

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

***SistEX* – UM SISTEMA DINÂMICO PARA DETECTAR
A EXPERIÊNCIA DO ALUNO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Camila Cerezer Possobom

Santa Maria - RS, Brasil

2014

***SistEX* - UM SISTEMA DINÂMICO PARA DETECTAR A EXPERIÊNCIA DO ALUNO**

Camila Cerezer Possobom

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós- Graduação em Ciência da Computação, Área de Concentração em Computação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência da Computação**.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Roseclea Duarte Medina

Santa Maria - RS, Brasil

2014

Cerezer Possobom, Camila

SistEX – Proposta de um Sistema Dinâmico para Detectar a Experiência do Aluno/ por Camila Cerezer Possobom. – 2014.
92 f.

Orientadora: Roseclea Duarte Medina
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Informática, RS,
2014.

1. *U-Learning*. 2. *Q-Learning*. 3. SUS. 4. Nível de Conhecimento. I.
Duarte Medina, Roseclea. II. Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Camila Cerezer Possobom. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: camila.ccpobom@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a dissertação de Mestrado:**

***SistEX* – UM SISTEMA DINÂMICO PARA DETECTAR A
EXPERIÊNCIA DO ALUNO**

elaborado por
Camila Cerezer Possobom

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação

Comissão Examinadora:

**Roseclea Duarte Medina, Dr^a. (UFSM)
(Presidente / Orientadora)**

Giliane Bernardi, Dr^a. (UFSM)

Gilse Morgental Falkembach, Dr^a. (ULBRA)

Santa Maria, 15 de Abril de 2014.

*Primeiramente dedico este trabalho aos meus **Protetores Espirituais**, e também as
pessoas que são essenciais em minha vida:
Ao meu esposo, **Glauber** pelo incentivo e amor sem medida que me fez seguir
diante. Ao meu filho, **Bernardo** responsável pela minha alegria de viver.
Aos meus pais, **Liane** e **Ademir**, pelo apoio incondicional que nunca mediram
esforços para que eu pudesse correr atrás dos meus sonhos.*

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho é uma fase muito importante para mim, gostaria de fazer os meus mais sinceros agradecimentos a muitas pessoas, mas primeiramente quero agradecer aos meus Protetores Espirituais, os quais sempre me iluminaram e me deram forças nos momentos em que mais precisei. Quero agradecer a todos que dedicaram um tempinho de suas vidas para me ajudar a completar mais esta etapa.

Não posso deixar passar sem agradecer um pessoa muito importante, a Simone, pois sem ela talvez nunca teria conhecido pessoas tão importantes e especiais como a Professora Rose, minha orientadora e amiga, a qual tenho que agradecer muito pela paciência com esta menina que demorou, mas terminou o mestrado. Rose só tenho que te agradecer, muito obrigada pelo apoio e atenção, a senhora foi fundamental na minha conquista.

Ao meu marido, que mesmo estando longe fisicamente, tenho certeza que está sempre junto comigo em seus pensamentos, contribuindo e torcendo pelo meu sucesso. Obrigado meu Amor, sem você esta conquista seria muito mais difícil. E como esquecer de mencionar a chegada do meu filho lindo, neste processo de conclusão do mestrado, fui agraciada com a chegada de uma pessoa muito importante e especial na minha vida, o Bernardo, que fez os meus dias mais completos desde sua chegada.

Aos meus pais Liane e Ademir que em toda minha vida sempre se dedicaram e abriram mão de várias coisas para que eu pudesse prosseguir com a minha caminhada e atingir meus objetivos. O incentivo dado por eles, neste processo foi fundamental, principalmente pela minha mãe, pois esteve sempre junto comigo me ajudando a cuidar do meu filho Bernardo, para que eu pudesse me dedicar à conclusão do meu trabalho, muito obrigada mãe, a Senhora abdicou de muitas coisas para me ajudar, esta conquista também é sua. Te Amo!

Aos amigos que conquistei durante o mestrado: Andréia, Felipe os quais tive o privilégio de conviver e aprender muito com eles. A todos os integrantes do GRECA, em especial ao Aderson e o Ricardo pelo apoio no desenvolvimento do trabalho, e também o Fabrício e os novos integrantes do grupo que me ajudaram na avaliação dos testes de usabilidade do sistema.

À Andréia, grande amiga que conquistei no mestrado, e que se Deus quiser continuaremos sempre em contato, muito obrigada amiga, por sempre estar disponível a ajudar, não importa em que circunstâncias.

Ao Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI), mas em especial ao Josmar e ao Professor Eduardo Piveta pelo auxílio e paciência.

Por fim, a todos amigos e familiares, que mesmo de longe ou de perto, são igualmente importantes nesta conquista, o meu mais sincero agradecimento!

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Santa Maria

***SistEX* – UM SISTEMA DINÂMICO PARA DETECTAR A EXPERIÊNCIA DO ALUNO**

AUTORA: CAMILA CEREZER POSSOBOM

ORIENTADORA: ROSECLEA DUARTE MEDINA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 15 de Abril de 2014.

A difusão do uso de ambiente virtual de aprendizagem (AVA) apresenta um grande potencial para o desenvolvimento de aplicações que atendam necessidades na área da educação. Em ambientes *U-Learning* o objetivo é buscar informações relacionadas às necessidades e preferências dos usuários para criar o seu contexto e apresentar adaptações no seu conteúdo para se adequar ao perfil do usuário, visto que na maioria dos AVAs tradicionais, como o *Moodle*, esse processo geralmente não é considerado. Tendo em vista a importância de uma aplicação mais dinâmica e que consiga se adaptar continuamente aos níveis de conhecimento dos alunos, esta dissertação propõe um módulo denominado de *SistEX* (*Um Sistema Dinâmico para Detectar a Experiência do Aluno*). As adaptações realizadas no ambiente utilizaram a Hipermídia Adaptativa, sendo que o tipo de informação coletada foi o nível de conhecimento do usuário, que foram obtidas por meio de aplicações de questionários. Além disso, foi utilizado e adaptado o algoritmo *Q-Learning*, proveniente do sistema tutor inteligente (STI), para contribuir no processo de aprendizagem do usuário. Como resultados, no teste de *Software* e com usuários demonstraram que o ambiente *SistEX* atuou de forma satisfatória, tendo como base as avaliações feitas por usuários que testaram o módulo e o seu funcionamento. O questionário aplicado foi o *System Usability Scale* (SUS) sobre o módulo desenvolvido, que apresentou resultado dentro de uma escala considerada como boa, o que contempla os objetivos propostos neste trabalho, mesmo que algumas limitações e dificuldades tenham sido identificados durante o desenvolvimento.

Palavras-chave: *U-learning*; *Q-learning*; SUS; Nível de conhecimento.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Post-Graduation in Computer Science
Federal University of Santa Maria

SistEX - A DYNAMIC SYSTEM TO DETECT THE STUDENT EXPERIENCE

AUTHOR: CAMILA CEREZER POSSOBOM

ADVISOR: ROSECLEA DUARTE MEDINA

Defence Place and Date: Santa Maria, April 15, 2014.

The widespread use of virtual learning environment (VLE) has great potential for the development of applications that meet needs in education. U -Learning environments the goal is to seek information related to the needs and preferences of users to create their context and present adaptations in its content to suit the user's profile, as in most traditional VLEs, such as Moodle, this process is not generally considered. Given the importance of a dynamic application that can continually adapt to the levels of students' knowledge, this dissertation proposes a module called SistEX (A Dynamic System for Detecting Student Experience). The adaptations in the environment used the Adaptive Hypermedia, and the type of information collected was the level of user knowledge, which were obtained through questionnaires applications. Furthermore, it was used and adapted the algorithm Q -Learning, from the intelligent tutoring system (ITS), to contribute to the user's learning process. As a result, the Software and user testing demonstrated that the environment SistEX worked satisfactorily, based on the assessments made by users who tested the module and its operation. The questionnaire was the System Usability Scale (SUS) on the module developed, which gave a result within a range considered good, which includes the objectives proposed in this work, even though some limitations and difficulties have been identified during development.

Keywords: *U -learning; Q -learning; SUS; Level of knowledge.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - – Componentes de um Sistema Tutor Inteligente.....	24
Figura 2 - Aprendizagem por Reforço	29
Figura 3 - Pseudo-código do mecanismo <i>Q-Learning</i>	30
Figura 4 - Pseudo-código para o algoritmo SARSA.	32
Figura 5 – Sistema de Hipermedia Adaptativa	34
Figura 6 - Algoritmo Q-Learning Adaptado	46
Figura 7 - Arquitetura do SistEx	49
Figura 8 - Diagrama de Atividade do <i>SistEX</i>	53
Figura 9 - Diagrama de caso de uso do <i>SistEX</i>	55
Figura 10 - Página modificada para inserir arquivos adaptados.....	56
Figura 11 - Questionário inicial no <i>SistEX</i>	57
Figura 12 - Tela inicial do <i>SistEX</i>	58
Figura 13 - Tela inicial da disciplina com as informações de contexto	59
Figura 14 - Disciplina sem adaptações no <i>SistEX</i>	59
Figura 15 - Página modificada para inserir arquivos adaptados.....	60
Figura 16 - Dados sobre o nível de conhecimento de cada usuário	64
Figura 17 - Adaptação dos conteúdos ao módulo <i>SistEX</i>	65
Figura 18 – Escala adjetiva de classificação do SUS.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura da tabela Mdl_nivel	51
Tabela 2 - Estrutura da tabela mdl_classfile	51
Tabela 3 - Estrutura da tabela mdl_question_nivel	52
Tabela 4 - Dados do teste de Sistema realizado no <i>SistEX</i>	63
Tabela 5 - Resultado final do SUS	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>U-Learning</i>	<i>Ubiquitous Learning</i>
HA	Hipemídia Adaptativa
GRECA	Grupo de Redes de Computadores e Computação Aplicada
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
<i>SistEX</i>	Proposta de Sistema Dinâmico para detectar a Experiência do Aluno
<i>U-SEA</i>	Sistema de Ensino Adaptado Ubíquo
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
<i>E-Learning</i>	<i>Education Learning</i>
EAD	Educação a Distância
LMS	<i>Learning Management System</i>
SAIE	Sistemas Adaptativos e Inteligentes para Educação
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
SHA	Sistema Hipermídia Adaptativo
IA	Inteligência Artificial
STI	Sistema Tutor Inteligente
AM	Aprendizado de Máquina
AR	Aprendizagem por Reforço
SUS	<i>System Usability Scale</i>
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SQL	<i>Structured Query Language</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Objetivos e Contribuição	16
1.2. Justificativa	18
1.3. Organização do Texto	19
2. PERSONALIZAÇÃO E ADAPTABILIDADE DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM	20
2.1. Ambientes U-Learning.....	20
2.2. Ambientes Sensíveis ao Contexto.....	22
2.3. Sistemas Tutores Inteligentes.....	23
2.3.1. Aprendizado de Máquina.....	26
2.4. Sistema Hipermídia Adaptativa	33
2.4.1. Navegação Adaptativa e Apresentação Adaptativa.....	35
2.5. Trabalhos Correlatos	37
3. METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO <i>SISTEX</i>	39
3.1. Etapas da Pesquisa	39
3.1.1. Definição das Técnicas de HA.....	39
3.1.2. Seleção das Ferramentas e Tecnologias Utilizadas para Medir o Nível de Conhecimento	40
3.1.3. Modelagem do <i>SistEX</i>	40
3.1.4. Desenvolvimento do <i>SistEX</i>	41
3.1.5. Avaliação do Ambiente.....	41
4. DESENVOLVIMENTO DO <i>SistEX</i>	44
4.1. Adaptação do <i>SistEX</i> utilizando Hipermídia Adaptativa	44
4.2. Adaptação do <i>Q-Learning</i>	45
4.3. Implementação do <i>SistEX</i>	48
4.3.1. Funcionamento do <i>SistEX</i>	48
4.4. Resultados	56
5. AVALIAÇÃO DO <i>SistEX</i>	62
5.1. Teste de <i>Software</i> no <i>SistEX</i>	62
5.1.1. Teste de Sistema no <i>SistEX</i>	62
5.2. Avaliação do <i>SistEX</i> com usuários	65
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
APÊNDICES	78

1. INTRODUÇÃO

O uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) no meio acadêmico está sendo cada vez mais utilizados, tanto nos cursos EAD (à distância) quanto nos cursos presenciais. De acordo com Lopes e Fernandes (2009), os AVAs não apresentam adaptações de acordo com as características individuais dos alunos e o mesmo conteúdo e estratégias pedagógicas são usadas para todos eles. Diante disso, tornar o ambiente adaptado ao contexto do aluno, considerando suas características é hoje uma necessidade.

Com a disseminação do uso de ambientes virtuais, se faz necessário a possibilidade de empregar a personalização na educação, ou seja, o tratamento mais individualizado das necessidades de aprendizagem, uma vez que esses ambientes são capazes de registrar dados de interação dos alunos e também todo o percurso narrativo deste aluno dentro do ambiente. Os ambientes em maior ou menor grau podem adaptar tanto conteúdo quanto ferramentas para melhor se adequarem aos estilos cognitivos, preferências, níveis de conhecimento ou até mesmo a necessidades tecnológicas destes alunos.

Para o gerenciamento e acompanhamento do processo de aprendizagem, as instituições utilizam os chamados LMS - *Learning Management System*, ou Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). Existem diversos AVAs, e os mesmos estão em constante processo de desenvolvimento e adaptação, podendo citar: o *AdaptWeb* (2003) *NetEdu* (2004), *AulaNet* (2010), *Teleduc* (2009) e *Moodle* (2010). Esses ambientes geralmente possuem ferramentas para a comunicação (*chat*, fórum e mensagens), disponibilização de arquivos (repositórios e escaninhos), apresentação de conteúdos e avaliação (testes).

Segundo Graf e Kinshuk (2010, p. 31)

Considerar diferenças em relação a, por exemplo, conhecimento prévio, estilos de aprendizagem, habilidades cognitivas, interesses, motivação, dentre outras (Brusilovsky e Millan, 2007), tem um efeito importante na melhoria do progresso dos alunos e nos resultados de aprendizagem.

De acordo com estas adaptações de contexto do usuário nos AVAs, Weiser (1991) introduz a Computação Ubíqua que permite aos usuários e ao ambiente, a utilização de recursos computacionais adequados, que estes consigam trocar informações a qualquer hora e em qualquer lugar. Com o uso desta tecnologia em várias áreas, seu escopo é promover a facilidade na interação do usuário com as aplicações computacionais, podendo ser visualizado na área educacional, com a inserção dos Sistemas *U-Learning* (*Ubiquitous Learning*).

Segundo Yahya (2010), um sistema *U-Learning* é um modelo de aprendizagem que está localizado em ambientes computacionais ubíquos que permitem aprender corretamente, no lugar e tempo correto.

Estes ambientes computacionais ubíquos possuem como proposta tornar a computação invisível ao aluno (WEISER 1991), permitindo que ele foque na realização da atividade e não na utilização da computação e seus recursos. Esta situação vem ao encontro dos problemas enfrentados pelos alunos, que atualmente todo o conteúdo disponibilizado no ambiente é padronizado para todos os usuários, sem levar em consideração o conhecimento que este já possui ou não possui, fazendo assim com que alunos se desestimulem em realizar atividades que não estão de acordo com seu nível de conhecimento.

Diante deste contexto, este trabalho busca melhorar estes ambientes para que os alunos, além de possuírem as facilidades de adaptação do conteúdo através do *Moodle*, tenham um ambiente que se ajustará ao seu perfil, tornando os conteúdos adaptados aos seus respectivos níveis de conhecimentos.

Dorça (2012) afirma que, uma característica importante tanto na educação à distância (EAD) quanto na educação presencial é a assistência personalizada e inteligente, em que um relevante aspecto a ser observado é que alunos nestes tipos de cursos podem apresentar perfis bastante diferenciados. Sendo assim, existe a dificuldade de fazer um curso que se adéqüe as necessidades e às preferências de diferentes alunos que compõem uma determinada turma.

Em virtude disto, um desafio em pesquisa é o desenvolvimento de aplicações educacionais avançadas, que possam oferecer algum grau de inteligência e adaptatividade. Com o objetivo de personalizar o processo de aprendizagem, um movimento crescente em direção à introdução da adaptatividade nestes sistemas pode ser observado nos últimos anos, a exemplo de diversos trabalhos como em Guelpli (2003), Oliveira (2003), Silva (2005), Zaina (2008), Mozzaquatro (2009), Limongelli (2009), Piovesan (2011), Dorça (2012), Gomes (2013), entre outros, originando assim os chamados Sistemas Adaptativos e Inteligentes para Educação (SAIE) (BRUSILOVSKY, 2001; BRUSILOVSKY E PEYLO, 2003). Estes sistemas não representam uma categoria totalmente nova de sistemas educacionais, possuindo raízes em duas áreas: Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e Sistemas de Hiperídia Adaptativa (SHA) (IGLESIAS, 2009).

Os SAIE são em princípio superiores aos sistemas tradicionais de *e-learning*, na medida em que personalizam a experiência educacional. Sistemas educacionais que se adaptam às características individuais de um aluno tornam o processo de aprendizagem mais efetivo (BRUSILOVSKY, 2001). Nestes sistemas, o conteúdo é fornecido em conformidade

com diversos aspectos. A adaptação nestes sistemas é tradicionalmente dividida em adaptação de suporte à navegação e adaptação de apresentação de conteúdo (BRUSILOVSKY e PEYLO, 2003). De acordo com Tsiriga e Virvou (2004), adaptatividade é uma característica indispensável nestes sistemas, possibilitando o alcance de um grupo muito mais heterogêneo de alunos. O mecanismo para personalização em SAIE é objeto de intensa pesquisa e discussão por parte de pesquisadores de uma diversidade de áreas (DORÇA, 2012).

A partir da revisão de literatura, observou-se nestes trabalhos citados anteriormente a carência de um tratamento ao contexto de adaptação do nível escalar qualitativo de conhecimento do aluno no AVA *Moodle*, ou seja, esta pesquisa propõe a adaptação do AVA *Moodle* ao nível de conhecimento do aluno, levando em consideração o conteúdo que estes alunos acessarão dentro do ambiente.

Esta dissertação vem integrar as pesquisas realizadas pelo Grupo de Redes de Computadores e Computação Aplicada (GRECA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), possuindo como objetivo o desenvolvimento de um sistema que se adapte ao nível de conhecimento do aluno, considerando a existência de diferentes níveis de conhecimentos entre estes, como exemplo pode-se citar uma turma da graduação com alunos que possuem diferentes conhecimentos sobre o conteúdo abordado. Exemplificando, ao apresentar um conteúdo em um ambiente estático, alguns alunos podem ter certo conhecimento sobre o mesmo, isso pode se tornar tedioso para alguns deles, pois não vão sentir-se desafiados, em contrapartida se for apresentado um conteúdo mais avançado ou mais profundo os alunos iniciantes estes irão sentir-se desmotivados porque não terão condições de acompanhar a turma.

Dessa forma, a grande motivação deste trabalho se encontra em propor um ambiente que seja capaz de atender as necessidades dos diferentes níveis de conhecimento de um mesmo grupo de alunos.

Através do desenvolvimento do *SistEX (Um Sistema Dinâmico para Detectar a Experiência do Aluno)*, os alunos terão acesso a um AVA dinâmico, que de forma inteligente disponibiliza conteúdos adequados ao seu nível de conhecimento.

