso contrário, orientá-lo a revisar o(s) tópico(s) em que teve uma nota baixa.
- Pré teste ou prova de dispensa para não precisar passar por todos os tópicos.
- Melhorar as escalas de avaliação.
- Fazer uma aplicação do modelo adaptativo com grupos de controle.
- Incrementar a extensão do design instrucional, pensando nos estilos de aprendizagem.
- Estudar a possibilidade de aplicação do Fuzzy.
- Melhorar as funções dos agentes e o paradigma dos agentes.
- Verificar a possibilidade de avanço, com foco no usuário e a reusabilidade dos materiais.
- Verificar a possibilidade de ter o modelo de design instrucional para o pensamento computacional.
- Estudar a possibilidade de adaptar o modelo para MOOCs, com foco na adaptatividade.

REFERÊNCIAS

ABED. **Associação Brasileira de Educação a Distância**. Disponível em:http://www2.abed.org.br/faq.asp?Faq_ID=8. 2015.

ALVES, L. **Educação a Distância: conceitos e história no Brasil e no mundo**. Associação Brasileira de Educação a Distância, Vol 10. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista_PDF_Doc/2011/Artigo_07.pdf.

ALMEIDA, M. E. B. **Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem**. Educação e pesquisa, São Paulo, v.29, n.2, p. 327-340, jul/dez. 2003. Disponível em:<http://www.scielo.br/pdf/ep/v29n2/a10v29n2.pdf>.

AL-AJLAN A.; ZEDANS H. **Why Moodle**, in International Workshop on Future Trends of Distributed Computing System. IEEE 2008.

BATISTA, M.; MENEZES, M. **O design gráfico e o design instrucional na educação a distância**. Design, arte e tecnologia. n. 4. São Paulo: PUC-Rio e Unesp-Bauru, 2008.

BERGERON, B, inventor; Accella Learning, LLC, cessionário. **Intelligent Tutoring System**. United States patent US 8684747. 01 Abril 2014

BORDINI, R. H.; WOOLDRIDGE, M.; & HÜBNER, J. F. (2007). **Programming multi-agent systems in agentspeak using Jason** (Wiley Series in Agent Technology). John Wiley & Sons.

BOTELHO, L. L.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. **O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais**. Gestão e Sociedade, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, mai./ago. 2011.

BRANSON, R. K.; RAYNER, G. T.; LAMAR COX, J.; FURMAN, J. P.; KING, F. J.; HANNUM, W. H. **Interservice Procedures for Instructional Systems Development: Executive summary and model**. Tallahassee: Florida State University, Center for Educational Technology. 1975.

BRENER Walter, ZARNEKOW Rüdiger, WITTIG Hartmut. **Intelligent Software Agents – Foundations and Applications**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1998.

CARVALHO, I. M. de. **A dinâmica dos mecanismos de proteção e compartilhamento de conhecimento, no processo de desenvolvimento de software, em uma empresa pública de tecnologia da informação (TI)**. 2014. 288 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

CATAPAN, Araci H; MALLMANN, Elena M. e RONCARELLI, Dóris. **Ambientes Virtuais de Ensino Aprendizagem: desafios na mediação pedagógica em educação a distância**. In: Anais do Congresso Nacional de Ambientes Hiperídia para Aprendizagem, Florianópolis: UFSC, 2006.

CERVEIRA, P. **A gestão do conhecimento pelo uso de plataforma de e-learning para organizações geradoras de conhecimento**. VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2011.

CHAQUIME, L. P.; FIGUEIREDO, A. P. S. **O papel do designer instrucional na elaboração de cursos de Educação a Distância: exercitando conhecimentos e relatando a experiência**. In: X Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, 2013, Belém. Anais do X Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância (ESUD), 2013. p. 1-13.

CLEMENTI, J. A.; SCHMITT, M. T. B.; DANDOLINI, G. A.; SOUZA, J. A. **Compartilhamento do conhecimento: barreiras e facilitadores**. In: VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2012, Rio de Janeiro.

CONATI, C. **Intelligent tutoring systems: new challenges and directions**. Paper presented at the Proceedings of the 21st international joint conference on Artificial intelligence. 2009.

CORBETT, A. T.; KOEDINGER, K.R.; ANDERSON, J.R. 1997. **Intelligent tutoring systems**. In Handbook of Human-Computer Interaction, 2d ed., eds. M. G. Helander, T. K. Landauer, e P. V. Pradhu, 849-74. Amsterdam: North-Holland.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto** / John W. Creswell; tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p

DESPOTOVIĆ-ZRAKIĆ, M.; MARKOVIĆ, A.; BOGDANOVIĆ, Z.; BARAC, D.; & KRČO, S. (2012). **Providing Adaptivity in Moodle LMS Courses**. Educational Technology & Society, 15 (1), 326–338.