1.1. Objetivos e Contribuição

Este trabalho apresenta um processo de adaptação ao nível de conhecimento do aluno possuindo características de inteligência e adaptabilidade através da criação de um sistema capaz de identificar o nível escalar qualitativo de conhecimento do aluno, sendo que este pode

ser classificado em: Básico, Intermediário ou Avançado, quando o aluno entrar no ambiente. O Sistema identificará o nível de conhecimento do aluno e adaptará os conteúdos. Com este trabalho, o AVA *Moodle* deixará de ser estático e de servir como simples repositório de informações onde os professores depositam seus conteúdos para se tornar um ambiente que identifica variáveis do usuário que influenciam no modo como os alunos acessam o ambiente e na sua utilização. Para atingir o objetivo proposto, também será necessário:

- Investigar o estado da arte sobre ambientes virtuais de aprendizagem personalizados e *U-Learning*;
- Investigar o estado da arte para adaptação de ambientes virtuais de aprendizagem aos níveis de conhecimento do aluno;
- Realizar uma pesquisa sobre métodos e técnicas de hipermídia adaptativa e Inteligência Artificial (IA), visando atender os aspectos de verificação do nível de conhecimento do aluno, já que estes possuem níveis bastante diferenciados;
 - Escolher um algoritmo adequado para realizar a classificação dos perfis;
 - Desenvolver formas para que o ambiente adaptado tenha a capacidade de organizar, estruturar, compartilhar e padronizar recursos pedagógicos baseados nos diferentes níveis de aprendizagens;
 - Validar, para padronizar o ambiente com alunos da graduação e pós-graduação;

Desta forma, a principal contribuição deste trabalho é tornar o AVA *Moodle* dinâmico para que os alunos de uma mesma disciplina possam ter acesso ao conteúdo compatível com seu nível de conhecimento. Além disso, pretende-se também contribuir significativamente com o *u-Learning* através da inclusão de uma técnica que realize verificação dinâmica de três possíveis níveis de conhecimento do aluno dentro do AVA *Moodle* e espera-se, com esta integração, que o aluno tenha um maior aproveitamento deste sistema, ou seja, permita que o aluno com nível básico não fique constrangido quando não conseguir acompanhar algum conteúdo ou então não tornando as aulas enfadonhas para aquele aluno que já conheça o assunto, isto é, estar em um patamar à cima para que ele se sinta desafiado e mantenha a atenção no processo da aprendizagem de uma determinada disciplina.

1.2. Justificativa

Nota-se na atualidade o aumento da utilização de AVAs facilitando o desenvolvimento de cursos tanto na modalidade de EAD (educação à distância) quanto na modalidade presencial com muita frequência, fazendo-se necessário a disponibilização de ferramentas que tornem as práticas dessa modalidade de ensino realmente eficazes. É extremamente necessário que o conteúdo esteja adequado ao aluno, de acordo com o seu nível de conhecimento, os conteúdos sejam de boa qualidade e toda a estrutura deste ambiente funcione de forma que proporcione um ambiente adequado à estrutura de ensino-aprendizagem, por isso surge a necessidade de cada vez mais os ambientes virtuais serem personalizados e adaptados aos seus usuários, que por sua vez possuem características bastante individuais.

No trabalho de Mozzaquatro, o SEDECA (MOZZAQUATRO, 2010) apresenta um sistema em que o usuário tem acesso a um AVA de acordo com a análise do seu estilo cognitivo. Foram encontradas vantagens na utilização de ferramentas sensíveis ao contexto, tornando o processo de ensino e aprendizagem com o uso de tecnologias e ferramentas apropriadas aos seus usuários com um potencial para o processo educacional e o *MOODLE U-SEA* (PIOVESAN, 2011) propôs um sistema para personalizar conteúdos, atividades, materiais complementares e recursos tecnológicos de acordo com a velocidade de sua conexão.

O processo de personalização advém da dificuldade atual dos AVAs realmente atenderem às necessidades específicas dos usuários, num universo disperso e heterogêneo como a Internet. No que se refere à personalização em termos de aprendizagem, verifica-se que um dos principais problemas do sistema de ensino aprendizagem é que os alunos são tratados de maneira uniforme. Neste sentido, a personalização assume papel importante na medida em que provê mecanismos para tratar cada aluno/usuário em função do suas características, preferências, nível de conhecimento, etc.

A utilização de inteligência artificial e de sistema de hipermídia adaptativa, traz a possibilidade desta personalização no processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que sistemas educacionais se adaptem às características individuais de cada aluno tornando o processo de ensino mais efetivo (BRUSILOVSKY, 2001).

1.3. Organização do Texto

Para melhor compreensão da pesquisa e dos resultados encontrados, este trabalho está estruturado em seis capítulos, sendo o primeiro capítulo a contextualização sobre o tema apresentando, a introdução com a motivação, os objetivos e contribuição e a estrutura do trabalho.

O capítulo dois apresenta o referencial teórico da dissertação, baseada em pesquisa bibliográfica abordando os seguintes conteúdos: um breve conceito sobre ambientes *U-Learning* e ambientes sensíveis ao contexto, em seguida aborda alguns conceitos e técnicas utilizadas de STI e de SHA e os trabalhos correlatos encontrados na literatura; no capítulo três apresenta a metodologia de desenvolvimento do *SistEX*; no capítulo quatro apresenta o desenvolvimento do ambiente, descrevendo o módulo *SistEX*, a técnica e método da Hipermídia Adaptativa, a seleção do algoritmo *Q-Learning*, assim como a modelagem do ambiente e os resultados obtidos; no capítulo cinco apresenta a avaliação do sistema, bem como os cenários de teste e os testes com usuários, no qual é realizada uma discussão acerca destes; no capítulo seis apresenta os trabalhos futuros e as considerações finais.

2. PERSONALIZAÇÃO E ADAPTABILIDADE DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

O modelo tradicional de sala de aula, no qual um professor aborda conteúdos a diversos alunos, não consegue prover uma educação personalizada capaz de tratar as necessidades individuais de cada aluno. A educação intercedida juntamente com tecnologias de informação e comunicação, através do AVA, cria condições para que o aluno possa assumir o controle de sua própria aprendizagem, proporcionando flexibilidade em várias dimensões. As tecnologias de *U-learning* têm a potencialidade para disponibilizar ao aluno o conteúdo adequado em função das suas próprias necessidades de aprendizagem (GOMES, 2013).

Esta seção apresenta ambientes *U-Learning* e ambientes sensíveis ao contexto, no qual são detalhados os seus conceitos e características. Além disso, foi realizada uma revisão da literatura acerca das questões da personalização e inteligência inseridas no sistema de ensino nos últimos anos, utilizando técnicas provenientes tanto de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) como da Hipermissão Adaptativa (HA) e como isso tem sido tratado no âmbito da Informática aplicada à Educação. E por fim, os trabalhos, relacionados na subárea de detecção de níveis de conhecimento, são apresentados com o intuito de fornecer o seu estado da arte.

2.1. Ambientes *U-Learning*

A evolução tecnológica das aplicações computacionais direcionadas para a área educacional em desenvolvimento ajuda a auxiliar o processo de aprendizagem dos alunos. Com esse progresso tecnológico, tem-se o modelo da Computação Ubíqua (*U-Learning*), primeiramente proposto por *Mark Weiser* na década de 90, dando origem a uma inovação na forma de computação. Com esta nova forma, a computação é oferecida em qualquer lugar, o tempo todo e de forma transparente ao usuário (PERNAS, 2009).

Segundo Chiu (2008),

Ambientes *u-learning* são sistemas cientes do contexto que podem sentir as informações dos alunos para posteriormente fornecer serviços personalizados. Portanto, os alunos podem obter o conhecimento, habilidades e problemas e ter a capacidade de resolver enquanto interagem com o mundo real por cenários autênticos (CHIU, 2008, p.77).

O objetivo de um ambiente *u-learning* é fazer que um ambiente educacional se adapte de forma automática às necessidades dos alunos, em um determinado momento e lugar, observando suas características, o seu contexto e os seus recursos de aplicação (PERNAS, 2009).

No contexto educacional, escopo deste trabalho, muitos ambientes virtuais de aprendizagem utilizados, não passam de um repositório estático de conteúdo, com os mesmos materiais, estruturas e apresentação para todos os alunos (GASPARINI, 2004). Elaborar um ambiente com funcionalidades que comportem a adaptação deste ambiente à situação específica vivida pelo usuário a cada intervalo de tempo é uma tarefa inovadora e investigativa (PERNAS, 2009).

As principais características da aprendizagem ubíqua são as seguintes (YAHYA, 2010):

- Permanência: a informação permanece, a não ser que o aluno deseje retirá-la;
- Acessibilidade: a informação está sempre disponível para quando o usuário desejar utilizá-la;
- Imediato: a informação pode ser recuperada imediatamente pelos alunos;
- Interatividade: os alunos podem interagir com os colegas e professores com eficiência e eficácia através de diferentes meios;
- Sensibilidade ao contexto: o ambiente pode se adaptar a situações reais dos alunos a fim de prover adequadamente as informações.

Estas características existentes nos ambientes *u-learning* fazem com que os alunos se sintam no controle da sua própria aprendizagem, contando que isto poderá ser feito em qualquer lugar e no momento desejado. É relevante lembrar, mesmo que o aprendizado esteja sob o controle do aluno neste tipo de ambiente, este deve considerar os prazos estabelecidos na metodologia de uma determinada disciplina.

A utilização destes ambientes de forma personalizada pelos usuários precisa ser atenciosamente ajustada, pois a forma equivocada de obtenção do contexto do usuário, a disponibilidade do conteúdo de forma incorreta, pode dificultar a sua interação no ambiente. De acordo com Sampson (2002) a personalização é o mecanismo fundamental para a criação de materiais de aprendizagem no modelo *U-Learning* e deve se adaptar continuamente ao modelo de usuário de forma a propiciar uma aprendizagem personalizada e adaptativa eficiente.

Com a perspectiva deste trabalho, o esboço diante da área de *U-Learning* também se enquadrou como base para a evolução deste sistema, no qual se procurou atrelar algumas características presentes no modelo *U-Learning*, conforme apresentado nesta seção. Na próxima seção são comentados conceitos de ambientes sensíveis ao contexto, uma vez que este é um das principais perspectivas envolvida no paradigma de ambientes *U-Learning*.

2.2. Ambientes Sensíveis ao Contexto

Em meio às características que abrangem o ambiente *U-Learning*, encontra-se a computação ciente do contexto, que se distingue por ser um escopo de pesquisa relativamente recente, tratando que várias aplicações computacionais e têm sido desenvolvidas para diferentes áreas de domínio. De acordo com Knappmeyer (2013), a área de contexto pode ser observada como um campo interdisciplinar de pesquisas, abrangendo conceitos como Inteligência Artificial, mobilidade, interação homem-máquina, dentre outros, sendo que um grande número de pesquisas têm sido desenvolvidas para atender os desafios existentes.

De acordo com Dey (1999), há diversos conceitos para sensibilidade ao contexto. Em uma de suas definições, contexto pode ser definido como uma informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade, em que esta entidade pode estar dentro de uma grande variedade de situações: uma pessoa, um lugar, um objeto, etc, ou seja, que é relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação. Ainda, em mais uma de suas definições de contexto define este como o conjunto de estados do ambiente que determina o comportamento da aplicação ou algum comportamento apresentado pela aplicação que seja relevante ao usuário. Pernas (2009) define a sensibilidade ao contexto à necessidade do ambiente em ser sensível às modificações que ocorrem, apresentando um caráter adaptativo. Na computação sensível ao contexto cada modificação pode exigir o início de uma série de medidas a serem tomadas para manter sua funcionalidade plena, uma vez que o mesmo precisa se adaptar às necessidades do usuário.

Cada aluno acessa o AVA sob determinadas condições. O aluno pode ter conhecimento adquirido em outras fontes ou não ter nenhum conhecimento sobre o conteúdo, pode ter realizado parte das atividades ou não ter realizado nenhuma (PERNAS, 2009). Em suma, cada aluno tem sua condição caracterizada e muito individual, é fato que determinar essas variáveis que podem interferir diretamente na aprendizagem do aluno é um trabalho de grande importância.

Bellavista (2012), define basicamente quatro classificações de contexto:

- Contexto Computacional: refere-se à rede, conectividade, custo de comunicação, banda passante e outros recursos como: impressoras e estações;
- Contexto do Usuário: refere-se ao perfil do usuário, localização, velocidade, pessoas próximas, situação social e estado de espírito;
- Contexto Físico: refere-se à luminosidade, temperatura e umidade;
- Contexto de Tempo: refere-se à hora do dia, alguma data ou época do ano.

De acordo com Beigl, Zimmer e Decker (2002) a maioria dos desenvolvimentos de aplicações no meio de pesquisas acadêmicas se baseia na vinculação de contexto e são desenvolvidas com inclinações que se associam a pelo menos, uma destas classificações. Essas inclinações devem apresentar, como atributo fundamental, a adaptação, de maneira dinâmica e automática, às mudanças no ambiente e às necessidades atuais do aluno, sem exigir a sua atenção.

Com base no contexto do usuário, o trabalho desenvolvido apresenta o *SistEX* que proporciona ao AVA *Moodle* um ambiente que compreende a situação ou as variáveis que interferem na sua utilização, levando em consideração o nível de conhecimento que o aluno utiliza para acessar a disciplina no ambiente, tornando o AVA capaz de apoiar a aprendizagem no contexto de forma dinâmica.

2.3. Sistemas Tutores Inteligentes

A aprendizagem intercedida pelo computador utilizando técnicas de Inteligência Artificial (IA) aumenta a eficiência do aprendizado, permitindo ao aluno selecionar variáveis como conteúdo, tempo, lugar e volume de matéria a ser aprendida. A informação transmitida pode ser direcionada dependendo do nível de conhecimento do usuário (POZZEBON, 2003).

Estas técnicas possibilitam aos alunos o desenvolvimento de habilidades autodidatas, tornando seu aprendizado mais independente fazendo com que eles adquiram conhecimentos mais diversificados (POZZEBON, 2003).

Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) são considerados de grande importância no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem eletrônica adaptativas, pois possibilitam através de técnicas da IA, que os ambientes possam ser personalizados de acordo com diferentes perfis de alunos (ZAINA, 2008).

A utilização de técnicas de IA nos AVAs é uma tentativa de levar o ensino tradicional para um ambiente computacional de forma personalizada, oferecendo o acompanhamento do

aluno a um processo interativo. Ainda de acordo com Guelpele (2003) qualquer sistema que tenha o objetivo de ensinar e incorpore técnicas de IA é denominado Sistema Tutor Inteligente.

Existem algumas definições para STI. Viccari (1989) afirma que:

Um tutor inteligente necessita explorar os conteúdos, possuir vários planos de ensino e um modelo para guiar a apresentação do conteúdo, ser sensível às necessidades do utilizador adequando-se às necessidades individuais, dominar o máximo possível o assunto que ensina, possuir conhecimento para tentar resolver situações não previstas nas regras existentes e aprender com tais situações, possuir características de ensino assistido, possuir mecanismos para a depuração inteligente e a orientação na detecção e eliminação de falhas, permitir a simulação automática e conduzida de problemas, além de possuir memória retroativa que descreva o raciocínio utilizado pelo aluno e pelo tutor durante a exploração de determinado conteúdo (VICCARI, 1989, p.221).

Ainda Conati (2009), aborda que, STI é o campo interdisciplinar que investiga como elaborar sistemas educacionais que fornecem instruções adaptadas às necessidades dos alunos.

Os STIs são considerados sistemas complexos que envolvem diferentes tipos de especialidade: conhecimento do assunto, conhecimento do aluno, conhecimentos pedagógicos, entre outros. Um STI deve ser considerado sempre em evolução constante (PALOMINO, 2013). Segundo Santos (2001), um STI se caracteriza por incorporar técnicas de IA no seu projeto de desenvolvimento e atua como auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Apesar dos STIs se diferenciarem em vários aspectos, sua pluralidade segue uma estrutura tradicional (Figura 1). Classicamente, um STI inclui três componentes básicos: o modelo do domínio, o modelo pedagógico e o modelo do estudante, além da interface com o usuário. A Figura 1 exemplifica um STI genérico.

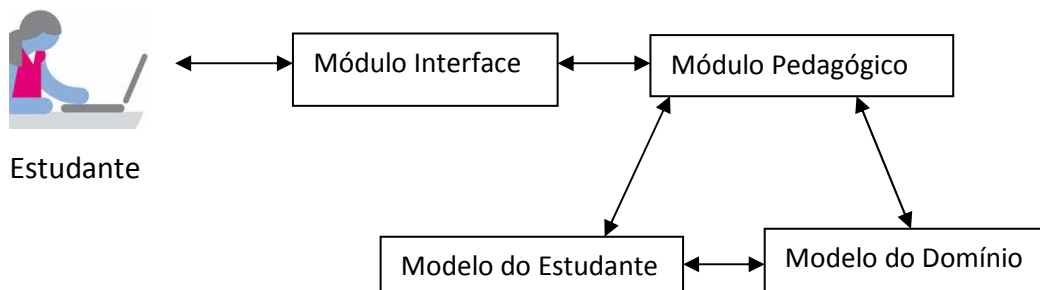


Figura 1 - - Componentes de um Sistema Tutor Inteligente.

Fonte: Adaptado de POZZEBON (2008)

Nesta estrutura tradicional, como pode-se observar na Figura 1, o aluno é supervisionado pelo sistema, através do módulo interface, que procura diagnosticar suas preferências e o conhecimento que ele detém sobre um dado assunto, através das entradas e saídas das interações do aluno com o sistema. O resultado deste diagnóstico é enviado para o módulo pedagógico, que decide qual estratégia de ensino deverá ser transmitida ao aluno e como esta deverá ser apresentada através do módulo interface. No modelo do domínio, é onde está localizada a base de conhecimento que contém informações de um determinado domínio, organizada para representar o conhecimento de um professor. E por fim, no modelo do estudante é onde se encontram o armazenamento e atualização do histórico de cada estudante, ou seja, é a fonte de informação sobre cada um (POZZEBON, 2008).

De maneira que, os STIs oferecem flexibilidade na apresentação do material e maior habilidade para responder às necessidades do aluno. Procuram, além de ensinar, aprender informações relevantes sobre o aluno, proporcionando um aprendizado individualizado. Sistemas de tutores inteligentes têm sido apresentados como altamente eficientes para a melhora do desempenho e motivação dos alunos (PALOMINO, 2013).

Então, neste sentido as pesquisas realizadas em STIs têm se preocupado com a elaboração de ambientes que forneçam uma aprendizagem eficiente. Esta técnica de utilizar agentes inteligentes torna o sistema mais adaptado às necessidades individuais de cada aluno.

Os STIs possuem a capacidade de modelagem cognitiva, ou seja, facilitando as decisões educacionais à medida que o aluno utiliza o sistema. Dentro desta perspectiva, o processo de aprendizagem pode ser concebido como o mapeamento do conhecimento do tema a ser ensinado. Nas pesquisas em qualquer tipo de sistema educacional envolvendo princípios de IA, o propósito principal é captar o conhecimento necessário que permita aos professores, compor uma interação educacional. Os tutores inteligentes devem incorporar os conhecimentos didático/pedagógicos dos professores, adquiridos informalmente para que componham o modelo produzido em IA. Portanto, também é responsabilidade dos programas compor interações educacionais dinamicamente (GUELPELI, 2003).

A modelagem dos alunos nos tutores inteligentes é fundamental na construção de um agente, pois é através da modelagem forte ou fraca segundo Giraffa (1999) que se define a taxionomia dos STI's, ou seja, se o modelo do aluno for fraco, os STI's são assistentes caso contrário, os STI's são tutores.

Modelar o aluno refere-se a diagnosticar seus conhecimentos e suas habilidades cognitivas no momento da interação com o ambiente, e é através desta modelagem e do conteúdo a ser aprendido que se escolhe a melhor estratégia pedagógica a ser utilizada em

seguida pelo sistema. É através desta dinâmica que o sistema vai avaliar o desempenho do aluno e interpretar seu modelo. Segundo Giraffa (1999) algumas técnicas para construir o modelo do aluno são:

1. Incluir um reconhecimento de padrões aplicados ao histórico das respostas fornecidas por ele;
2. Comparar a conduta do aluno com a de um professor e verificar os pontos em comum;
3. Acrescentar as preferências do aluno;
4. Incluir seus objetivos particulares;

Pode se afirmar que a modelagem do aluno deve ser capaz de procurar dinamicamente o processo de aquisição do conhecimento por parte do aluno, ou seja, identificar seu nível de conhecimento atual.

De acordo com Giraffa (1999), um STI tem como objetivo representar, a comunicação e o conhecimento do aluno, enfatizando tecnologias de Hipermídia Adaptativa (HA). Suas características são as equipes multidisciplinares, pois um STI explora ambientes e variáveis instrucionais, usando equipes interdisciplinares para realizar atividades multidisciplinares, ou seja, dando ênfase à importância da aplicação de IA aos vários contextos de ciências afins.

Palomino (2013) destaca que, STI integrado a ambientes virtuais de aprendizagem potencializam o processo de ensino-aprendizagem, tornando o AVA um ambiente inteligente de ensino para seus usuários.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo utilizar um algoritmo proveniente da técnica de Aprendizagem por Reforço (AR), advinda dos métodos de STI. Este algoritmo é chamado de *Q-Learning*, o qual foi adaptado para atender as necessidades deste trabalho, que tem como função abordar o contexto do aluno com o objetivo de auxiliar na detecção do nível de conhecimento do mesmo, para ajudar a definir qual conteúdo apresentado será o mais adequado para o perfil do usuário. Estas tecnologias envolvidas neste processo são descritas nas próximas seções.

2.3.1. Aprendizado de Máquina

O Aprendizado de Máquina (AM) advém da área de IA, a qual trabalha com a resolução de problemas de aprendizado utilizando técnicas computacionais, ou seja, tem a finalidade de tornar o AVA mais dinâmico e automático. Um sistema com estas características de aprendizado faz com que computadores modifiquem seus comportamentos

através do conhecimento adquirido a partir de dados dos usuários (MONARD; BARANAUSKAS, 2003). De acordo com Conduto e Magrin (2010), *softwares* desenvolvidos com esta tecnologia possuem como característica tomarem decisões com base no conhecimento prévio acumulado através da interação com o ambiente.

De acordo com as teorias de aprendizagem de Silva (2008) um agente inteligente tenta entender o comportamento de um sistema com uma visão limitada sobre o mesmo, modelando e posteriormente emulando seu comportamento da forma mais coerente possível com o sistema original.

O Aprendizado de Máquinas possui uma vantagem na sua utilização, pois é possível usá-la em situações em que não é possível ou viável encontrar-se soluções exatas. Com tais técnicas, diminui-se a necessidade de inserção de conhecimento prévio de um especialista para a resolução do problema, além de permitir que se encontrem novas regras e relacionamentos, implícitos nos dados mas não facilmente observáveis por especialistas humanos (SILVA, 2008).

Serra (2004) retrata que os tipos de AM se divide em três tipos de aprendizagem: aprendizagem supervisionada, aprendizagem não-supervisionada e aprendizagem por reforço, as quais serão abordadas com mais detalhes a seguir:

2.3.1.1. Aprendizado Supervisionado

As técnicas de aprendizado supervisionado são as mais usadas no exercício de redes neurais artificiais e de árvores de decisão. Seu funcionamento incide na inserção de um “Supervisor” no ciclo de aprendizado, responsável por dizer ao modelo se suas previsões estão corretas ou não (SILVA, 2008).

Uma das maneiras de implementar o “Supervisor” se baseia na construção de um conjunto de dados denominado conjunto de treinamento, no qual amostras são retiradas do sistema e previamente classificadas pelo supervisor. Assim, durante seu processo de aprendizado, a máquina pode verificar se suas respostas estão coerentes ou não com o esperado, ajustando-se de forma a minimizar o erro para tal conjunto (SILVA, 2008).

O aprendizado supervisionado é utilizado quando, em um banco de dados, se tem tanto as perguntas como as respostas. Usado para a realização de treinamento de redes neurais na obtenção de classificação, funções de aproximação ou modelagem e previsões baseadas no tempo (CONDUTA; MAGRIN, 2010).

2.3.1.2. Aprendizado Não-Supervisionado

Em um aprendizado não-supervisionado não existe um “Supervisor” ou algum crítico no processo de aprendizagem. Este processo usa um sistema de classificação, não existe saída desejada. A rede é treinada através de padrões de entrada e então, arbitrariamente organiza os padrões em categorias. Para uma entrada aplicada à rede, será fornecida uma resposta indicando a classe a qual a entrada pertence. Se o padrão de entrada não corresponde às classes existentes, uma nova classe é gerada (HAYKIN, 2007).

Contudo, uma abordagem alternativa é a de fazer com que o computador aprenda sem orientá-lo especificamente quanto ao que fazer. Uma das formas possíveis de aprendizado não-supervisionado consiste em criar sistemas onde o agente é recompensado segundo a adequação de suas respostas, de forma que o mesmo busque a maximização das premiações, e não a solução do problema em si. Tal paradigma de aprendizado é usualmente chamado de Aprendizado por Reforço (*Reinforcement Learning*) (SILVA, 2008).

2.3.1.3. Aprendizagem por Reforço

De acordo com Sutton e Barto (1998), Aprendizagem por Reforço (AR) é uma técnica da IA que possibilita ao usuário aprender desde sua primeira interação com o ambiente em que está, obtendo o conhecimento sobre o estado do usuário no ambiente, das ações realizadas no ambiente e das mudanças de estado que aconteceram depois de realizar estas ações, que é um conceito básico na área de *Aprendizado de Máquina*.

A AR é utilizada quando é desejado se obter a política ótima (o comportamento que o agente segue para alcançar o objetivo) em situações em que não se conhece *a priori* a função que modela esta política. O agente interage com seu ambiente diretamente para obter informações, que serão avaliadas através de um algoritmo apropriado (SERRA, 2004).

Dessa maneira, a AR consiste no mapeamento de estados em ações de modo que um valor numérico de retorno seja maximizado. A princípio, o sistema não precisa conhecer as ações que deve tomar, mas deve descobrir quais ações o levam a obter maiores valores de retorno. Estes valores de retorno podem ser vistos como imediatos (locais) ou como retornos a longo prazo (globais), que neste último caso, permitem orientar o indivíduo a alcançar um dado objetivo (SERRA, 2004).

Pode-se visualizar o funcionamento da AR na Figura 2. Nesta situação de AR tem-se um agente que atua em um ambiente. O agente percebe um conjunto de estados $Q(s,a)$, e pode

realizar um conjunto de ações. A cada instante de tempo t , o agente pode detectar seu estado atual s , e, de acordo com esse estado, escolher uma ação a , a ser executada, que o levará para um outro estado s' , melhor que ele se encontra. Para cada par estado/ação (s,a) , há um sinal de reforço $R(s',a)$, que é dado ao agente quando ele executa a ação a no estado s .

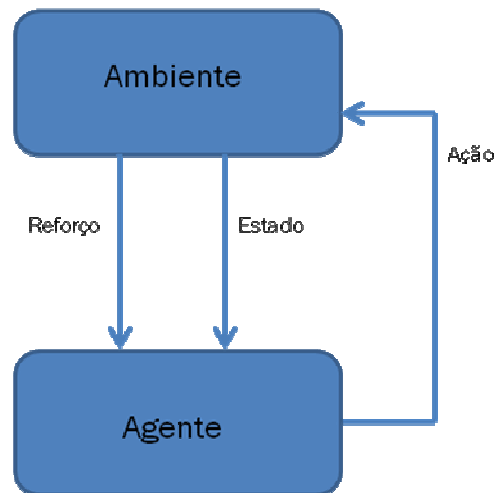


Figura 2 - Aprendizagem por Reforço

Fonte: DORÇA, 2012

O sinal de reforço é a base do aprendizado do agente, pois o reforço deve indicar o objetivo a ser alcançado pelo agente. O agente receberá uma recompensa positiva caso o seu novo estado seja melhor do que o seu estado anterior. Com isso, o reforço está mostrando ao agente que a sua meta é maximizar recompensas até o seu estado final.

Neste tipo de aprendizagem existe um paradigma computacional em que um agente procura maximizar uma medida de desempenho baseada nos reforços (recompensas ou punições) que irá receber ao interagir com um ambiente desconhecido. AR não é definido como um conjunto de algoritmos de aprendizagem, mas como uma classe de problemas de aprendizagem. Todo algoritmo que resolver bem esse problema será considerado um algoritmo de AR (GUELPELI, 2003).

Um dos métodos utilizados para resolver problemas que envolvam AR é o algoritmo *Q-Learning* proposto por *Watkins* (1989). Este método busca iterativamente uma maneira de aprender uma política ótima quando o modelo do sistema não é conhecido. A seguir é descrito este método.

a) Algoritmo *Q-Learning*

O mecanismo de aprendizagem *Q-Learning* foi descrito inicialmente em 1989 por *Watkins* da universidade de *Cambridge*, na sua tese de doutoramento (*WATKINS, 1989*). Este método pode ser considerado um dos primeiros e mais relevantes mecanismos propostos, enquadrado especificamente na resolução da problemática de AR. Consiste em, a cada evolução sobre o ambiente, o algoritmo atualiza a função par estado-ação (s,a) com o valor da ação mais valorizada no estado atual (*PESSOA, 2011*).

Neste trabalho, os estados que foram estipulados são Básico, Intermediário ou Avançado e a ação os conteúdos adaptados, são calculados a partir do desempenho do aluno nas atividades estabelecidas. Portanto, depois de ser adaptado, o principal objetivo do algoritmo *Q-Learning* neste trabalho foi ajudar a detectar dinamicamente os estados em que os alunos se encontravam em um determinado conteúdo, para que este pudesse obter uma apresentação adequada ao seu perfil. Ou seja, conseguirá mostrar o conteúdo adaptado para cada aluno de acordo com seu nível de conhecimento.

A definição para o algoritmo *Q-Learning* é a seguinte:

- 1) Inicializar $Q(s,a)$
- 2) Repita muitas vezes
 - a. Escolha estado para começar
 - b. Repita cada passo para meta
 - i. Escolha a , com base no $Q(s,a)$
 - ii. Faça a , observe r, s'
 - iii. $Q(s,a) = Q(s,a) + \alpha[r + \gamma \cdot \max_{a'} Q(s',a') - Q(s,a)]$
 - iv. $s = s'$
 - c. Até s terminar

Figura 3 - Pseudo-código do mecanismo *Q-Learning*.

Fonte: *WATKINS, 1989*.

Além do *Q-learning*, existem vários outros métodos de AR (*GUELPELI, 2003*) como:

b) *Hierarchical Q-Learning;*

O mecanismo de aprendizagem *HSMQ* (*Hierarchical Semi-Markov Q-Learning*) enunciado por *Dietterich* (2000) é apresentado como uma simples extensão ao *Q-Learning*, exemplificando as aplicações de mecanismos de decomposição hierárquica a problemas de AR (DIETTERICH, 2000).

O tipo de mecanismo hierárquico recomenda a decomposição de um problema numa série de sub-tarefas que, adaptadas a cada tipo de cenário, representam a solução hierarquizada do problema proposto. Os valores da *função Q* não são comuns a toda a solução, mas sim individualizados por cada tarefa específica. Este tipo de solução implica o desenho prévio de um grafo de dependências entre tarefas, sendo a raiz desse grafo o objetivo final a alcançar (PESSOA, 2011).

c) *Dyna-Q*

Este mecanismo acrescenta ao *Q-Learning* a capacidade de planejamento, através da contínua atualização de um modelo do ambiente, simulando sistematicamente um número pré-determinado de evoluções sobre este (PESSOA, 2011).

A proposta do algoritmo *Dyna*, foi apresentada por Sutton (1990). Sendo que, esta arquitetura foi melhorada como um método de se encontrar uma política ótima por meio do uso de um aprendizado do modelo do ambiente. Sendo assim, com as execuções das ações, o algoritmo irá aprendendo, por meio de interações do modelo de transições de estados e das recompensas e irá usar a experiência adquirida e o modelo aprendido para ajustar a política.

Apesar do algoritmo *Dyna* requerer um número de vezes superior de tempo para executar uma interação, comparado ao *Q-Learning*, ele irá requerer um número menor de passos para chegar em sua política ótima. A principal diferença no *Dyna* é que, além de atualizar o $Q(s, a)$, é realizada também a atualização de Q 's adicionais em um número de estados escolhidos aleatoriamente (JUNIOR, 2007).

d) SARSA

O mecanismo de aprendizagem SARSA (*State-Action-Reward-State-Action*) foi originalmente descrito por *Rummery* e *Niranjan*, da universidade de Cambridge (RUMMERY, et al., 1994), em setembro de 1994. Em tudo semelhante ao mecanismo *Q-*

learning (proposto cinco anos antes) apresenta como principal diferença o fato de o algoritmo atualizar a função *valor-ação* (*função Q*) com o valor da *ação* selecionada pelo *método de exploração*, (e não com o valor da *ação* mais valorizada no estado atual) (PESSOA, 2011).

Inicialmente foi denominado de *Q-Learning* modificado, este algoritmo recebeu o nome de SARSA por Sutton (1996) e tem como proposta o aprendizado da política no tempo de execução, podendo levar significativas melhoras em um aprendizado em casos em que as penalidades devem ser evitadas. Neste algoritmo o valor da política é estimado ao interagir com o ambiente. O SARSA retira a maximização das ações existente no *Q-Learning*, sendo que a nova estrutura pode-se visualizar na Figura 4.

- 1) Inicializar $Q(s,a)$
- 2) Repita muitas vezes
 - a. Escolha estado para começar
 - b. Repita cada passo para meta
 - i. Escolha a , com base no $Q(s,a)$
 - ii. Faça a , observe r, s'
 - iii. $Q(s,a) = Q(s,a) + \alpha[r + \gamma \cdot Q(s',a') - Q(s,a)]$
 - iv. $s = s'$
 - c. Até s terminar

Figura 4 - Pseudo-código para o algoritmo SARSA.

Fonte: (RUMMERY, 1994).

Pessoa (2011) afirma que alguns autores constataram que o algoritmo *Q-Learning*, ao considerar exclusivamente as *ações* mais valorizadas no momento em determinado *estado* e desprezando as restantes, poderia apresentar alguns problemas. Por exemplo, a *sofreguidão* na seleção de um caminho mais curto, desprezando outros que poderiam apresentar-se mais *seguros* por manterem a distancia perante obstáculos perigosos a evitar. Assim sendo, ao serem valorizadas todas as *ações* possíveis num determinado estado, o algoritmo *SARSA* tende a ser mais *conservador* (e também por consequência *mais lento*) na convergência para uma solução. No entanto, esta particularidade pode revelar-se interessante para alguns tipos de aplicações, sobretudo aquelas que colocam em destaque fatores como a *segurança*.

A utilização da estrutura do algoritmo *Q-Learning* para a realização deste trabalho, se justifica, que para aprender a utilidade dos estados, seria necessária uma descrição muito detalhada do ambiente, o que nem sempre é possível, sendo que, em meio a todos os outros algoritmos apresentados anteriormente, este foi o de mais fácil entendimento e de acordo com

a pesquisa bibliográfica realizada, o que tem melhor desempenho. Para este trabalho considerou-se o *Q-Learning*, pois é um método mais flexível, que se detém apenas em determinar que para cada estado (básico, intermediário ou avançado) existe ações (conteúdos adaptados) para aquele usuário, sendo mais plausível de implementar.

2.4. Sistema Hipermedia Adaptativa

A utilização de métodos para a adaptação da interface dos recursos tecnológicos tem sido amplamente utilizada para fornecer mais dinamicidade e maior usabilidade do usuário com o sistema. Bem como, pode-se mencionar o uso da Hipermedia Adaptativa (HA), no ambiente educacional, o número de pesquisas e de desenvolvimento com sistemas que utilizam esta técnica têm recebido grande impulso, principalmente pelo aumento da criação dos cursos na modalidade de Educação a Distância (EaD), além dos avanços na área de IA (OLIVEIRA, 2003).

Os Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) são construídos baseados nos objetivos, preferências e conhecimento de cada usuário em particular e usam estes modelos ao longo da interação com o usuário para se adaptarem às necessidades deste. Brusilovsky (1996) define SHA como:

todos os sistemas hipertexto e hipermedia que refletem algumas características do usuário no modelo de usuário e aplicam esse modelo para adaptar vários aspectos visíveis do sistema para o usuário (BRUSILOVSKY, 1996, p. 2).

O foco utilizado no SHA é que cada usuário em particular irá obter uma visibilidade da apresentação do conteúdo e da estrutura de navegação, ou seja, o sistema tenta prever as necessidades e os anseios de seus usuários, partindo de modelos que representam o seu nível de conhecimento, o seu perfil e suas preferências (GARCINDO, 2002). Logo, esta adaptação sugestionada para ambientes que utilizam HA, espera que a interação do usuário seja construtiva, motivadora e que possa auxiliar no acesso ao conteúdo e realização de suas atividades enquanto utiliza o ambiente.

Os SHA têm se mostrado muito adequados para a inserção de características de personalização da educação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. De acordo com BRUSILOVSKY (1996), em um SHA existem três características fundamentais: (a) ser um sistema de hipertexto ou hipermedia, (b) armazenar informações sobre o usuário e (c) ser capaz de adaptar a aparência do sistema para o usuário. A figura 4 exibe este ponto de vista retratado anteriormente, em relação ao SHA.

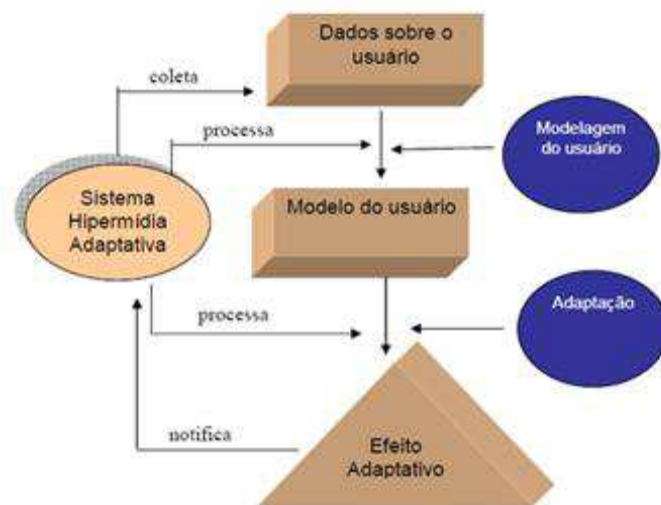


Figura 5 – Sistema de Hipermídia Adaptativa

Fonte: PALAZZO (2000)

É observável como se dá o processo de funcionamento de um SHA, de maneira que, o primeiro momento compreende na coleta de dados sobre o usuário, que podem ser obtidas por meio de questionários, após a obtenção destas informações, estas são enviadas diretamente para o modelo do usuário. É criado o seu perfil de acordo com as regras de modelagem previamente estipulados, na qual, como exemplo, pode-se obter seu nível de conhecimento. Realizando estes processos, o ambiente terá informações suficientes para dar início ao processo adaptativo. A estipulação de regras de adaptação, como a definição de quais recursos da *interface* serão modificados na visão do usuário, assim são executadas as ações necessárias no ambiente com base nas informações existentes no modelo do usuário, e como são registradas as modificações ocorridas em seu perfil.