DANIEL, J., VÁZQUEZ CANO, E., & GISBERT, M. (2015). **The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model?** RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 12(1), 64–74.

DIANA, J. B.; GIUFFRÀ C. E. P.; NAKAYAMA, M. K; SPANHOL, F. J; SILVEIRA, R. A. **O uso dos repositórios na visão do Designer Instrucional**. Revista Brasileira de Informática na Educação, 2015.

DICK, W. CAREY, L. Y CAREY, J. O. (2009). **The systematic design of instruction**. 7th edition. Pearson.

FILATRO, A. **Design instrucional contextualizado: educação e tecnologia**. 2ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.

FOWLER, D.G., **A Model for Designing Intelligent Tutoring Systems**. Journal of Medical Systems, Vol. 15, N.1, 1991.

FRANCO, L. R. H. R.; BRAGA, D. B.; RODRIGUES, A. **EaD Virtual: entre teoria e prática**. s.l.: Premier, 2010

FRASSON, C.; MENGELLE, T.; AIMEUR, E. **Using pedagogical agents in a multi-strategic intelligent tutoring system**. In Proceedings of the A I-ED '97 Workshop on Pedagogical Agents, pages 40-47. 1997.

FRIGO, L. B.; POZZEBON, E.; BITTENCOURT, G. **O Papel dos Agentes Inteligentes nos Sistemas Tutores Inteligentes**. World Congress on Engineering and Technology Education, São Paulo, Brasil. 2004.

GARCÍA A. L. **La educacion a distancia: de la teoría a la práctica**. Barcelona, Ariel Educación, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIRAFFA, L. M. M. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 1999. Tese (doutorado).

GIUFFRA, C.E.P. **Modelo de Sistema Tutorial Inteligente para Ambientes Virtuais de Aprendizagem baseado em Agentes**. UFSC. Florianópolis, SC, 2013. 92 p.; 21cm. Dissertação (mestrado).

GIUFFRA, C. E. P.; NUNES, C. S.; SILVEIRA, R. A.; RODRÍGUEZ, S.; NAKAYAMA, M. K. (2017). **Adaptive Agent-Based Environment Model to Enable the Teacher to Create an Adaptive Class**. In: Vittorini P. et al. (eds) Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning. MIS4TEL 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 617. Springer, Cham

GIUFFRA, C. E. P.; SILVEIRA, R. A. **An agent based model for integrating Intelligent Tutoring System and Virtual Learning Environments**. In: 13th Ibero-American Conference on Artificial Intelligence, 2012, Iberamia. Proceedings of the Ibero-American Conference on Artificial Intelligence, 2012.

GIUFFRA C. E. P.; SILVEIRA, R. A.; NAKAYAMA, M. K. **An Intelligent Tutoring Systems Integrated with Learning Management Systems**. In: Workshop on MultiAgent System Based Learning Environments - MASLE, 2013, Salamanca - Espanha. Highlights on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems, 2013. v. 365. p. 316-327.

GIUFFRA C. E. P.; SILVEIRA, R. A.; NAKAYAMA, M. K. **An Intelligent LMS Model Based on Intelligent Tutoring Systems**. In: Stefan Trausan-Matu; Kristy Elizabeth Boyer; Martha Crosby; Kitty Panourgia. (Org.). Lecture Notes in Computer Science. 1ed.: Springer International Publishing, 2014a, v. 8474, p. 567-574.

GIUFFRA C. E. P.; SILVEIRA, R. A.; NAKAYAMA, M. K. **Prototyping of an Agent Based Intelligent Learning Environment**. In: Workshop on MultiAgent System Based Learning Environments - MASLE, 2014b, Honolulu - EUA.

GIUFFRA, C.E.P.; SILVEIRA, R.A.; NAKAYAMA, M. K. **Using Agent Based Adaptive Learning Environments for Knowledge Sharing Management**. International Journal of Knowledge and Learning (Print), v. 10, p. 278-295, 2015.

JASON DEVELOPERS. **Jason: a Java-based interpreter for an extended version of AgentSpeak**. Disponível em: <<http://jason.sourceforge.net/wp/>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

KAPLAN, Randy. ROCK, Denny. **New Directions for Intelligent Tutoring**. AI Expert, February, 1995.