Mozzaquatro (2010) aborda que modelo do usuário para o sistema, deve ser representado através de seu nível de conhecimento, suas preferências, objetivos e o seu histórico navegacional. Com base neste modelo, é possível verificar quais necessidades de aprendizagem, com base nestas informações coletadas é realizada a modelagem do seu perfil.

Para esta definição do perfil do usuário, várias abordagens são aplicadas, como a análise do histórico de navegação, testes e questionários (BARBOSA; AZEVEDO, 2003).

Laguardia (2007) afirma que:

O questionário pode ser aplicado após o aluno se identificar pela primeira vez no sistema para obter os dados sobre as características individuais dos alunos, as experiências e os conhecimentos prévios adquiridos nos assuntos a serem

ministrados no curso, experiência prévia em determinado assunto, expectativas com respeito ao curso e condições do ambiente de aprendizagem (LAGUARDIA et al., 2007, p. 523-525).

A partir da definição deste modelo do usuário, o ambiente faz a adaptação da apresentação de conteúdos e modifica a navegação, baseado-se no perfil definido pelo usuário, por meio de alguma técnica, como o questionário. Junto a isto, está o modelo do domínio, que está conectado ao usuário por meio de um relacionamento entre eles que é fornecido pelo modelo do usuário.

Vicari e Giraffa (2003) ressaltam que esse modelo de domínio é conhecido como a base de conhecimento do domínio, ou seja, é onde será elaborado e representado o material instrucional que será submetido aos alunos.

Com isso, a utilização deste modelo de domínio permitirá a visualização como o conteúdo da informação, está estruturado. Por exemplo, um conteúdo sequencial de uma disciplina pode ser organizado em tópicos e subtópicos, que serão apresentados em páginas, nas quais são mostrados vários fragmentos relacionados ao tópico abordado, fazendo com que a apresentação do conteúdo esteja adequada ao perfil do usuário.

Para utilizar a HA nas adaptações do ambiente, a forma de apresentação dos conteúdos a serem mostrados ao aluno deve estar clara, bem como as limitações existentes para realizar tais mudanças no ambiente deve ser conhecida. Assim sendo, é possível saber que características deste ambiente podem ser adaptadas para os distintos perfis de usuários.

2.4.1. Navegação Adaptativa e Apresentação Adaptativa

Brusilovsky (1996) distingue adaptação em nível de conteúdo e adaptação em nível de *link* como duas diferentes classes de HA e denomina a primeira como Apresentação Adaptativa e a segunda como Suporte à Navegação Adaptativa. Estas duas classes são um conjunto denominado tecnologias da HA.

Na navegação adaptativa é realizada a adaptação da *interface* do ambiente, ou seja, é a maneira como são disponibilizados os recursos do ambiente para o aluno, como as ferramentas, atividades, materiais e conteúdos. Como exemplos de modificações que podem ser realizadas têm-se a alteração do tamanho da fonte dos textos, o formato de disposição dos materiais, troca do plano de fundo e inserção ou remoção de *Links*, dentre outros aspectos que podem sofrer alterações no ambiente (MOZZAQUATRO, 2010).

A idéia principal das técnicas de apresentação adaptativa compreende a adaptação do conteúdo da página acessada por um usuário em particular, de acordo com seu conhecimento

atual, objetivos e outras características (FALKEMBACH & TAROUÇO, 2000). Neste tipo de apresentação, o conteúdo pode ser mostrado ou ocultado para o usuário, dependendo do perfil e características definidas previamente por ele (PALAZZO, 2000).

O uso da técnica de apresentação adaptativa visa personalizar a *interface* de um AVA mostrando os conteúdos, materiais instrucionais, atividades e ferramentas de acordo com o modelo do aluno, ou seja, conforme seu modo preferencial de perceber, recordar, pensar, independente do conteúdo de cognição ou do grau de habilidade, tentando facilitar a aprendizagem (NETO, 2006).

De acordo com Palazzo (2000), uma apresentação adaptativa pode ser modelada pelas seguintes técnicas:

a) Texto Condicional – o conteúdo é dividido em diversas partes e cada uma é associada a uma ou mais condições relacionadas ao nível de conhecimento do usuário. O sistema apresenta apenas as partes que satisfizerem o modelo do usuário.

b) *Strechtext* – apresenta ao usuário uma página com todas as informações importantes de forma expandida e as demais representadas por palavras-chave ou frases.

c) Fragmentos Variantes – uma página pode apresentar vários conceitos em que cada um deles é formado por fragmentos variantes que são combinados de acordo com o conhecimento do usuário.

d) Páginas Variantes – nesta técnica são mantidas diversas páginas do mesmo conteúdo adaptadas às diferentes classes de usuários.

e) Representação por *frames* – é a técnica que consiste na representação da informação sob a forma de *frames* que exibem os conceitos dependendo do nível de conhecimento do usuário.

Segundo Brusilovsky (1996), os métodos existentes de apresentação adaptativa são:

a) Explicação Adicional – neste método, as partes do conteúdo que não são relevantes ao Modelo de Usuário não são mostradas.

b) Explicação Requerida – os conteúdos são ordenados para o usuário de modo que a informação apresentada é pré-requisito para a próxima e assim sucessivamente. A ordenação é feita de acordo com a sequência ideal para o entendimento do usuário.

c) Explicação Comparativa – este método está baseado na similaridade entre dois conceitos, em que são salientadas as semelhanças e diferenças entre eles.

d) Explicação Variante - tem como objetivo mostrar ou esconder partes da informação, armazenando diversas variantes de um mesmo conteúdo, apresentando ao usuário as variantes que correspondem aos seus interesses (ou modelo).

e) Classificação de Fragmentos – neste método as informações sobre determinado conceito são fragmentadas de modo a serem apresentadas em uma ordem que seja relevante de acordo com o Modelo de Usuário.

A escolha das técnicas e métodos utilizados no desenvolvimento deste trabalho é apresentada na seção 3.1.1, na qual é descrita a metodologia empregada. Bem como, na seção 4.1 é demonstrado como o método e a técnica empregada foi integrada ao *SistEX* e o seu funcionamento na adaptação dos conteúdos destes.

2.5. Trabalhos Correlatos

Nesta seção será apresentada uma descrição dos trabalhos relacionados na área de detecção e adaptação aos níveis de conhecimento dos usuários, demonstrando de maneira geral o que tem sido discutido nas pesquisas e quais as características que diferenciam este trabalho dos demais apresentados.

No trabalho de Guelpeli (2003) foi construído um módulo de diagnóstico que foi incluído na arquitetura tradicional de STI. Neste módulo, foi aplicada a técnica de aprendizado por reforço, no caso o algoritmo *Q-Learning*, o que possibilitou a modelagem autônoma do usuário. Neste sistema a primeira interação do usuário com o tutor foi realizado por meio de questionários, em que foi conhecido o perfil deste, através da classificação em faixas distintas de conhecimentos (Ruim, Regular, Bom, Muito Bom e Excelente). Como resultado o ambiente apresentou um protótipo de tutor, sendo que foram criados os estados e as ações simulados no ambiente. Após esta criação, estes foram submetidos a 500, 1000 e 2500 passos e foram feitos sobre uma média de vinte simulações cada. Os resultados foram valores definidos empiricamente, visando convergência mais rápida do algoritmo, de modo que este processo apresentou lentidão na sua execução.

Em Silva (2005) foi realizado um trabalho que teve como proposta uma modelagem de um sistema hipermídia adaptativo para EAD. Este sistema classificou os alunos em três perfis diferentes (básico, intermediário e avançado) utilizando o método do Vizinho Mais Próximo (*Nearest Neighbor*). Usou como fonte de informação dados do usuário e os dados de uso do sistema pelo usuário, fazendo a adaptação do sistema através das técnicas provenientes da SHA, ou seja, adaptou a navegação no conteúdo por meio da técnica de ocultação e anotação de *links*. Como resultado, utilizando esta técnica foi atingido o objetivo deste trabalho que foi reduzir o tempo de navegação e o número de nodos visitados que não sejam relevantes à

determinado perfil, ou seja, foi evitado que o aluno visitasse nodos que ele já conhecesse ou que não lhe fossem interessantes.

O *AdaptWeb* (OLIVEIRA, 2003) é um ambiente de código aberto que transforma a apresentação das disciplinas de cursos presenciais e a distância, em que são realizadas adaptações nos conteúdos dispostos de acordo com os estilos de aprendizagem dos alunos. Assim, a finalidade deste ambiente é adaptar o conteúdo, a apresentação e a navegação de acordo com o perfil do usuário. Ele armazena informações referentes ao curso, conhecimento, preferências e histórico navegacional de cada usuário, em que é formulado um modelo flexível para ele e com base nisso são realizadas as adaptações dos conteúdos e recursos apresentados no ambiente. O ambiente continua em constante desenvolvimento e possui diversos trabalhos publicados (Oliveira, 2003; Pernas, 2009) sobre as pesquisas realizadas envolvendo a sua utilização em cursos à distância.

O trabalho de Gomes (2013) desenvolveu unidades adaptativas baseadas no Nível de Aquisição de Conhecimento do Aprendiz (NAC) por meio do *framework* GALE (Ambiente de Aprendizagem Adaptativa GRAPPLE). O *Framework* GALE foi projetado para fornecer funcionalidades de adaptação como: orientação adaptativa, anotação de *links* adaptativos e adaptação de conteúdo. Por meio da elaboração de uma unidade adaptativa (curso), englobando modelagem de conteúdos, criação de regras, seleção de material instrucional, e sua experimentação utilizando o mecanismo GALE mostrou-se a eficácia do processo analisando a adaptação aos estereótipos estabelecidos (básico, intermediário, avançado) baseados no NAC.

Com os trabalhos apresentados anteriormente, constatou-se que apesar de já existirem pesquisas sobre ambientes que se adaptam aos níveis de conhecimento dos usuários, o *SistEX* se diferencia por fazer esta adaptação utilizando o AVA *Moodle* juntamente com técnicas provenientes tanto dos STIs quanto do SHA, proporcionando aos alunos uma apresentação adaptativa dos conteúdos de acordo com o nível de conhecimento específico, fazendo com que estes sejam tratados de forma individual pelo ambiente, pois o ritmo de aprendizagem dos alunos são diferenciados.

3. METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO *SISTEX*

Quanto à natureza da pesquisa, este trabalho apresenta uma pesquisa aplicada, pois busca a solução de um problema específico e quanto aos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa realizada se enquadra como pesquisa experimental, pois seleciona variáveis que são capazes de influenciar o objeto estudado. (SEVERINO, 2000)

Como objetivo esta pesquisa possui caráter descritivo e a abordagem quantitativa, na maneira em que foram elaboradas verificações empíricas pretendendo avaliar um ambiente. Neste caso, relacionado à forma como são apresentados os conteúdos, assim como a interação dos alunos no AVA adaptado ao seu nível de conhecimento, em comparação com um AVA tradicional.

Para melhorar o entendimento da metodologia empregada, preferiu-se por descrever as etapas envolvidas: definição das técnicas de HA que foram utilizadas; estudo das tecnologias de adaptação ao nível de conhecimento do aluno; pesquisa, análise e seleção das ferramentas utilizadas para medir o nível de conhecimento; modelagem e desenvolvimento do ambiente; e, avaliação do ambiente por meio de diferentes tipos de testes.

O ambiente desenvolvido foi denominado de Um Sistema Dinâmico para Detectar a Experiência do Aluno (*SistEX*).

3.1. Etapas da Pesquisa

A seguir são detalhadas as fases desta pesquisa, as quais foram definidas para o desenvolvimento deste trabalho, visando elucidar os procedimentos tomados e a forma de avaliação estabelecida:

3.1.1. Definição das Técnicas de HA

A utilização da Hiperídia Adaptativa teve por objetivo fazer alterações na forma de apresentar os conteúdos da disciplina no ambiente. As alterações implementadas estão relacionadas à disponibilização dos conteúdos de acordo com o nível de conhecimento, apresentando somente o que estiver de acordo com as necessidades de aprendizagem dos alunos.

Então, foi utilizada a técnica de HA chamada de Fragmento Variante, sendo empregada juntamente a esta, o método de Explicação Variante. A introdução destas no ambiente é detalhada na seção 4.1.

3.1.2. Seleção das Ferramentas e Tecnologias Utilizadas para Medir o Nível de Conhecimento

Para auxiliar na adaptação do ambiente aos níveis de conhecimento do aluno, foi realizado um estudo acerca das tecnologias existentes para efetuar tal ação no ambiente desenvolvido. O resultado deste estudo apontou para a utilização do algoritmo *Q-Learning*, sendo que a pesquisa realizada e a escolha deste algoritmo também são detalhadas na seção 4.2.

Como instrumento para coletar informações de contexto foram aplicados questionários, no início bem como ao final de cada unidade, com perguntas de caráter fechado constituído por resposta com questões de múltipla escolha. Questionários usados neste trabalho foram selecionados com base em uma análise realizada para verificar quais se encaixavam nos tipos de informação de contexto utilizadas pelo ambiente, no caso para medir o nível de conhecimento do aluno e são formados por 10 questões elaboradas pelo professor responsável da disciplina. Todos os aspectos envolvendo a avaliação do ambiente são apresentados detalhadamente na seção 5.

3.1.3. Modelagem do *SistEX*

A modelagem do sistema foi realizada com base nas definições estabelecidas nas etapas já apresentadas. Para esta etapa, foram desenvolvidos os diagramas de *Unified Modeling Language* (UML) criados para demonstrar a modelagem do ambiente, sendo construído um diagrama de atividade e um diagrama de caso de uso.

A arquitetura do sistema foi definida e modelada para esclarecer de forma detalhada o funcionamento do sistema, demonstrando todos os componentes e tecnologias que integram este. A seção 4.4.2 apresenta os elementos referidos nesta etapa.

3.1.4. Desenvolvimento do *SistEX*

O desenvolvimento deste sistema envolve a integração dos módulos, tecnologias e demais recursos apresentados anteriormente em um único sistema, que tem como base o AVA *Moodle*. As tecnologias utilizadas foram o *Wamp*, que contém o *Apache* para hospedar o ambiente, a linguagem de programação *PHP* e o banco de dados *MySQL* que estão integrados no *Moodle*, foram escolhidos por serem vastamente utilizados no meio acadêmico e com ampla documentação existente, assim como possui código aberto para edição.

Foi integrado o módulo *SistEX* no AVA *Moodle*, versão 2.5.2, assim como foi realizada a inserção dos questionários para extrair as informações de contexto a serem analisadas e validadas.

Após isso, os conteúdos visualizados na disciplina, de acordo com o contexto do usuário, foram primeiramente inseridos pelo professor no ambiente e apresentados utilizando a HA, que oculta e exhibe os recursos de uma página conforme determinado tipo de situação definida. Todos estes processos de desenvolvimento do sistema são expostos na seção 4.4.

3.1.5. Avaliação do Ambiente

Nesta fase do trabalho, foram estabelecidos dois tipos de avaliação para o ambiente desenvolvido: teste de *software* com a utilização deste com dados sintéticos e avaliação do ambiente com usuários. Para a realização desta avaliação, foi utilizado uma infraestrutura composta por um servidor marca *Dell PowerEdge T300*, que detinha das seguintes configurações: processador *Intel Xeon X3363 2.83 GHz 64 bits*, com 8 GB de memória e HD com 635GB e o ambiente de aprendizagem *Moodle*, versão 2.5.2. Cada uma destas etapas é descrita de forma sucinta nas próximas seções.

3.1.5.1. Testes de *Software*

Myers (2004), afirma que para utilizar teste de *software* caixa preta, o sistema deve ser visto como uma caixa preta, tendo como objetivo ser completamente indiferente sobre o comportamento interno do programa, concentrando-se em encontrar circunstâncias em que o programa não se comporta de acordo com as suas especificações. Nos testes realizados neste tipo de método, quanto maior for o número de entradas fornecidas para diferentes casos de teste, mais alta será a riqueza dos resultados obtidos.

Foi escolhido o teste de *software* caixa preta, para analisar as funcionalidades do *SistEX* e não os aspectos relacionados ao código fonte. Dentro deste teste, foi escolhido o teste de sistema para avaliar o ambiente.

O teste de sistema é uma fase do processo de teste de software e em que o sistema já completamente integrado é verificado quanto a seus requisitos num ambiente de produção. Está no escopo da técnica de teste de caixa-preta, e dessa forma não requer conhecimento da estrutura (lógica) interna do sistema, ou seja preocupa-se somente com aspectos gerais do sistema (PRESSMAN, 2011).

Quanto à técnica que foi escolhida para a execução dos testes de sistema, foi optado pela utilização de casos de teste, com diferentes aspectos e valores de entrada e saída para a verificação do ambiente.

Os usuários envolvidos nesta etapa de avaliação do sistema não abrangeram um grupo de usuários específicos para a realização dos testes. Desta forma, somente dois usuários que trabalharam no desenvolvimento do ambiente participaram da realização dos testes, efetuando as ações necessárias, como entrada de dados sintéticos de forma manual, para posterior coleta dos dados e análise dos resultados.

Quanto ao desenvolvimento do conteúdo utilizado nos testes com o sistema, foram selecionados conteúdos de dois tópicos de uma disciplina de Redes de Computadores, denominado de Unidade 1, com o conteúdo de introdução a redes de computadores e da Unidade 2, com o conteúdo de extensão e segmentação de redes. Estes conteúdos foram utilizados nesta disciplina e estava organizado em diferentes tipos de mídias: *slides*, textos longos ou artigos, vídeos, imagens, atividades e *links* para diferentes páginas *Web*.

Estes conteúdos foram disponibilizados no ambiente adaptativo, em uma disciplina criada com o nome de Redes de Computadores, na qual foram inseridos os diferentes tipos de mídias em duas unidades da disciplina. Todos os aspectos envolvendo a avaliação do ambiente são apresentados detalhadamente na seção 5.

A informação analisada durante os testes realizados, por meio dos casos de teste, foi o nível de conhecimento do aluno. Além disso, foi verificado se os níveis de conhecimento dos alunos estavam funcionando corretamente e executando as ações propostas.

3.1.5.2. Avaliação do Ambiente com Usuários

Posteriormente após a verificação do ambiente utilizando casos de testes, foi realizada uma avaliação do ambiente com usuários. Para isso, nesta etapa foi selecionado um grupo de

usuários integrantes dos cursos de graduação e pós-graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), que detinham uma experiência de uso do *Moodle* tradicional de no mínimo dois anos.

Eles interagiram no ambiente para analisar se o módulo inserido funcionava de forma correta e a adaptação do conteúdo estava de acordo com o contexto do usuário. Foram aplicados questionários para avaliar a utilização do ambiente pelos usuários, no qual o primeiro envolveu aspectos específicos dos módulos desenvolvidos com a disposição de 10 questões de caráter fechado com opções de respostas de múltipla escolha, enquanto que o segundo é o questionário denominado *System Usability Scale* (SUS) (BROOKE, 1996), que avalia a usabilidade do ambiente e possuía 10 questões de múltipla escolha.

Os participantes que se envolveram nesta etapa de avaliação do ambiente corresponderam a um grupo de usuários específicos para a realização da avaliação do ambiente, que foram nove pessoas com conhecimentos avançados em informática, no qual dois indivíduos realizam o curso de graduação em Ciência da Computação, enquanto que os demais pertenciam ao Mestrado em Ciência da Computação. Os usuários já detinham conhecimentos prévios sobre o ambiente *Moodle* e já haviam utilizado o mesmo em outras disciplinas de graduação, além desta própria em questão.

Segundo Bevan (2003), existe um número mágico de cinco usuários para serem utilizados em um teste de usabilidade. Entretanto, em uma outra análise realizada por Faulkner (2003), foi demonstrado que o número de usuários deve ser representativo. Seguindo estas linhas, estabeleceu-se como meta um número mínimo de cinco pessoas para realizar a avaliação do ambiente, tendo como resultado a realização dos testes por nove usuários. Todo este processo envolvendo a aplicação dos questionários é detalhado na seção 5.2.

As informações analisadas após o teste realizado, por meio do questionário aplicado, estavam relacionados à usabilidade do sistema. No questionário do SUS foram aplicadas 10 questões de múltipla escolha para a avaliação da usabilidade do ambiente, sendo a sua avaliação realizada conforme regras previamente estabelecidas no próprio questionário.

4. DESENVOLVIMENTO DO *SistEX*

O interesse em estabelecer esta proposta para cursos presenciais e à distância baseados na *Web* ocorreu pela observação de que a maioria dos AVAs são estáticos e não utilizam os dados individuais dos alunos para prover algum tipo de adaptação no processo de apresentação do conteúdo. Sendo assim, com o objetivo de embasar o modelo de adaptação em sistemas de ensino baseados na *Web* partiu-se para o estudo de um sistema em particular, o *Moodle* (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*).

O objetivo geral no desenvolvimento deste sistema foi proporcionar um ambiente adaptativo para os alunos, de acordo com o seu nível de conhecimento. Esta pesquisa faz parte de um conjunto de trabalhos realizados pelo GRECA (Grupo de Pesquisa em Redes e Computação Aplicada) da UFSM.

Neste capítulo são detalhadas todas as etapas envolvidas no desenvolvimento deste sistema. É apresentado o modo de adaptação utilizando Hipermídia Adaptativa, assim como todo o funcionamento do sistema.

Com a exposição de todos os processos que fazem parte do sistema, a sua modelagem é apresentada, sendo em seguida exibido o seu desenvolvimento. Estas etapas incluem as alterações efetuadas no banco de dados, formulação da arquitetura e as ilustrações do ambiente em funcionamento.

4.1. Adaptação do *SistEX* utilizando Hipermídia Adaptativa

O uso de HA em ambientes educacionais permite atingir alterações no modo de apresentação de sua interface e/ou recursos disponibilizados aos usuários. No *SistEX*, a HA foi empregada para adaptar a apresentação dos conteúdos aos alunos de uma disciplina.

A estrutura básica de uma operação de HA pode ser composta por três componentes básicos: modelo do aluno, modelo de domínio e o mecanismo de adaptação.

No modelo do aluno é onde são encontradas as informações sobre os conhecimentos, preferências dos usuários, perfil cognitivo e objetivo dos usuários. No sistema, este modelo provê as informações sobre o nível de conhecimento, que é obtido no instante que ele inicia suas atividades no ambiente, e responde ao questionário inicial para definir seu conhecimento para iniciar aquela unidade de ensino.

O modelo de domínio apresenta os materiais instrucionais que são apresentados aos usuários e a forma de estruturação e aplicação adotada para que isto ocorra. No escopo deste ambiente são os conteúdos adaptados ao nível de conhecimento, que são organizados para serem depois apresentados aos usuários.

Finalmente, o mecanismo de adaptação utiliza de forma conjunta o modelo do aluno e de domínio para efetuar as alterações propostas no AVA adaptativo ao nível de conhecimento. Para isso, o método de Explicação Variante foi usado, sendo implementado pela técnica de Fragmento Variante.

O uso desta técnica no ambiente consiste em oferecer em uma mesma página diferentes tipos de conceitos. Estas possuíam diversos fragmentos variantes, ou seja, um grande número de conteúdos de diferentes tipos em cada unidade.

Assim sendo, utilizando o nível de conhecimento do usuário foi realizada a adaptação dos conteúdos apresentados na página da disciplina por meio do método de Explicação Variante. Este método compreende em mostrar ou ocultar partes das informações, disponibilizando somente os fragmentos que são do proveito do usuário.

Na disciplina são ocultados os conteúdos que não estão de acordo com os níveis de conhecimento dos usuários. Nesse sentido, caso o aluno for definido como básico ele só pode visualizar os conteúdos designados aquele nível, enquanto que conteúdo de nível mais avançado será ocultado na disciplina.

A integração deste módulo é visto como um diferencial no funcionamento do *SistEX*, pois trata da identificação ao nível de conhecimento do aluno, com as adaptações dos conteúdos sendo baseada neste tipo de contexto.

4.2. Adaptação do *Q-Learning*

Foram realizadas alterações na base de código do algoritmo *Q-Learning*, estabelecendo assim uma mudança na estrutura do código, para seu funcionamento. Estas modificações realizadas foram feitas pelo fato de que não seriam utilizados agentes inteligentes neste sistema, já que o presente algoritmo utiliza isto na sua proposta de usabilidade.

O algoritmo *Q-Learning*, utilizado neste trabalho, foi adaptado para atender a proposta deste sistema, conforme a Figura 6.

```

<?php
function Qlearning($resultado) {
    Global $DB, $USER, $COURSE;

    $nivel_user = $DB->get_record('nivel', array('userID'=>$USER->id));
    $nivelAluno = $nivel_user->nivel;
    $unidadeAluno = $nivel_user->unidade;

    if($nivel_user->nivel == 0){
        if($resultado <= 4){
            $DB->execute('DELETE FROM mdl_nivel WHERE userID=?', array($USER->id));
            $DB->execute('INSERT INTO mdl_nivel (userID,courseID,nivel,unidade) VALUES (?, ?, ?, ?)', array($USER->id,$COURSE->id,1,$unidadeAluno));
        }else if($resultado > 4 && $resultado <= 7){
            $DB->execute('DELETE FROM mdl_nivel WHERE userID=?', array($USER->id));
            $DB->execute('INSERT INTO mdl_nivel (userID,courseID,nivel,unidade) VALUES (?, ?, ?, ?)', array($USER->id,$COURSE->id,2,$unidadeAluno));
        }else if($resultado > 7 && $resultado <= 10){
            $DB->execute('DELETE FROM mdl_nivel WHERE userID=?', array($USER->id));
            $DB->execute('INSERT INTO mdl_nivel (userID,courseID,nivel,unidade) VALUES (?, ?, ?, ?)', array($USER->id,$COURSE->id,3,$unidadeAluno));
        }
    }else if($nivel_user->nivel == 1){
        if($resultado > 4){
            $DB->execute('DELETE FROM mdl_nivel WHERE userID=?', array($USER->id));
            $DB->execute('INSERT INTO mdl_nivel (userID,courseID,nivel,unidade) VALUES (?, ?, ?, ?)', array($USER->id,$COURSE->id,2,$unidadeAluno));
        }
    }else if($nivel_user->nivel == 2){
        if($resultado > 7){
            $DB->execute('DELETE FROM mdl_nivel WHERE userID=?', array($USER->id));
            $DB->execute('INSERT INTO mdl_nivel (userID,courseID,nivel,unidade) VALUES (?, ?, ?, ?)', array($USER->id,$COURSE->id,3,$unidadeAluno));
        }
    }else if($nivel_user->nivel == 3){
        if($resultado >= 7){
            $DB->execute('DELETE FROM mdl_nivel WHERE userID=?', array($USER->id));
            $DB->execute('INSERT INTO mdl_nivel (userID,courseID,nivel,unidade) VALUES (?, ?, ?, ?)', array($USER->id,$COURSE->id,0,$unidadeAluno + 1));
        }
    }
}

```

Figura 6 - Algoritmo Q-Learning Adaptado

Conforme mostra a Figura 6 a função do *Q-Learning* recebe por parâmetro o número de acertos que o aluno obteve no questionário inicial ou nos demais questionários. Em seguida é executada uma consulta no banco de dados para verificar o nível e a unidade em que o aluno se encontra e atribui o resultado nas variáveis “*\$nivelAluno*” e “*\$unidadeAluno*”. Por conseguinte, o sistema executa a condição “*if*” a qual recebe o nível do aluno atribuído na variável “*\$nivel_user*”. Ressaltando que, o algoritmo atribui “*nivel = = 0*” quando o aluno ainda não respondeu ao questionário inicial, ou seja, o passo 1 só é executado para aquele aluno que não possui um nível definido na unidade, o qual será classificado entre básico, intermediário ou avançado, conforme critérios estabelecidos na seção 4.3.

No entanto, se o aluno já tem um nível definido, isto é, já respondeu ao questionário inicial da unidade corrente, são executados os passos 2, 3 ou 4. Sendo que, o passo 2 se refere ao aluno classificado como básico, no passo 3 ao intermediário e no passo 4 se refere como avançado. Partindo desta classificação é executada a instrução *SQL* “*DELETE FROM mdl_nivel WHERE user ID=?*” que deleta o nível atual do aluno e logo após executa a instrução “*INSERT INTO mdl_nivel (userID...)*” que insere novamente no banco de dados o nível do aluno atualizado. Como exemplo pode-se citar a seguinte situação, o aluno possui um número de acertos que o classifica como nível 1, o algoritmo verificará o resultado das respostas deletando e inserindo o novo nível do usuário no BD, que neste caso será nível 2. Cabe ressaltar que se o resultado não for suficiente para a troca de nível, o aluno continuará no mesmo nível até se achar apto a realizar o questionário novamente para evoluir no conteúdo.

Quando o aluno se encontrar no passo 4, o algoritmo verificará, se o aluno obteve um resultado superior a 7 ele atualizará o nível. Nesta atualização além do nível do aluno, ocorrerá a atualização da unidade em que o aluno se encontra, atribuindo “+1” na variável “*\$unidadeAluno*”, e “*nível = = 0*” na variável “*\$nivelAluno*” indicando que o aluno poderá seguir à próxima unidade.

Foram utilizados três perfis de usuário, assim como a utilização de questionários para identificar o contexto deste, disponível no Anexo B – Questionário Inicial. Para um entendimento maior do funcionamento deste sistema, detalhes são apresentados na seção 4.3.1.

Dessa forma, com a modificação do algoritmo juntamente com as escolhas das técnicas de HA, buscou-se fornecer uma maior transparência ao usuário, já que a estrutura das páginas do *Moodle* não foram modificadas, sendo a adaptação realizada diretamente dentro de

cada disciplina, nas suas unidades de conteúdos. Estas alterações são apresentadas de forma detalhada na seção 4.4.

4.3. Implementação do *SistEX*

O objetivo do sistema proposto foi desenvolver um AVA adaptativo, no qual foram aplicados questionários para o usuário, a fim de descobrir o nível de conhecimento do mesmo. O contexto é formado por seu respectivo nível de conhecimento, modificando assim os conteúdos apresentados, de acordo com a sua aprendizagem.

Para isto, foi necessária a realização de algumas etapas, como a definição da adaptação do algoritmo *Q-Learning*, para ajudar no processo de adaptação do contexto do usuário. Também foi definido a técnica e o método de Hipermissão Adaptativa, que executou as adaptações dos conteúdos no ambiente.

Após a realização de todas as fases, foi realizada a modelagem do sistema em questão, com a elaboração do diagrama de caso de uso, diagrama de atividade e a apresentação da arquitetura do sistema. Os aspectos relacionados à modelagem do ambiente e seu desenvolvimento são apresentados a seguir.

4.3.1. Funcionamento do *SistEX*

A arquitetura do ambiente *SistEX* apresentada na Figura 7 está organizada em camadas, em que o *Moodle* está sendo utilizado. Neste *Moodle* foram desenvolvidos os Módulos: SEDECA (MOZZAQUATRO, 2010), U-SEA (PIOVESAN, 2011), UVLE^{QoC} (NUNES, 2013) e também o *SistEX*. Essa arquitetura torna possível a personalização do ambiente.

O SEDECA objetivou identificar e adaptar o AVA *MLE Moodle* ao estilo cognitivo do aluno por meio de um sistema criado para diagnosticar estilos de aprendizagem. A análise dessas categorias permitiu definir indicadores, que possibilitaram a adaptação do ambiente virtual de aprendizagem *MLE Moodle* a esses diferentes estilos cognitivos utilizando a hipermissão adaptativa. Os materiais e atividades propostas no ambiente adaptado foram apresentados de acordo com os quatro Estilos cognitivos que mais se destacaram na pesquisa: Holista, Serialista, Divergente e Reflexivo (MOZZAQUATRO, 2010).

O ambiente *Moodle* U-SEA foi construído com base no ambiente virtual de aprendizagem *Moodle* e no Módulo *Mle-Moodle*, disponibilizado em uma infraestrutura de

Cloud Computing e tem como principal finalidade a adaptação ao contexto computacional do aluno, considerando características técnicas como a adequação do ambiente a velocidade de conexão do usuário. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade de se trabalhar com sistemas sensíveis ao contexto, trazendo melhorias no acesso dos estudantes aos materiais e ferramentas (PIOVESAN, 2011).

O módulo UVLE^{QoC} apresentou um ambiente virtual de aprendizagem ubíquo, no qual foram desenvolvidos três módulos, sendo estes SEDECA, o U-SEA e o UVLE^{QoC} e foram integrados ao *Moodle*. Foram aplicados parâmetros e métricas de Qualidade do Contexto sobre as informações coletadas no ambiente, de forma que pudessem ser criadas maiores garantias para que o contexto formulado no ambiente esteja adequado às preferências e necessidades de cada usuário (NUNES, 2014).

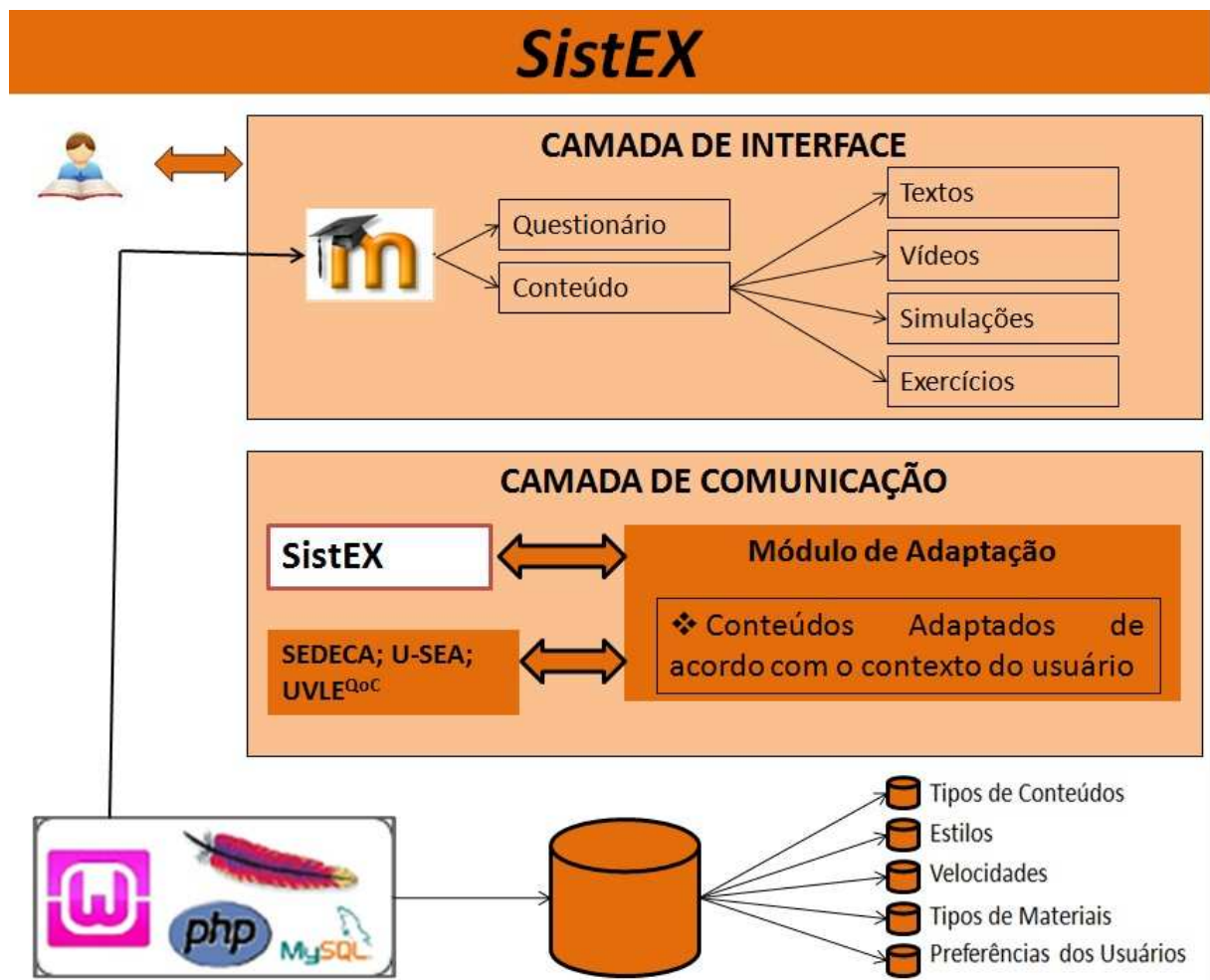


Figura 7 - Arquitetura do SistEx

Ainda na arquitetura proposta apresenta uma organização em duas camadas distintas, a Camada de Interface e a Camada de Comunicação, mais a integração com o SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados). Na Camada de Interface, onde o aluno acessa o conteúdo, este estará disponível de acordo com o seu nível de conhecimento de cada aluno.

Na Camada de Comunicação, a arquitetura propõe um módulo de adaptação que tem a função de tratar as informações executadas na Camada de Interface pelos alunos, disponibilizando o conteúdo adequado. As informações tratadas são a identificação do nível de conhecimento dos alunos, que são armazenadas no SGBD. A partir disso o módulo de adaptação modifica o ambiente para que o aluno tenha uma apresentação adequada. A adaptação do ambiente é feita nos conteúdos que são disponibilizados de acordo com o contexto do aluno.

O sistema está instalado em uma máquina, na qual está instalada a aplicação *Wamp* 2.2⁵, que possui um conjunto de ferramentas para auxiliar no desenvolvimento de sistemas. Dentre essas, está o *Apache 2.4.4*, um servidor local que hospeda o *SistEX* e possibilita o seu acesso.

O sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) utilizado é o *MySQL 5.6.12* que também está atrelado ao *Wamp*, localizado o banco de dados do *Moodle*, onde estão armazenados os dados do sistema, assim como as tabelas e atributos que guardam as informações de contexto referentes ao nível de conhecimento, os tipos de conteúdos inseridos (texto inteiro, vídeo, *slides*, entre outros), estilo cognitivo do usuário, a velocidade de conexão e ferramentas (*chat*, fórum, entre outros) preferenciais de cada usuário. A linguagem *PHP 5.3.13* foi utilizada para desenvolvimento e edições de códigos no *Moodle*, pois é esta linguagem que o ambiente utiliza.

O AVA *Moodle* foi escolhido por ser amplamente conhecido e usado por pesquisadores e usuários em distintos locais do mundo, sendo gratuito e de código aberto para editar. A versão utilizada foi a 2.5.1+, que era a mais recente na época do desenvolvimento do sistema.