KOCH N. (2000). **Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems: Reference Model, Modeling Techniques and Development Process**. PhD. Thesis, LMU Munich.

LACERDA, M. R. M.; RISSI, M.; NAKAYAMA, M. K. ; SPANHOL, F.; FIALHO, F. A. P.; PACHECO, A. S. V. **Criação e compartilhamento de conhecimento em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem**. RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 8, p. 10-20, 2010. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/15189/8955>>.

MARCUZZO, M. M. V.; GUBIANI, J. S.; LOPES, L. F. D. **A satisfação dos alunos de educação a distância em uma Instituição de Ensino Superior**. Centro de Processamento de Dados, UFSM. 2015. Disponível em: <http://www.cpd.ufsm.br/media/cms/paper/2015/03/26/SatisfaçãoAlunosEducaçãoDistânciaIES.pdf>

MENDOZA, B. A. P et al. **Designer Instrucional: membro da polidocência na Educação a Distância**. In: MILL, D., OLIVEIRA, M. R. G., RIBEIRO, L. R. C. (Org.) Polidocência na educação a distância: múltiplos enfoques. São Carlos: EDUFSCar, 2010. p. 95-110.

MOODLE.ORG. **Moodle – Open-source learning platform**. Disponível em: < https://moodle.org/?lang=pt_br>. Acesso em: 24 nov. 2016.

MORAN, J. M. **A educação a distância como opção estratégica**. Educação Humanista Inovadora, 2011. Disponível em:

http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/educacao_online/estrategica.pdf

MORAN, J. M. **O que é Educação a Distância**. Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/dist.pdf>. 2002.

MORÉ, R. P. O.; MORITZ, G. de O.; PEREIRA, M. F.; MELO, P. A. de. **Modelo de gestão para educação a distância: o sistema de acompanhamento ao estudante – SAE**. Revista de Administração e Inovação. São Paulo, v.7, n.2, p.104-125, abr./jun.2010.

MOTA, J. d. R.; FERNANDES, M. A. **Adaptive-Moodle: Adaptatividade no Ambiente Moodle**. (2010) Anais do MoodleMoot Brasil 2010.

NAKAYAMA, M. K.; SILVEIRA R. A. **Ensino a distância nos programas de capacitação**. In: BITENCOURT Claudia. (Org.). Gestão contemporânea de pessoas: novas práticas, conceitos tradicionais. Porto Alegre: Bookman, 2010. Cap. 26. CD-Rom.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The Knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation**. Oxford University Press: New York, 1995.

NONAKA, I; KONNO N, **The concept of ‘ba’: building a foundation for knowledge creation**. California Management. Review 40 (3), 1–15 (1998);

NUNES, C. S.; GIUFFRA, C. E. P. ; NAKAYAMA, M. K.; SILVEIRA, R. A. **Interaction on Distance Education in Virtual Social Networks: A Case Study with Facebook**. In: Mauro Caporuscio, Fernando De la Prieta, Tania Di Mascio, Rosella Gennari, Javier Gutiérrez Rodríguez, Ricardo Azambuja-Silveira, Pierpaolo Vittorini. (Org.). Advances in Intelligent Systems and Computing. 1ed.Berlin: Springer International Publishing, 2016, v. 478, p. 61-70

OMICINI, A., RICCI, A., & VIROLI, M. (2008). **Artifacts in the A&A meta-model for multi-agent systems**. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 17(3), 432–456.

OPPERMANN, R. **Adaptive user support: Ergonomic design of manually and automatically adaptable software**. Computers, Cognition, and Work, Vol. 40, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ. 1994.

OXMAN, S., & WONG, W. (2014). **White paper: Adaptive learning systems**. Integrated Education Solutions.

ÖZYURT, Ö.; ÖZYURT, H.; BAKI, A.; GÜVEN, B.; & Karal, H. (2012). **Evaluation of an adaptive and intelligent educational hypermedia for enhanced individual learning of mathematics: A qualitative study**, Expert Systems with Applications 39, (2012), pp.12092-12104.

PALAZZO M. de O., J.; VALDENI de L., J; KRUG W., L; MARILZA P., A; GASPARINI, I; FERNÁNDEZ, A; DÍAZ, A. (2014). **Adaptatividade geocultural em ambientes virtuais de aprendizagem**. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, volumen 17, no 1, pp. 83-109.

PEREIRA A. T C.; SCHMITT V.; DIAS M. R. Á. C. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Livraria Cultura, 2007.

PPGEGC – Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. **Áreas de concentração**. Disponível em: <http://egc.ufsc.br/index.php/egc/pos-graduacao/programa/areas-de-concentracao#mc>. 2015a.

PPGEGC – Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. **Linhas de pesquisa**. Disponível em: <http://egc.ufsc.br/index.php/pt/pesquisas/linhas-de-pesquisa>>. 2015b.

QAZDAR A.; CCHERKAoui, C.; ER-RAHA, B.; MAMMASS, D. **AeLF: Mixing Adaptive Learning System with Learning Management System**. *International Journal of Computer Applications*, vol. 119, no. 15, pp. 1-8, June 2015.

RIBEIRO, E. N.; MENDONÇA, G. A. de A.; e MENDONÇA, A. F. (2007). **A importância dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem na busca de novos domínios na EAD**. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2007/tc/4162007104526AM.pdf>>.

RUS, V; STEFANESCU, D; NIRAULA, N. and GRAESSER, A. C. DeepTutor: **Towards macro- and micro-adaptive conversational intelligent tutoring at scale**. In Work in Progress Learning At Scale, 2014.

SALAZAR OSPINA, O. M. (2015) **Modelo de Sistema Multi-Agente ubicuo, adaptativo y sensible al contexto para ofrecer recomendaciones personalizadas de recursos educativos basado en ontologías**. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

SANTOS, C. T.; FROZZA, R.; DAHMER, A.; GASPARY, L. P. **Dóris – Um agente de acompanhamento pedagógico em sistemas tutores inteligentes**. In: SBIE'01 Simpósio Brasileiro De Informática Na Educação, 12., 2001, Vitória-ES. Anais. Vitória: UFES, 2001.

SANTOS. E. O. **Ambientes virtuais de aprendizagem: por autorias livre, plurais e gratuitas**. In: Revista FAEBA, v.12, no. 18. 2003.

SANTOS, F. M. R. dos; SOUSA, R. P. L. de. **O conhecimento no campo de Engenharia e Gestão do Conhecimento**. *Perspect. ciênc. inf.*, BeloHorizonte, v. 15, n. 1, p. 259-281, Apr. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362010000100015&lng=en&nrm=iso>.

SANTOS Jr. V. P. et al. (2012) **Ambiente de Aprendizagem com Hipermídia Adaptativa para Ensino de Redes de Computadores**. In: II Seminário Argentina-Brasil de Tecnologia da Informação e da Comunicação, Três de Maio, v. 1, p.1-10.

SARTORI, V. **Comunidade de prática virtual como ferramenta de compartilhamento de conhecimento na educação a distância**. 2012. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SCHONS, C. H.; RIBEIRO, A. C.; BATTISTI, P. **Educação a distância: web 2.0 na construção do conhecimento coletivo**. Florianópolis: UFSC, Inpeau, 2008. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/61430/243o_do_Conhecimento_Coletivo.pdf?sequence=1>.

SILVA, A. R. L. da. **Design educacional para gestão de mídias do conhecimento**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SILVA, A. R. L. da. **Diretrizes de design instrucional para elaboração de material didático em EaD: uma abordagem centrada na construção do conhecimento**. Dissertação de Mestrado no Programa de Pósgraduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013.

SILVA, E. L. da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138p

SILVEIRA, R. A. **Ambientes inteligentes distribuídos de aprendizagem**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1998.

SIMON, Rangel Machado. **Adaptação como mídia para o conhecimento: uma análise de ambientes virtuais de aprendizagem utilizados em disciplinas de graduação**. Dissertação, 2017.

Thalman, S. **Adaptation criteria for the personalized delivery of learning materials: a multi-stage empirical investigation**. Australasian Journal of Educational Technology, 30(1), 45–60. 2014

TONET, H. C.; PAZ, M. das G. T. da. **Um modelo para o compartilhamento de conhecimento no trabalho**. Rev. adm. contemp., Curitiba, v. 10, n. 2, p. 75-94, June 2006. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-6552006000200005&lng=en&nrm=iso>.

TSAI, HL; LEE, CJ; HSU, W.H. and CHANG, YH. **An Adaptive E-learning System based on Intelligent Agents**, Proceeding of the 11th International Conference on Applied Computer and Applied Computer Science, WSEAS.US, pp 139-142, Steven point, Wisconsin, April 2012.

U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. (2013). **Expanding evidence approaches for learning in a digital world**. Washington, D.C. Available in: <<https://tech.ed.gov/wp-content/uploads/2014/11/Expanding-Evidence.pdf>>

VANLEHN, K. **The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems**. In: *Educational Psychologist*, 46:4, 197-221 (2011)

VICCARI, R. M. - **Um tutor inteligente para a programação em lógica: idealização, projecto e desenvolvimento**. Coimbra, 1989. Tese (doutorado).