Foram criadas tabelas e integradas nas já existentes no ambiente *Moodle*. As tabelas inseridas no banco de dados, foram as seguintes:

- **Mdl_nivel:** Esta tabela é responsável por armazenar o nível e unidade que o aluno se encontra;

Tabela 1 - Estrutura da tabela Mdl_nivel

Coluna	Tipo	Nulo
userID	int(11)	Não
courseID	int(11)	Não
nivel	int(11)	Não
unidade	int(11)	Não

Os campos que fazem parte desta tabela são:

- 1) **userID** – Este atributo é a chave primária e armazena o ID do aluno, e tem relação com a tabela ‘mdl_user’ (padrão do *Moodle*) que é de onde foi tirado o ID;
 - 2) **courseID** – Este atributo armazena o ID do curso (disciplina) que o aluno está cursando, e tem relação com a tabela ‘mdl_user’ (padrão do *Moodle*) que é de onde foi tirado o ID;
 - 3) **nivel** – Este atributo armazena o nível atual do aluno;
 - 4) **unidade** – Este atributo armazena a unidade atual do aluno;
- **mdl_classfile**: Esta tabela é responsável por armazenar todo tipo de arquivos adicionado à disciplina;

Tabela 2 - Estrutura da tabela mdl_classfile

Coluna	Tipo	Nulo
id	int(10)	Não
id course modules	int(10)	Não
nivel file	int(10)	Não
unidade file	int(10)	Não

Os campos que fazem parte desta tabela são:

- 1) **id**(chave primária) – É a chave primária e armazena o ID da tabela, auto incrementável;
- 2) **id_course_modules** – Este atributo armazena o ID dos arquivos, atividade, *labels*, etc, adicionados na disciplina. E tem relação com a tabela ‘mdl_course_modules’ (padrão do *Moodle*) que é de onde foi tirado o ID;
- 3) **nivel_file** – Este atributo armazena o nível do arquivo, atividade, *labels*, etc;
- 4) **unidade_file** – Este atributo armazena a unidade arquivo, atividade, *labels*, etc;

- **mdl_question_nivel:** Esta tabela é responsável por armazenar os questionários de nivelamento e seu respectivo nível, unidade e identificação da disciplina .

Tabela 3 - Estrutura da tabela mdl_question_nivel

Coluna	Tipo	Nulo
id	int(11)	Não
nivel	int(11)	Não
unidade	int(11)	Não
curso	int(11)	Não
questao	varchar(2000)	Não
a	varchar(2000)	Não
b	varchar(2000)	Não
c	varchar(2000)	Não
d	varchar(2000)	Não
e	varchar(2000)	Não
resposta	varchar(10)	Não

Os campos que fazem parte desta tabela são:

- 1) **id** – Este atributo é a chave primária e armazena o ID da tabela, auto incrementável ;
- 2) **nivel** – Armazena o nível do questionário;
- 3) **unidade** – Armazena a unidade do questionário;
- 4) **curso** – Armazena o id da disciplina que o questionário pertence e tem relação com a tabela ‘mdl_user’ (padrão do *Moodle*) que é de onde foi tirado o ID;
- 5) **questao** – Armazena a questão;
- 6) **a, b, c, d, e** – Armazena as alternativas da questão;
- 7) **resposta** – Armazena a resposta da questão.

Com relação ao modo de funcionamento do *SistEX*, o diagrama de atividades representado na Figura 8 descreve o modo de funcionamento inicial do sistema no acesso por parte do aluno e do professor aos conteúdos de uma disciplina. Todo este caminho é descrito a seguir de forma detalhada para explicar como o sistema opera em uma situação normal.

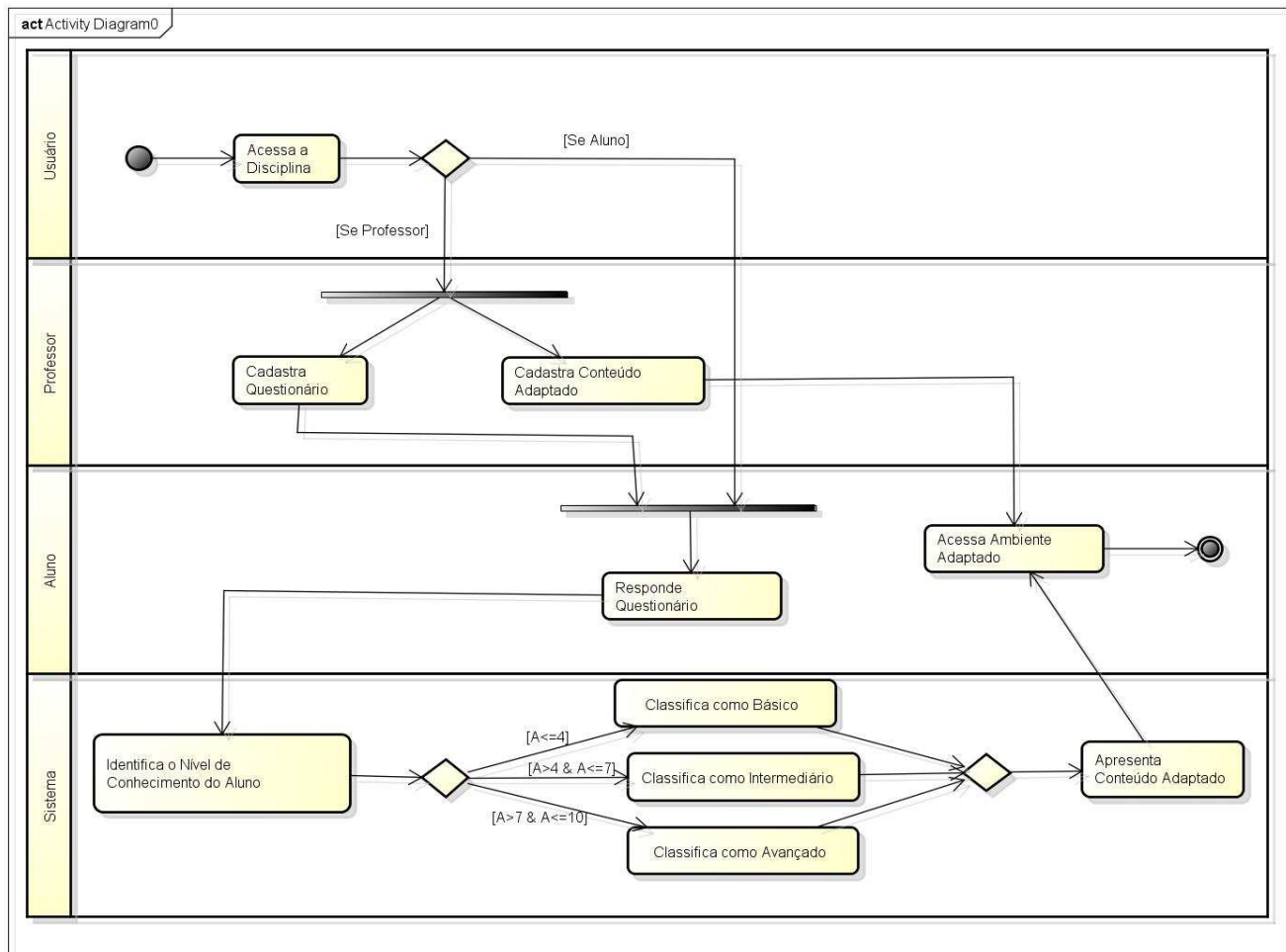


Figura 8 - Diagrama de Atividade do SystEX

Inicialmente, o professor realiza a inserção de conteúdos adaptados e questionários que são realizados do decorrer da disciplina. Em seguida, as informações são coletadas para dar início ao processo de formulação do contexto do aluno e adaptação do sistema de acordo com seus níveis. A coleta das informações de contexto é realizada pelos questionários, já descritos na seção 3.1.2. E por fim, o sistema classifica o nível atual de conhecimento do aluno apresentando assim o conteúdo adaptado para este.

O SystEX trata da identificação do nível de conhecimento, no qual por meio da aplicação de um questionário, ele define o perfil do usuário (Básico, Intermediário ou Avançado), e apresenta o conteúdo, realizando as adaptações no sistema. O questionário é obrigatoriamente aplicado ao usuário no momento do seu primeiro acesso ao ambiente, ou seja, ao realizar o *login* pela primeira vez, ele terá que responder ao questionário para poder ter acesso às demais páginas do ambiente.

O questionário do *SistEX* está disponível no Anexo B – Questionário Inicial e contém 10 questões elaboradas pelo professor responsável da disciplina, sendo 4 questões de nível básico, 3 questões de nível intermediário e 3 questões de nível avançado. A disposição das questões está organizada da seguinte maneira:

- Nível 1 = o aluno é classificado como básico e este corresponde à respostas certas ≤ 4 ;
- Nível 2 = o aluno é classificado como Intermediário e este corresponde à respostas certas >4 & ≤ 7 ;
- Nível 3 = o aluno é classificado como avançado e este corresponde à respostas certas >7 & ≤ 10 ;

Assim, o sistema coleta as respostas e associa o número de acertos ao tipo de perfil correspondente, por exemplo, o aluno teve 3 acertos este número está ligado ao nível básico.

Com o nível de conhecimento do usuário definido, ele poderá acessar a unidade inicial da disciplina disponível no ambiente. Ao entrar na unidade ele terá o conteúdo adaptado e poderá realizar suas atividades. Sendo que, toda vez que o aluno se sentir apto para alterar seu nível de conhecimento ele deverá requerer os testes, por exemplo, o aluno teve seu estado inicial classificado como básico, quando ele quiser mudar o seu nível ele vai solicitar o teste e dependendo do resultado ele mudará ou ficará no mesmo nível. Quando este aluno chegar ao nível avançado da unidade, para passar à próxima unidade de conteúdo ele deverá realizar uma avaliação no final desta e obter nota mínima 7 para evoluir para a próxima unidade de conteúdo, por exemplo, o usuário está no nível avançado da unidade 1, para passar à unidade 2 ele deverá ser avaliado para estar apto a visualizar o próximo conteúdo.

Com todas estas informações, o sistema realiza as adaptações utilizando a técnica e o método de HA adotado, conforme descrito na seção 4.1, selecionando conteúdos a serem apresentados na disciplina, de acordo com o nível de conhecimento do usuário. O diagrama de caso de uso, na Figura 9 apresenta de forma resumida todo o processo descrito anteriormente.

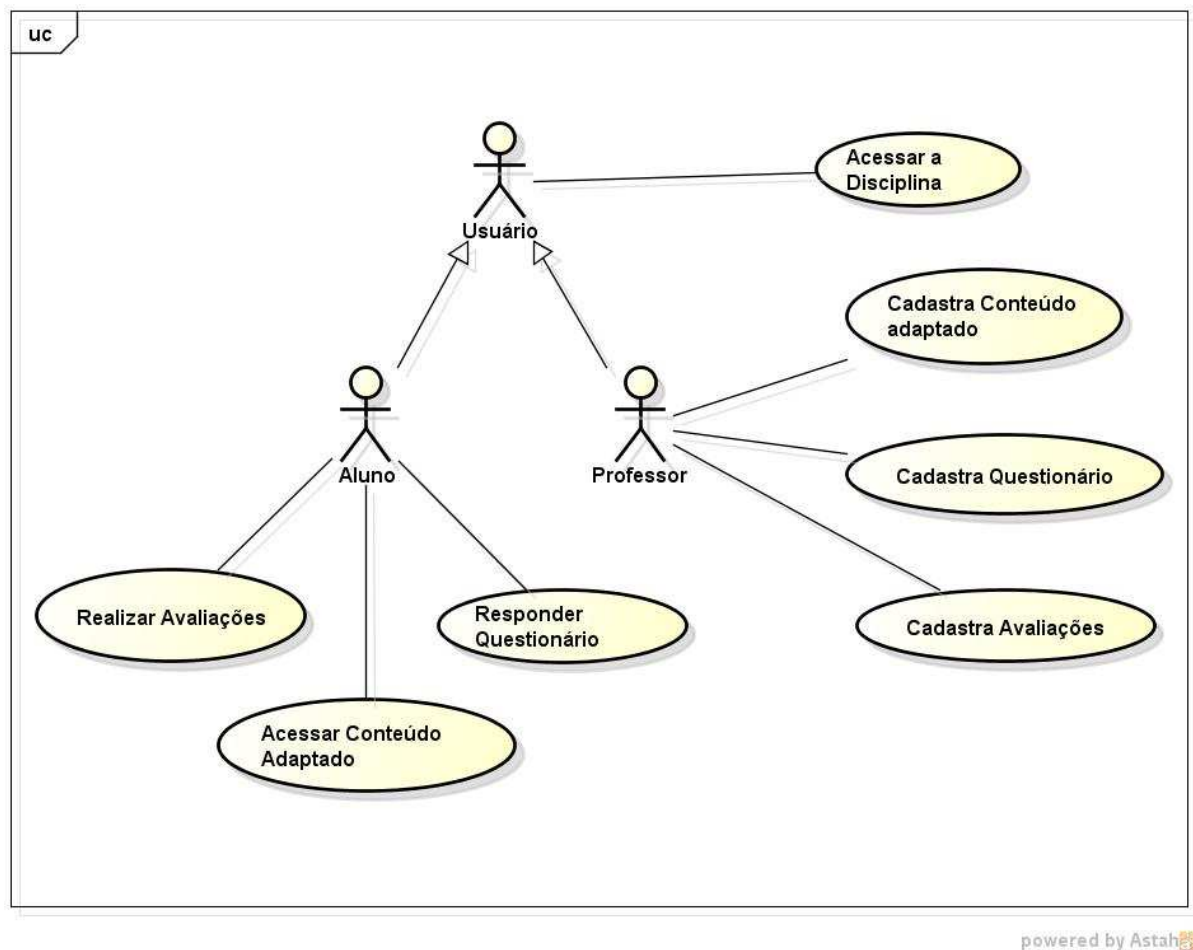


Figura 9 - Diagrama de caso de uso do *SistEX*

O usuário do tipo Professor desempenha um papel fundamental neste processo de adaptação do sistema de acordo com o contexto do usuário, visto que ele é responsável pela inserção dos conteúdos e da elaboração e inserção dos questionários. No momento em que realiza o *upload* dos arquivos, são apresentadas 7 opções para o professor assinalar, como se pode observar na Figura 10. Estas opções foram descritas anteriormente e realizam a classificação do arquivo inserido.

Optou-se por não definir como obrigatório a inserção de tipos de arquivos diferentes, visto que o professor deverá ter consciência de que está utilizando um ambiente adaptativo, no qual é necessária a inserção de diferentes tipos de arquivos e ferramentas. É importante ressaltar que o usuário do tipo professor acessa o ambiente normalmente, sem que nenhum tipo de adaptação seja realizado, visto que ele deve ter acesso e visualizar todos os recursos presentes na disciplina.

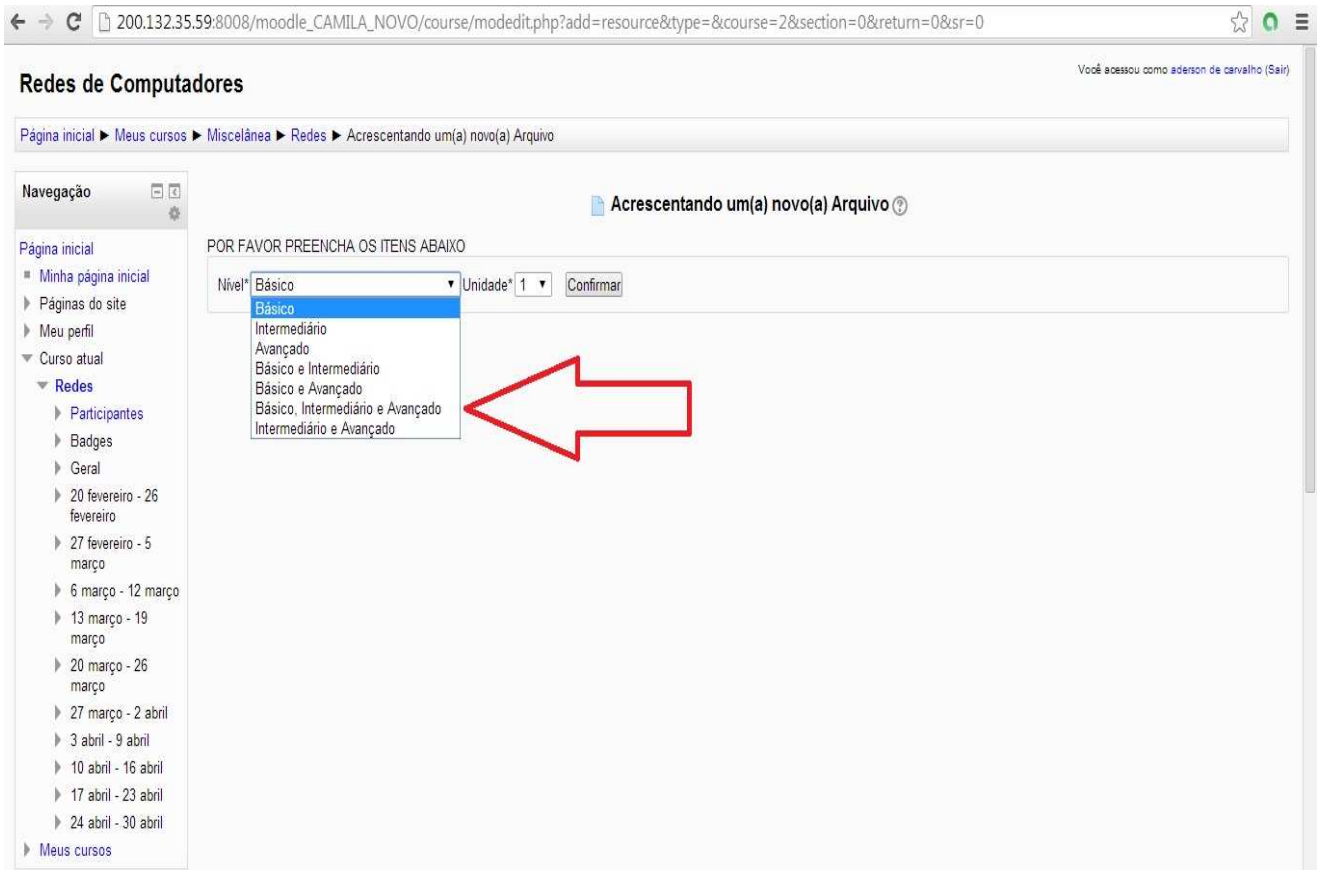


Figura 10 - Página modificada para inserir arquivos adaptados

Na próxima seção é apresentado o desenvolvimento do ambiente, no qual estão ilustrações do sistema em funcionamento, de forma que seja possível tornar mais detalhado todos os processos descritos nessa seção.

4.4. Resultados

O desenvolvimento do sistema foi feito com base nas especificações descritas na etapa de modelagem. Esta seção apresenta diversas ilustrações do ambiente, demonstrando o seu modo de operação no papel de aluno e do professor.

A Figura 11 apresenta o questionário inicial submetido ao usuário do tipo aluno, que deve responder ao realizar o seu primeiro acesso ao ambiente. Ele obrigatoriamente é direcionado para esta página e somente terá acesso às demais partes do ambiente após responder ao questionário.

Questionário Inicial da Disciplina

Por favor, Preenchendo o questionário abaixo, você ajuda o Moodle a ajustar a forma com que os conteúdos didáticos serão apresentados na sua conta, ficando mais adequado ao seu nível de conhecimento.