VIDAL, E. M.; MAIA, J. E. B; **Educação a distância: rompendo fronteiras**. Introdução à Educação a Distância. RDS Editora, 2010. p. 09-24.

VILARIM, G. O.; COCCO, G. **Produção de conhecimentos por meio de conhecimentos: a outra produção no capitalismo cognitivo**. In. LARA, M. L. G.; SMIT, J. W. (Org.) *Temas de pesquisa em Ciência da Informação no Brasil*. São Paulo: Escola de Comunicações e Artes/USP, 2010, p.215 – 226.

WENGER, E. **Artificial Intelligence and Tutoring Systems: Computational and Cognitive Approaches to the Communications of Knowledge**. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann Publishers.

WOOLDRIDGE, M. **An introduction to multiagent systems**. 2nd. Ed. Jonh Wiley & Sons LTd. 2009

WOOLDRIDGE, M. **Reasoning about rational agents**. In *Intelligent robots and autonomous agents*. 2000.

ZELIĆ, M. ROSIĆ, M. & GLAVINIĆ, V. 2011. **Intelligent Provision of Semantic Web Services in Educational Systems**. C. Stephanidis (Ed.): *Universal Access in HCI, Part IV, HCII 2011, LNCS 6768*, pp. 670–679, SpringerVerlag Berlin Heidelberg.

ZUASNABAR, D.M.H. **Um ambiente de aprendizagem via WWW baseado em Interfaces Inteligentes para o Ensino de Engenharia**,

Proceedings of the Congresso Brasileiro de Engenharia
(COBENGE'2003), Rio de Janeiro, 2003.

APÊNDICE A

Caros alunos,

Segue mensagem sobre curso de Cálculo online, parte de um trabalho de doutorado do EGC/UFSC. Peço aos interessados que participem e respondam o questionário de avaliação. O curso leva cerca de 15 - 20 horas para ser concluído e aborda os seguintes conteúdos: função, limite, continuidade, derivada, diferencial e integral.

Att, Prof. Frank.

Prezados(as),

Meu nome é Cecília Giuffra, aluna de doutorado no programa de pós graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC), e minha pesquisa envolve o desenvolvimento de um sistema adaptativo, baseado em inteligência artificial para o ambiente virtual Moodle.

Para a validação deste sistema foi desenvolvido um curso piloto de cálculo básico. E a última etapa desse trabalho envolve um teste prático. Este teste consiste na aplicação do curso com a participação de alunos para verificar o comportamento do sistema durante as diferentes interações com os estudantes.

O curso contém 5 tópicos, cada um deles com uma parte teórica e exercícios práticos com 5 questões. Além desses exercícios, o curso tem também dois questionários, de 10 questões. Um para medir o conhecimento prévio e outro para verificar o aprendizado após o curso.

Se você já fez ou está fazendo alguma disciplina de matemática, quer aprimorar seus conhecimentos nesses conceitos ou quer testar em qual nível você se encontra no momento, entre no link <http://posiate.inf.ufsc.br/moodlececilia/login/signup.php?> e faça seu cadastro para participar do teste do sistema (Será solicitado o aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que é um documento que explica a pesquisa e no qual você aceita participar dela). Em seguida, acesse o ambiente e se inscreva no curso "Cálculo básico", para começar com o conteúdo.

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da UFSC e autorizada pela coordenação do curso.

Caso tenha alguma dúvida entre em contato no email cecilia.giuffra@posgrad.ufsc.br.

Agradeço antecipadamente a todos que tiverem a possibilidade de participar do curso, pois estarão colaborando com o desenvolvimento da pesquisa.

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto: Aplicação de um modelo adaptativo de tutores inteligentes para disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de aprendizagem

Pesquisadoras

Nome: Marina Keiko Nakayama

Endereço: Florianópolis/SC

e-mail: marina@egc.ufsc.br

Nome: Cecília Estela Giuffra Palomino

Endereço: Florianópolis/SC

e-mail: cecilia.giuffra@posgrad.ufsc.br

Prezado(a):

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “Aplicação de um modelo adaptativo de tutores inteligentes para disseminação do conhecimento em ambientes virtuais de aprendizagem”. Esta pesquisa faz parte do desenvolvimento da Tese de Doutorado de Cecília Estela Giuffra Palomino, aluna do departamento de engenharia e gestão do conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, e tem como objetivo validar um sistema adaptativo desenvolvido em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem.