Usuário: aderson

1. Em Topologias de Redes, é correto afirmar que:

- rede em estrela não tem necessidade de roteamento, uma vez que concentra todas as mensagens no nó central.
- redes com topologia em anel podem empregar interfaces passivas, nas quais as falhas não causam a parada total do sistema.
- rede em estrela tem necessidade de roteamento, uma vez que concentra apenas parte das mensagens no nó central.
- rede com topologia em anel requer que cada nó central seja capaz de remover seletivamente mensagens da rede e passá-las à frente para o próximo nó central.
- Modularidade, independente da capacidade de chaveamento do nó central e impossibilidade de parada do sistema devido a falha no nó central, são vantagens da rede em estrela.

2. Analise as seguintes afirmações relacionadas à topologia de redes:

I - Uma rede em anel consiste de estações conectadas através de um caminho fechado. O anel não interliga diretamente às estações. Neste caso, uma série de repetidores interligados fisicamente são encarregados de conectarem estações à rede.

II - Em algumas configurações em anel a transmissão é unidirecional, permitindo que os repetidores sejam projetados de forma a transmitir e receber dados simultaneamente, diminuindo assim o retardo da transmissão.

III - Em redes em anel com transmissão unidirecional, quando uma mensagem é enviada por um nó ela entra no anel e fica circulando na rede até que complete um número de voltas igual ao número de nós existentes. Após isso, recebe a marcação indicativa de "a ser descartada" e, no próximo ciclo, será descartada pelo nó que colocou a referida marcação.

IV - A maior vantagem do uso de redes com topologia em anel é que a quebra ou falha em qualquer dos repetidores não compromete o funcionamento da rede. Essa característica torna a rede com topologia em anel uma das mais confiáveis e seguras.

Figura 11 - Questionário inicial no *SistEX*

São 10 questões ao total, 4 questões de nível básico, 3 questões de nível intermediário e 3 questões de nível avançado.

Na Figura 12 está a página inicial do *SistEX*, onde estão dispostos os cursos cadastrados e demais recursos disponíveis para o usuário administrador. É possível visualizar que a página inicial do ambiente não sofreu modificações, sendo mantido o seu formato original.

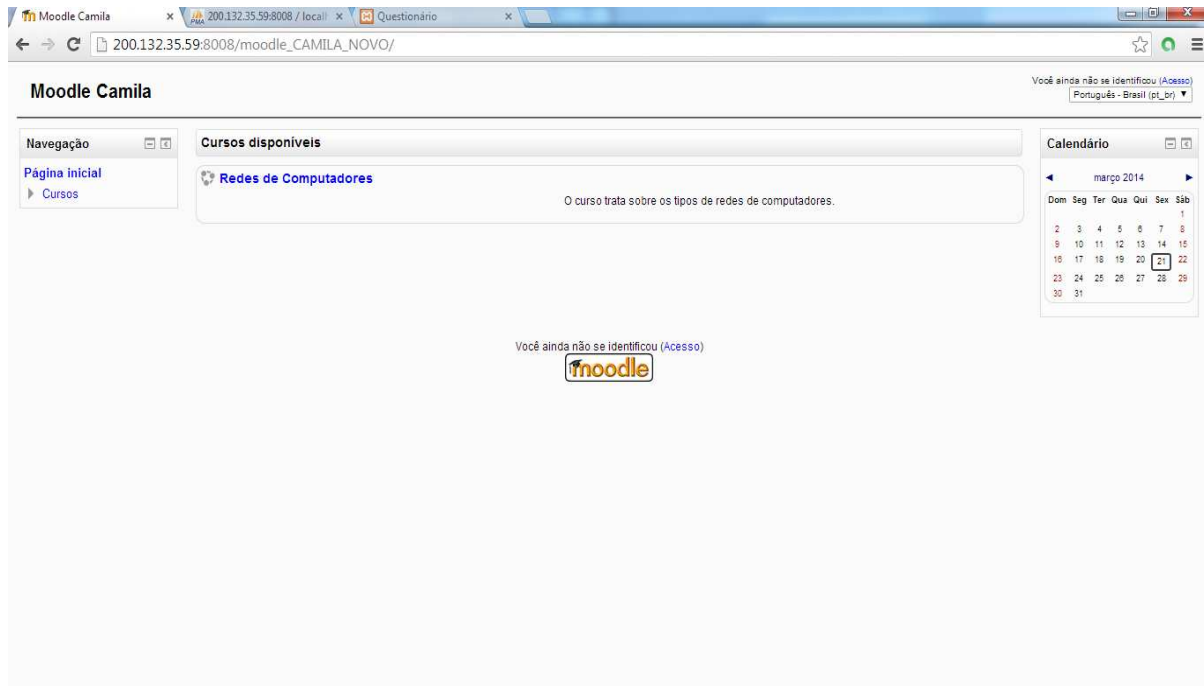


Figura 12 - Tela inicial do *SistEX*

No momento que o usuário acessa a disciplina (Figura 13), seu nível de conhecimento é mostrado e o conteúdo é apresentado de acordo com sua situação momentânea. Na figura é possível visualizar que o nível de conhecimento do usuário é Intermediário.

The screenshot shows a Moodle course page for 'Redes de Computadores'. The browser address bar indicates the URL: 200.132.35.59:8008/moodle_CAMILA_NOVO/course/view.php?id=2. The page title is 'Redes de Computadores'. The user is logged in as 'aderson de carvalho'. The navigation menu on the left includes 'Página inicial', 'Meus cursos', and 'Miscelânea'. The main content area displays 'BEM VINDOS À DISCIPLINA DE REDES DE COMPUTADORES' and 'UNIDADE 1'. A red circle highlights the text 'Seu nível..... intermediário' and 'Sua unidade..... 1', with a red arrow pointing to it. The right sidebar contains widgets for 'Pesquisar nos Fóruns', 'Últimas notícias', 'Próximos eventos', and 'Atividade recente'.

Figura 13 - Tela inicial da disciplina com as informações de contexto

A Figura 14 apresenta a página inicial da disciplina no *Moodle* sem haver nenhum tipo de adaptação, demonstrando como era o funcionamento do ambiente antes de serem realizadas as adaptações propostas. Nesse caso, o contexto do usuário não é considerado e todos os materiais e ferramentas disponíveis são apresentados na disciplina para o usuário.

The screenshot shows a Moodle course page for 'Redes de Computadores' with a different layout. The browser address bar indicates the URL: ead06.proj.ufsm.br/moodle/course/view.php?id=7981. The page title is 'REDES DE COMPUTADORES'. The user is logged in as 'ADERSON DE CARVALHO'. The main content area features a large banner with the course title 'Redes de Computadores' and 'Profª. Drª Roseclea Duarte Medina'. The left sidebar contains widgets for 'Atividades', 'Administração', 'Participantes', and 'Meus cursos'. The right sidebar contains a 'Boa noite' message and 'Últimas notícias'.

Figura 14 - Disciplina sem adaptações no *SistEX*

O usuário do tipo Professor, ao entrar na disciplina, a sua interface padrão é mantida com todos os tipos de materiais e ferramentas dispostas, ou seja, o contexto do usuário não é levado em consideração quando o acesso é realizado pelo professor. A única alteração para ele ocorreu na página de inserção de arquivos, conforme a Figura 15.

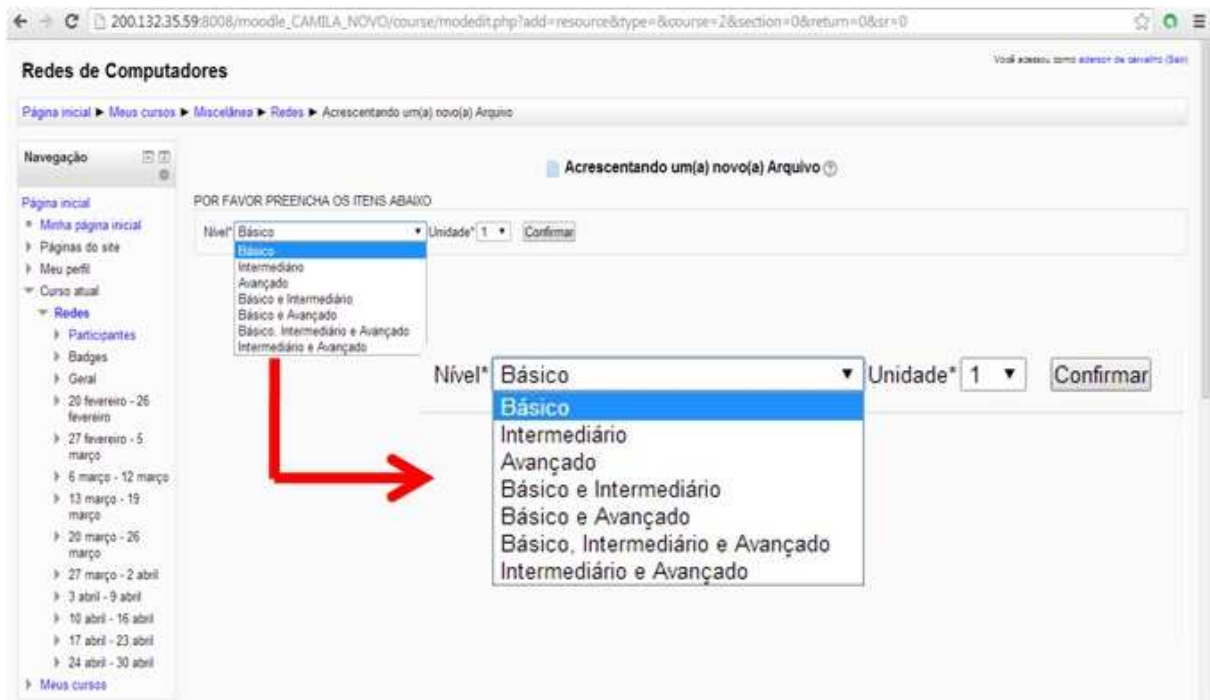


Figura 15 - Página modificada para inserir arquivos adaptados

Nesta página foram inseridos sete campos adicionais, sendo eles: Básico; Intermediário; Avançado; Básico e Intermediário; Básico e Avançado; Básico, Intermediário e Avançado; Intermediário e Avançado; os quais devem ser assinalados pelo professor quando adicionar o conteúdo. Este processo identifica aqueles conteúdos que são visualizados pelos alunos dentro de seus respectivos níveis de conhecimento.

A opção Básico, Intermediário e Avançado, foi introduzida com a finalidade de fornecer uma alternativa para o professor quando ele não tiver diferentes tipos de conteúdos para cada nível de conhecimento, ou seja, ele possui um determinado arquivo para aquela unidade, por exemplo, um vídeo. Assim, este conteúdo é apresentado para todos os usuários de forma obrigatória levando em consideração o nível de conhecimento que ele se encontra.

Toda esta apresentação do funcionamento do sistema, tanto das funcionalidades para o aluno, quanto para o professor foi apresentada, visando explicar claramente o seu

funcionamento. Na próxima seção são apresentados os testes realizados e as avaliações obtidas pelas respostas dos usuários.

5. AVALIAÇÃO DO *SistEX*

Nesta seção foi descrita de forma detalhada a avaliação elaborada no ambiente, que aborda os Testes de *Software* realizados com o módulo do *SistEX*. Além disso, também foi avaliada a utilização do sistema por um grupo de usuários que interagiram com os conteúdos em uma disciplina criada no *Moodle*.

Posteriormente, eles responderam a um questionário que avaliou a usabilidade do ambiente e o módulo implementado. Os resultados obtidos foram analisados com o auxílio de gráficos para averiguar qual a opinião dos usuários quanto ao módulo e funcionamento do ambiente. Todas estas etapas são abordadas nas seções a seguir.

5.1. Teste de *Software* no *SistEX*

O teste realizado no ambiente foi de caixa preta, que objetivou avaliar as suas funcionalidades, descartando assim a verificação envolvendo trechos de código fonte. Foi utilizado testes de sistema, no qual foi avaliado o ambiente como um todo no módulo desenvolvido.

Para isso foram formulados dois casos de teste que definiram o que seria verificado no módulo desenvolvido, assim como o seu funcionamento. As próximas seções apresentam os resultados obtidos no teste realizado, verificando se o funcionamento do ambiente está de acordo com as especificações.

5.1.1. Teste de Sistema no *SistEX*

Para a realização dos testes de sistema foram elaborados dois tipos de casos de teste, que foi abordada a unidade criada: *SistEX*. O Apêndice A – Caso de testes do Sistema contém os dois casos de teste executados, sendo estes descritos a seguir.

O primeiro caso de teste envolveu a avaliação das funcionalidades do módulo *SistEX*, conforme visto no Apêndice A – Caso de testes do sistema no qual são descritos os passos efetuados, os dados necessários e as condições para antes e depois da realização dos testes. Foram criados três usuários utilizando-se de dados sintéticos para executar as etapas descritas no caso de teste.

Foram estabelecidos três tipos de níveis de conhecimento possíveis no questionário aplicado. Com base na disposição das questões, de acordo com cada nível, conforme descrito na seção 4.3.1, para cada um dos usuários foi estabelecido um perfil diferente. Assim é possível verificar se o questionário está realizando de forma correta o cálculo das respostas e a definição do nível de conhecimento do usuário, assim como está adaptando conteúdos de acordo com seu nível.

A Tabela 1 apresenta os usuários utilizados nos testes e o respectivo nível de conhecimento definido para cada um destes. Para isso, com base na tabela de disposição das questões, eram respondidas as questões para definir o nível de conhecimento, sendo desta forma definido um perfil diferente para cada usuário.

Tabela 4 - Dados do teste de Sistema realizado no *SistEX*.

Usuário / Perfil	Básico (username: basico)	Intermediário (username: intermediario)	Avançado (username: avancado)
User_01 (id: 5)	X		
User_02 (id: 6)		X	
User_03 (id: 7)			X

É possível visualizar na tabela anterior que cada usuário teve um tipo diferente de perfil definido. Isso demonstra que o questionário aplicado está realizando de forma correta a verificação das respostas e a emissão do nível de conhecimento de cada usuário.

A Figura 16 reforça esta afirmação ao demonstrar o resultado dos testes realizados na tabela mdl_user do banco de dados, na qual foram inseridos o ID de cada usuário no *Moodle* e o seu tipo de perfil, conforme descritos no quadro anterior pelos atributos id e username, respectivamente.

	id	auth	confirmed	policyagreed	deleted	suspended	mnethostid	username
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	1	manual	1	0	0	0	1	guest
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	2	manual	1	0	0	0	1	admin
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	3	manual	1	0	0	0	1	ricardo
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	4	manual	1	0	0	0	1	aderson
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	5	manual	1	0	0	0	1	basico
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	6	manual	1	0	0	0	1	intermediario
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	7	manual	1	0	0	0	1	avancado
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	8	manual	1	0	0	0	1	user1
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	9	manual	1	0	0	0	1	user2
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	10	manual	1	0	0	0	1	user3
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	11	manual	1	0	0	0	1	user4
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Remover	12	manual	1	0	0	0	1	user5

Figura 16 - Dados sobre o nível de conhecimento de cada usuário

Outro fator relevante está no acesso dos usuários ao ambiente. Para todos eles foi apresentada a página do questionário em seu primeiro acesso, não sendo possível navegar por nenhuma outra parte do ambiente sem ter sido definido primeiramente o nível de conhecimento. Também foi realizada a verificação de tentar um acesso pela primeira vez ao ambiente, no qual foi apresentada a página do questionário, efetuando então a saída do sistema e posteriormente uma nova tentativa para acessar as páginas deste, porém sem sucesso. Mesmo no segundo ou terceiro acesso, todas às vezes o ambiente redirecionou para a página do questionário, não permitindo o acesso a seus recursos.

Com relação à adaptação dos conteúdos da disciplina, foi realizado o acesso com os três usuários para verificar se os conteúdos foram adaptados corretamente ao nível de conhecimento. A Figura 17 apresenta o acesso realizado com o usuário user1 à disciplina, cujo nível de conhecimento era básico, o conteúdo apresentado na unidade 1 a este usuário é o mais completo, já que este possui maior necessidade de aprendizagem.



Figura 17 - Adaptação dos conteúdos ao módulo *SistEX*

É importante ressaltar que a inserção do questionário no ambiente, definição do nível de conhecimento do usuário ocorreu de forma adequada, assim como a adaptação dos conteúdos de forma transparente na disciplina, como proposto com o uso da técnica de Hipermedia Adaptativa.

5.2. Avaliação do SistEX com usuários

A avaliação com usuários foi realizada por um grupo de 9 pessoas com conhecimentos avançados em informática, que possuíam experiência mínima de 1 ano com o ambiente *Moodle* em seu formato tradicional e pertenciam aos cursos de graduação e pós-graduação da Ciência da Computação. O roteiro sugerido para a interação com o ambiente foi o seguinte:

- realizar o acesso com o *login* e senha informados;
- responder ao questionário inicial para definir o seu nível de conhecimento;
- acessar a disciplina denominada de “Redes de Computadores” e verificar se as informações acerca do seu perfil foram apresentadas;
 - observar se os conteúdos foram adaptados de acordo com seu nível de conhecimento;
- acessar os conteúdos e interagir no ambiente;

- realizar os testes para verificar novamente se o seu nível de conhecimento era atualizado ou continuava sendo o mesmo;

Para a avaliação da interação dos usuários com o *SistEX* foi solicitado o preenchimento de um questionário, este sendo o SUS que avalia a usabilidade do sistema. Os resultados, a forma de mensuração e análise é apresentada nas próximas seções.

5.2.1. Resultados sobre o Questionário SUS

O questionário SUS avalia a capacidade de usabilidade de uma variedade de produtos ou serviços (BROOKE, 1996). Ele pode ser usado por um amplo grupo de profissionais de usabilidade para avaliar quase qualquer tipo de *interface* do usuário, incluindo *sites*, telefones celulares, sistemas de resposta de voz interativa (IVR), aplicações de TV, e, muito mais (BANGOR et al., 2009).

O SUS é composto por 10 questões (Anexo C – Questionário SUS) e possui cinco opções de resposta, que variam de “Discordo Plenamente” até “Concordo Plenamente”. A pontuação destas questões é feita com base na escala Likert (1932), sendo atribuídos os valores de 1 a 5.

Sua forma de avaliação não possui um nível de complexidade. Conforme explicado na pesquisa de Brooke (1996), para calcular a pontuação do SUS, primeiro deve-se somar as contribuições de pontuação de cada item do questionário. A pontuação de cada item irá variar de 1 a 5.

Para os itens 1, 3, 5, 7 e 9 a pontuação é a escala da posição menos 1. Para os itens 2, 4, 6, 8 e 10, a pontuação é de 5 menos a escala da posição. Por exemplo, se a resposta da questão 1 foi 4, então será subtraído $4 - 1$ e o resultado da questão é 3, sendo realizado o mesmo processo para todas as demais questões, conforme regra para cada questão, e aplicada a soma destes itens.