Caso você aceite participar, sua participação nesta pesquisa consistirá em ter acesso a uma disciplina online de matemática básica, com conteúdos teóricos e atividades, realizar as atividades que estiverem disponíveis para você, além de permitir que a pesquisadora observe a sua interação com o sistema, utilizando a ferramenta de registro (log) que este disponibiliza.

A coleta de dados será efetuada utilizando-se o procedimento de leitura de dados no banco de dados do sistema. A leitura ocorrerá durante o período de participação na disciplina e após a finalização desta, que será

oferecida na modalidade a distância, sem a necessidade de se encontrar em um local específico ou ter um horário marcado para isto, pois o acesso às informações é feito online. No entanto, você terá um tempo para concluir a disciplina durante o período letivo do calendário acadêmico da universidade.

A partir da leitura dos dados, serão identificadas as informações referentes à interação dos participantes no sistema, assim como o desempenho deles nas atividades. Havendo a necessidade, ainda poderão ser adotados formulários ou questionários que procurarão captar a percepção dos participantes sobre o sistema e a experiência dos alunos em cursos a distância.

Caso tenha alguma dúvida ou questionamento sobre a sua participação na pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora, a qualquer momento, através do telefone e/ou o e-mail informados no início deste documento. Também, poderá entrar em contato com o comitê de ética, pelo telefone, e-mail ou pessoalmente, nos dados informados ao final deste documento.

Você foi selecionado intencionalmente e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora ou com os representantes e professores do seu curso.

As informações obtidas durante essa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. No entanto, é nossa obrigação informar que existe uma remota possibilidade de quebra de sigilo, mesmo que involuntário e não intencional, sendo que nesses casos específicos, as consequências serão tratadas nos termos da lei. Durante a análise dos dados, todos os registros serão arquivados. Apenas os pesquisadores envolvidos com o projeto terão acesso aos dados. Qualquer característica, nome ou evento que possibilite a identificação dos participantes será modificado.

Com a sua participação, você estará contribuindo para o desenvolvimento de estudos sobre ambientes adaptativos que podem ajudar a aprimorar a forma em que os alunos aprendem, segundo as características e o desempenho deles. Além disso, o benefício que você como participante pode chegar a ter é um reforço nos conhecimentos básicos da disciplina, dado que terá acesso a conteúdos teóricos e práticos que poderão melhorar seu conhecimento e desempenho. No

entanto, há a possibilidade deste benefício não acontecer para todos, ou inclusive, não acontecer para nenhum dos participantes, visto que existe o risco de não absorverem todo o conteúdo.

Você está recebendo duas vias deste termo onde constam e-mail, telefone e endereço institucional do pesquisador principal e do CEP-UFSC. Com eles, você pode tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. O pesquisador responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa, guarde este documento com cuidado, pois tem as informações de contato e garante seus direitos de participantes da pesquisa.

Esta pesquisa não deve lhe ocasionar nenhuma despesa e a legislação brasileira não permite que você tenha qualquer compensação pela sua participação. Caso aconteça alguma despesa, haverá ressarcimento em dinheiro ou mediante depósito em conta. Além disso, caso tenha algum prejuízo material ou imaterial causado pela sua participação na pesquisa, poderá pedir uma indenização, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada.

Universidade Federal de Santa Catarina Comitê de Ética em Pesquisa

Endereço: Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade,
Florianópolis. Prédio Reitoria II, 4º andar, sala 401.

CEP 88.040-400

Contato: (48) 3721-6094

Site: <http://cep.ufsc.br/>

E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br.

Declaro que li o documento e entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, entendi também, que minha participação consiste em fazer uma disciplina e resolver as atividades disponíveis nela, assim como, em caso de necessidade, responder um questionário. Declaro, ainda, que obtive todas as informações que achei necessárias para estar esclarecido(a) e compreendo que minha participação é voluntária, que posso me retirar da pesquisa a qualquer

momento, e que meus dados serão mantidos em sigilo sendo usados somente para esta pesquisa.

Nestes termos, declaro que concordo em participar desta pesquisa.

Nome Assinatura

_____, ____/____/____
RG Local Data

APÊNDICE C

Plano de Ensino

1. Identificação

Disciplina: Cálculo Básico

Carga horária: 20 horas-aula Teóricas: 20 Práticas: 0

Período: 01 de Outubro de 2016 a 31 de Janeiro de 2017

2. Cursos

- Ciências da Computação e Sistemas da Informação
- Ciências e Engenharias

3. Ementa

Funções reais de variável real; funções elementares do cálculo; noções sobre limite e continuidade; derivada; aplicações da derivada; integral definida e indefinida; diferencial.

4. Objetivos

Geral: Fornecer ao aluno uma visão geral dos conceitos básicos de Cálculo.

Específicos:

- Definir função
- Identificar diferentes funções
- Definir limites.
- Calcular limites.
- Analisar a continuidade de funções.
- Encontrar a derivada de funções diversas.
- Aplicar propriedades da derivada.
- Calcular integral definida e indefinida através dos métodos apresentados.
- Calcular áreas através de integral definida.
- Entender o significado do diferencial em relação à sua derivada.

5. Conteúdo Programático

5.1. Funções (5 horas-aula)

- Notação
- Variáveis e argumentos
- Funções de funções
- Funções recursivas
- Funções sobrejetora, injetora, bijetora
- Função afim
- Função inversa

5.2. Limites (3 horas-aula)

- Limites de variáveis
- Limites de funções (Limite finito/infinito em ponto finito/infinito)
- Propriedades dos limites

5.3. Continuidade (3 horas-aula)

- Continuidade de funções
- Propriedade das funções contínuas

5.4. Derivadas (5 horas-aula)

- Derivada de uma função em relação o ponto
- Função derivada
- Derivadas de função de função (regra da cadeia)
- Derivadas de ordem superior
- Propriedades das derivadas

5.5. Diferencial e Integral (4 horas-aula)

- Diferencial de uma função
- Diferencial de uma função de função
- Derivadas e diferenciais
- Representação do diferencial
- Aplicação do diferencial

6. Metodologia

Os tópicos do Conteúdo Programático da disciplina serão apresentados utilizando a plataforma Moodle, a medida que o estudante avançar no conteúdo.

Haverá um questionário inicial não obrigatório, para medir o conhecimento prévio antes do início do curso e um questionário

final obrigatório para medir o conhecimento adquirido, após finalizar todos os conteúdos do curso.

7. Avaliação

Para cada tópico haverá um questionário com questões avaliativas que deverá ser respondido pelos estudantes.

8. Cronograma

O curso será aberto aos estudantes no período de 01 de Outubro de 2016 a 31 de Janeiro de 2017. Durante esse tempo cada um dos participantes poderá fazer o curso no seu próprio ritmo.

9. Fonte:

- <http://www.inf.ufsc.br/~joao.dovicchi/matweb/>

10. Bibliografia

- STEWART, J. – Cálculo, V. 1. 7a edição, Cengage Learning, 2013.
- FLEMMING, D. M. & GONÇALVES, M. B. Cálculo "A". 6a edição, Florianópolis: Editora da UFSC, 2006.

11. Bibliografia Complementar

- ANTAR NETO, A. et Alli. Introdução à Análise Matemática. São Paulo: Editora Moderna, 1985.
- ÁVILA, G.S.S.; Cálculo I, Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1978.
- AYRES JR., F. Cálculo diferencial e integral. 3a edição. Trad. A. Zumpano. S. Paulo: Makron, 1994.
- BATSCHLET, E. Introdução à Matemática para Biocientistas. São Paulo: Editora Interciência, 1978.
- GUIDORIZZI, H. L. Um Curso de Cálculo. Vol. 1, 2a Edição. Rio de Janeiro: LCT, 1985.
- KITCHEN JR., Joseph W. Calculus of one variable. Massachusetts: Addison-Wesley, 1968.
- KUHLMAMP, Nilo; Cálculo I, Florianópolis: Editora da UFSC.

APÊNDICE D

Resumo dos trabalhos publicados

1. **An Intelligent Tutoring Systems Integrated with Learning Management Systems** - No Workshop MASLE - *Multiagent System Based Learning Environments*, 2013, realizado durante a 11ª conferência internacional PAAMS – *Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems* (GIUFFRA, SILVEIRA e NAKAYAMA, 2013).

Este trabalho apresenta a proposta do modelo desenvolvido, inicialmente, durante a dissertação de mestrado como uma solução para ambientes virtuais de ensino-aprendizagem adaptativos nos quais os conteúdos são disponibilizados de forma personalizada aos estudantes. Além disso, mostra o desenvolvimento da implementação dos agentes Bedel e Tutor definidos no modelo.

Disponível no link:

https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-38061-7_30

2. **An Intelligent LMS Model Based on Intelligent Tutoring Systems** - Na 12ª Conferência Internacional ITS – *Intelligent Tutoring Systems*, 2014 (GIUFFRA, SILVEIRA e NAKAYAMA, 2014a).

Este trabalho apresenta o modelo de tutores inteligentes, a formula para calcular a nota de perfil de desempenho dos estudantes e os primeiros testes realizados da disponibilização dos conteúdos no ambiente virtual de ensino-aprendizagem.

Disponível no link:

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-07221-0_72

3. **Prototyping of an Agent Based Intelligent Learning Environment** - No Workshop MASLE - *Multiagent System Based Learning Environments*, 2014, realizado durante a 12ª conferência

Internacional ITS – *Intelligent Tutoring Systems*, 2014 (GIUFFRA, SILVEIRA e NAKAYAMA, 2014b)

Este trabalho apresenta o protótipo do modelo no contexto de uma turma real de estudantes de um curso de matemática, além disso, mostra o bloco desenvolvido no Moodle para que o professor possa fazer a configuração dos agentes do modelo. E os primeiros resultados dos testes do protótipo.

Disponível no link:

http://iate.ufsc.br/masle/masle2014/papers/paper_8.pdf

4. **O uso dos repositórios na visão do Designer Instrucional** - Na RBIE – Revista Brasileira de Informática na Educação, 2015 (DIANA, GIUFFRA, NAKAYAMA, SPANHOL E SILVEIRA, 2015).

Este trabalho mostra a visão do Designer Instrucional em relação ao uso dos repositórios de Objetos de Aprendizagem (OA), como resultado de uma pesquisa qualitativa realizada com seis profissionais de DI. Os resultados apontaram o baixo uso de repositórios de OA durante a construção de material didático para diferentes disciplinas oferecidas em cursos a distância.

Disponível no link:

<http://br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2836/2857>

5. **Using Agent-based Adaptive Learning Environments for Knowledge Sharing Management** - No *International Journal of Knowledge and Learning*. (GIUFFRA, SILVEIRA e NAKAYAMA, 2015)

Este trabalho descreve como um ambiente virtual adaptativo baseado em agentes pode ser útil e efetivo no compartilhamento de conhecimento. Os agentes interagem com os usuários enviando mensagens para eles e gerenciam o compartilhamento de conhecimento na disponibilização dos recursos e atividades.

Disponível no link:

<https://doi.org/10.1504/IJKL.2015.073475>

6. **Interaction on Distance Education in Virtual Social Networks: A Case Study with Facebook** - Na 6ª Conferência Internacional MIS4TEL - *Methodologies and intelligent Systems for Technology Enhanced Learning* (NUNES, GIUFFRA, NAKAYAMA e SILVEIRA, 2016)

Este trabalho mostra uma pesquisa realizada com estudantes e tutores de ensino médio, de um curso a distância que utilizaram redes sociais como forma de complementar a comunicação e interação entre os tutores e estudantes, para identificar a percepção deles em relação ao uso deste tipo de recursos. Os resultados apontaram que o uso de grupos fechados contribuem de forma significativa para a interação e envolvimento dos participantes do curso.

Disponível no link:

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-40165-2_7

7. **Adaptive Agent-Based Environment Model to Enable the Teacher to Create an Adaptive Class** - Na 7ª Conferência Internacional MIS4TEL - *Methodologies and intelligent Systems for Technology Enhanced Learning* (GIUFFRA, NUNES, SILVEIRA, RODRÍGUEZ e NAKAYAMA, 2017)

Este trabalho mostra o modelo adaptativo baseado em agentes desenvolvido como uma ferramenta que possibilita que um professor sem conhecimento específico de agentes ou programação possa configurar um curso para que seja apresentado de forma adaptativa para seus estudantes, contando só com o conhecimento que ele tem do uso normal de ambientes virtuais de ensino-aprendizagem.

Disponível no link:

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-60819-8_3

ANEXO I

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Pró-Reitoria de Extensão

Certificado

Certificamos que [REDACTED]
participou do(a) Curso a Distância de Revisão em Cálculo Básico
realizado no período de 01/10/2016 a 31/01/2016
como Participante.
Carga Horária: 20 hora(s).

TÓPICOS ABORDADOS

Funções, Limites, Continuidade, Derivadas, Diferencial/Integral



Coordenador: RICARDO AZAMBUJA SILVEIRA
Nro. de Registro: [REDACTED]

Este certificado dispensa assinatura
PROEX - UFSC

A autenticidade do documento pode ser verificada no site: <http://proex.ufsc.br> -> Certificados -> Verificação da autenticidade dos certificados, informando o CPF [REDACTED] e a chave de confirmação [REDACTED]