Com a soma das pontuações efetuada, é preciso multiplicar este resultado por 2,5 para obter o valor global do SUS. Este valor estará situado dentro em um intervalo de 0 a 100, no qual foram definidas escalas adjetivas de classificação para avaliar o valor obtido (Figura 18):

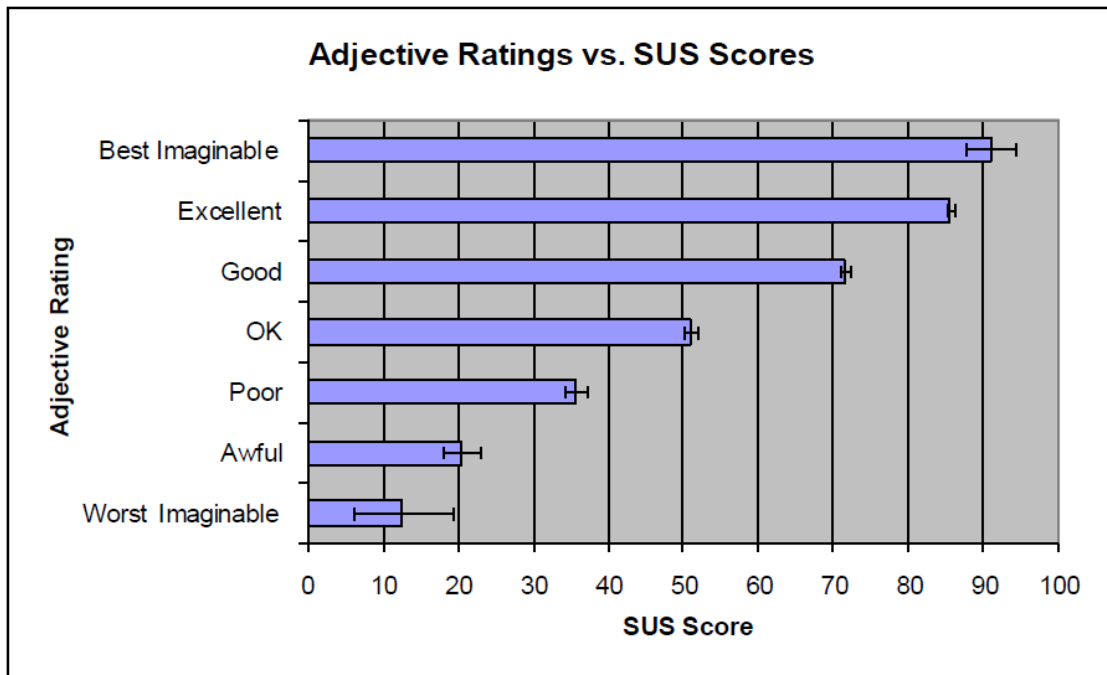


Figura 18 – Escala adjetiva de classificação do SUS

Foram criados intervalos de valores e atribuídos adjetivos para cada um destes, que variam desde “Pior imaginável” até “Melhor Imaginável”. Assim, com o valor global do SUS definido, é realizada sua classificação para determinar como foi avaliada a usabilidade do sistema verificado.

Com relação às respostas obtidas no questionário aplicado aos 9 usuários, a Tabela 5 apresenta o resultado de cada questão, assim como a soma das respostas e o resultado global do SUS. São apresentadas as respostas de cada questão e o seu respectivo *Score*, que é o resultado da subtração para cada questão, por exemplo, na questão 2 (Q2) o resultado assinalado pelo usuário 1 foi 2, sendo então aplicada a regra para ela ($5 - 2$), o *Score* obtido foi de 3.

A soma das respostas de cada usuário foi realizada por meio da adição de todos os *Score's* de cada um, por exemplo, no usuário 1 foram somados todos os *Score's* dele nas 10 questões, resultando em um total de 36 que foi multiplicado por 2,5 e definido o SUS deste usuário como 90.

Tabela 5 - Resultado final do SUS

Questão	Q1	S	Q2	S	Q3	S	Q4	S	Q5	S	Q6	S	Q7	S	Q8	S	Q9	S	Q10	S	Soma das repostas dos Usuário	SUS
Usuário																						
1	5	4	2	3	5	4	1	4	5	4	2	3	4	3	2	3	5	4	1	4	36	90
2	4	3	1	4	5	4	1	4	4	3	1	4	5	4	4	1	5	4	1	4	35	87,5
3	4	3	1	4	5	4	1	4	5	4	1	4	4	3	1	4	5	4	1	4	38	95
4	4	3	1	4	5	4	1	4	4	3	2	3	4	3	2	3	5	4	2	3	34	85
5	3	2	1	4	5	4	1	4	3	2	3	2	4	3	4	1	4	3	2	3	28	70
6	4	3	1	4	5	4	1	4	4	3	1	4	5	4	1	4	5	4	1	4	38	95
7	4	3	5	0	5	4	5	0	4	3	5	0	4	3	5	0	5	4	3	2	19	47,5
8	5	4	1	4	4	3	1	4	4	3	2	3	3	2	4	1	5	4	1	4	32	80
9	3	2	2	3	4	3	1	4	4	3	2	3	3	2	3	2	4	3	2	3	28	70
Soma		27		30		34		32		28		26		27		19		34		31		80

Com o SUS definido para cada usuário, foi realizada a soma destes valores e a sua divisão por 9, que foi o número de usuários que responderam ao questionário, o que resultou em uma média de 80. Na escala apresentada na Figura 18 é possível visualizar os intervalos e seus respectivos adjetivos, que neste caso pode ser classificado como Bom (*Good*).

As questões 1, 2, 3, 4, 9 e 10 foram avaliadas positivamente, obtendo uma soma de respostas maior que 27 pontos, levando em consideração os 9 usuários que avaliaram o ambiente. Isso significa em termos de pontuação, que as notas dadas estariam dentro do intervalo de resposta correspondente à 4 de 5, o que pode ser considerada uma avaliação positiva nessa primeira etapa de testes do ambiente envolvendo usuários. A avaliação da questão 5 e 7 também foi considerada positiva, visto que o valor final obtido foi satisfatório e encontra-se próximo às demais questões citadas anteriormente.

No que diz respeito às questões 6 e 8, o resultado obtido não pode ser considerado satisfatório, visto que os valores apresentados podem ser relacionados a um intervalo correspondente de uma pontuação 3, que pode ser classificado como mediano. As questões abordavam aspectos relacionados às inconsistências no ambiente e a trivialidade de usá-lo. Sua classificação intermediária condiz com o fato de que faltou o aprimoramento de sua interface.

A realização dos testes, auxiliaram na identificação de limitações envolvendo a implementação no ambiente, como no processo de adaptação do algoritmo *Q-Learning*, que ficou um pouco limitado em relação à idéia inicial, já que sua implementação geralmente é realizada juntamente com a utilização de um Agente Inteligente. Isso se deve à complexa estrutura do *Moodle*, que acabou demandando um tempo de estudo exclusivo somente para sua forma de funcionamento interno, para então ser possível iniciar as modificações propostas.

Assim, devido ao curto tempo restante, as mudanças realizadas sofreram estas limitações por terem sido identificados problemas no código na hora dos testes executados, que não puderam ser solucionados a tempo de sua utilização com usuários. Contudo, a resolução destes problemas já está sendo analisada e posta em prática para que os trabalhos futuros possam ter continuidade.

É importante ressaltar que mesmo com a integração do módulo no ambiente ter sido realizada, o funcionamento e o modo de operação do *Moodle* de forma geral foi mantido, sendo modificado apenas aspectos relacionados aos conteúdos apresentados e um ícone, para o usuário requisitar os testes de alterações nos seus níveis de conhecimento. Isso demonstra que os usuários que avaliaram o ambiente, apesar de já possuírem experiência de utilização no *Moodle* tradicional, não consideraram que as adaptações realizadas no AVA tenham prejudicado ou modificado a sua usabilidade, o que significa que a integração foi realizada com sucesso e não alterou o modo normal de funcionamento do *Moodle*.

Portanto, como visto anteriormente, o valor final do SUS de 80 foi classificado de acordo com a tabela adjetiva de intervalos pré-definidos como Bom. Essa qualificação foi considerada satisfatória para uma primeira avaliação do ambiente envolvendo usuários, visto que na grande maioria das questões disponíveis, as pontuações obtidas foram positivas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Com as transformações inseridas na área educacional, em que o modelo tradicional de ensino vem sendo suprido por novas formas de ensinar, o uso da tecnologia tem sido um fator importante neste processo de transição. Um exemplo está na utilização dos AVAs, como o *Moodle*, que fornecem informações para auxiliar nas tarefas realizadas pelos alunos.

Tendo em vista este novo cenário de aprendizagem, mais especificamente com relação ao uso do *Moodle*, ainda existem alguns aspectos que devem ser solucionados. Embora, o *Moodle* seja um ambiente consolidado na área educacional, ainda existem pontos a serem tratados em seu funcionamento, que são questões como o tratamento personalizado e individual relacionado ao perfil do usuário, assim como de outras ações ligadas ao seu contexto, como o nível de conhecimento que o usuário possui.

A necessidade de ambientes com atendimentos individuais aos usuários está presente no cenário atual. Um ambiente estático já não consegue atender de forma totalmente satisfatória as necessidades dos usuários, pois estes almejam que o ambiente esteja adaptado às suas necessidades e não que eles tenham que se adaptar para utilizá-lo. Portanto, através desta pesquisa foi realizada uma adaptação no ambiente *Moodle*, utilizando informações de contexto para se adequar às necessidades de aprendizagem dos usuários, tornando a utilização por parte dos alunos uma experiência desafiadora e complementar às atividades executadas em sala de aula.

Com a proposta do *SistEX*, se objetivou adaptar um ambiente que tinha como base o *Moodle*, no qual foi introduzido um módulo para formular um contexto do usuário e que se adaptasse a sua situação em tempo real. Dessa forma, um ambiente considerado estático e sem adaptações ao perfil do usuário foi modificado e busca se adaptar aos níveis de conhecimento dos usuários de acordo com seu contexto. Neste trabalho, como forma de avaliar o ambiente proposto, se conseguiu ainda modelar, implementar e realizar experimentos sobre o *SistEX*.

Assim, o uso do ambiente *SistEX* é uma proposta que visa contribuir para a solução de alguns problemas identificados em AVAs tradicionais e que tem dificultado o processo de aprendizagem de forma descentralizada para alguns alunos.

Pode-se elencar algumas contribuições obtidas com este trabalho:

- Análise extensiva na literatura de trabalhos envolvendo a subárea de níveis de conhecimento para mapear a maior quantidade possível de parâmetros existentes;

- Especificação, modelagem e implementação do *SistEX*, em que foi realizada a inserção de novas tabelas no banco de dados já existente do ambiente *Moodle*, assim como definida sua arquitetura e modo de funcionamento, o que possibilitou o seu desenvolvimento;
- Teste de Sistema realizado no ambiente auxiliou para que fosse possível identificar limitações existentes e também comprovar que o módulo proposto atingiu os objetivos dispostos neste trabalho;
- A sua avaliação com grupo de usuários que responderam ao questionário do SUS, que possui ampla utilização no meio acadêmico e já foi comprovadamente validado em diferentes tipos de pesquisas, o que permitiu a avaliação da usabilidade do *SistEX*;
- Apoio à criação de AVAs sensíveis ao contexto tendo como base o *Moodle*;
- Suporte para a adaptação de conteúdos personalizados de acordo com as necessidades dos usuários;
- Suporte à definição do nível de conhecimento do usuário;

Desse modo, a importância em desenvolver um sistema que se adapte ao nível de conhecimento do usuário, tem como objetivo, além de atingir as características de sistemas *u-learning* tem como característica principal reutilizar o sistema existente para os diferentes níveis de ensino. Então, este sistema adaptado de acordo com o nível de conhecimento do aluno, pode ser utilizado tanto para a graduação, como para a pós-graduação e cursos de extensão, reforçando a reusabilidade do sistema. O docente não tem que preparar vários cursos, já que tem disponível um ambiente que se adapta e apresenta o conteúdo adequado ao nível de conhecimento do aluno. Com isso, o esforço de quem elabora estes cursos vai estar restrito a somente uma elaboração e vai poder utilizar para diversos tipos de cursos, em um único ambiente que vai detectar o conhecimento do aluno e se moldar a ele.

Foi constatado, ao longo de todo o processo de desenvolvimento dessa dissertação, a existência de espaço para desencadear outras pesquisas nessa área. Algumas investigações são necessárias para que os AVAs tornem-se ambientes totalmente automáticos, adaptativos e cientes do contexto dos alunos contribuindo cada vez mais para a disseminação do *U-Learning*, são:

- Implementar um agente inteligente no *Moodle*, para manter a proposta de um ambiente cada vez mais dinâmico e automático na interação com seus usuários;
- Averiguar a existência de técnicas que realiza a identificação automática do tipo de conteúdo que o professor inseriu, por exemplo, se é artigos, *PDF*, *Word*, multimídia

etc., fazendo que os processos fiquem cada vez mais automatizados, pois atualmente na primeira versão do ambiente este processo é realizado de forma manual pelo professor;

- Realizar a validação do ambiente *SistEX* durante um período mínimo de um semestre (6 meses) em um grupo mais significativo de usuários de um mesmo curso e disciplina, que já tenham utilizado o *Moodle* durante um período mínimo de 1 ano e assim contam com experiência de uso neste tipo de AVA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULANET. Disponível em: <http://www.eduweb.com.br/elearning_tecnologia.asp> Acesso em maio. 2010.

BEIGL M.; ZIMMER T.; DECKER C. **A Location Model for Communicating and Processing of Context. Personal and Ubiquitous Computing.** December. Volume 6. No.5-6. Pages 341-357, 2002.

BELLAVISTA, P.; CORRADI, A.; FANELLI, M.; FOSCHINI, L. **A survey of context data distribution for mobile ubiquitous systems.** ACM Computing Surveys, 2012.

BEVAN, N.; BARNUM, C.; COCKTON, G.; et al. The “magic number 5.”CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI '03. Anais... p.698, 2003. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doi=765891.765936>>.

BROOKE, J. SUS-A quick and dirty usability scale. **Usability evaluation in industry**, v. 189, p. 194, 1996. London: Taylor & Francis.

BRUSILOVSKY, P. **Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction**, v.6, p. 87–129, 1996. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.16.7794&rep=rep1&type=pdf>>.

BRUSILOVSKY, (2001). Adaptive educational hypermedia. In International PEG Conference, pages 8–12. Citeseer.

BRUSILOVSKY, P. e MILLAN, E. (2007). User **models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems.** The adaptive web, pages 3–53.

BRUSILOVSKY, P. e PEYLO, C. (2003). Adaptive and intelligent Web-based educational systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13(2):159–172.

CHIU, P.; KUO, Y.; HUANG, Y.; CHEN, T.; **A Meaningful Learning based u-Learning Evaluation Model. In: Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies**, p. 77 – 81, 2008.

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

CONDUTA, B. C; MAGRIN, D. H. **Aprendizagem de Máquina.** Universidade Estadual de Campinas – São Paulo, 2010. Dissertação de Mestrado.

DEY, A. K. Understanding and Using Context. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 5, n. 1, p. 4–7, 2001. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s007790170019>>.

DIETTERICH, T. G. **An Overview of MAXQ Hierarchical Reinforcement Learning** - Corvallis, Oregon : Oregon State University, 2000.

DORÇA, F. A., LIMA, L. V., FERNANDES, M. A., LOPES, C. R. (2012): “**A Stochastic Approach for Automatic and Dynamic Modeling of Students' Learning Styles in**

Adaptive Educational Systems”. In: informatics in education *international journal* , vol. 11, número 2.

FALKEMBACH, G. A. M.; TAROUCO, L. M. R. **Hipermídia Adaptativa: um recurso para a adequação de ambientes e aprendizagem ao perfil do aprendiz**. Canoas: ULBRA, 2000. Revista Acta Scientiae, v.2, n.1/2, p. 67-75, jan/dez 2000.

FAULKNER, L. Beyond the five-user assumption: benefits of increased sample sizes in usability testing. **Behavior research methods, instruments, & computers : a journal of the Psychonomic Society, Inc**, v. 35, p. 379–383, 2003.

GARCINDO, L. A. S. **Uma abordagem sobre o uso da hipermídia adaptativa em ambientes virtuais de aprendizagem**, 2002. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.92.1880&rep=rep1&type=pdf>>.

GASPARINI, I., PIMENTA, M. S. **“Interface Adaptativa no Ambiente AdapWeb: navegação e apresentação adaptativa baseado no modelo do usuário”**. Dissertação submetida à avaliação como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, RS), 2003.

GIRAFFA, L. (1999). **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática. Programa de Pós-Graduação em Computação.

GOMES, E. H. (2013). **Personalização do E-Learning Baseado no Nível de Aquisição de Conhecimentos do Aprendiz**. 153f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do ABC, Santo André.

GRAF, S. e KINSHUK, C. (2010). **A Flexible Mechanism for Providing Adaptivity Based on Learning Styles in Learning Management Systems**. In 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pages 30–34. IEEE.

GUELPELI, M. V. C. (2003) **“Utilização de aprendizado por reforço para modelagem autônoma do aprendiz em sistemas tutores inteligentes”**, Tese apresentada à Divisão de Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica como parte integrante dos requisitos para obtenção de título de Mestre no Curso de Engenharia Eletrônica e Computação, Área de Informática.

IGLESIAS, A., MARTINEZ, P., ALER, R., e FERNANDEZ, F. (2009). **Learning teaching strategies in an adaptive and intelligent educational system through reinforcement learning**. Applied Intelligence, 31(1):89–106.

JUNIOR, L. A. C. **Aprendizado por Reforço Acelerado por Heurísticas no Domínio do Futebol de Robôs Simulados**. Centro Universitário da FEI – São Bernardo do Campo, 2007. Dissertação de Mestrado

KNAPPMAYER, M.; KIANI, S. L.; REETZ, E. S.; BAKER, N.; TONJES, R. Survey of Context Provisioning Middleware. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 15, n. 3, p. 1492–1519, 2013. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6422290>>.

LAGUARDIA, J.; PORTELA, M. C.; VASCONCELLOS, M. M. Avaliação em ambientes virtuais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 3, p. 513–530, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v33n3/a09v33n3.pdf>>.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes.** ,1932. Archives of Psychology.

LIMONGELLI, C., SCIARRONE, F., TEMPERINI, M., e VASTE, G. (2009). **Adaptive learning with the LS-plan system: a field evaluation.** IEEE Transactions on Learning Technologies, p. 203–215.

LOPES, R. S. e FERNANDES, M. A. (2009). **Adaptative Instructional Planning Using Workflow and Genetic Algorithms. In Computer and Information Science, 2009. ICIS 2009.** Eighth IEEE/ACIS International Conference on, p. 87–92. IEEE.

MONARD, M. C; BARANAUSKAS, J. A. **Conceitos sobre aprendizado de Máquina**, p. 89-114, (2003).

MOZZAQUATRO, P. M. **Adaptação do Mobile Learning Engine Moodle (MLE MOODLE) aos diferentes estilos cognitivos utilizando Hipermídia Adaptativa**, 2010. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3256>.

MYERS, G. **The Art of Software Testing, Second edition.** 2004

NETO, W. C. B. **Web semântica na construção de sistemas de aprendizagem adaptativos**, 2006. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/88636/227408.pdf?sequence=1>>.

NUNES, F. B. **UVLEQoC: a ubiquitous virtual learning environment with quality of context.** 2014. 175p. Dissertação (Mestrado em Computação) — UFSM.

OLIVEIRA, J. P. M. DE; BRUNETTO, M. A. DE O. C.; JUNIOR, M. L. P.; et al. Adaptweb: um ambiente para ensino-aprendizagem adaptativo na Web. **Educar**, p. 175–197, 2003. Curitiba. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/19728/000390846.pdf?sequence=1>>.

PALAZZO, L. A. M. **Modelos Pró-Ativos para Hipermídia Adaptativa**, 2000. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/24148>>.

PALOMINO, C. E. G. **Modelo de Sistema Tutorial e Inteligente para Ambientes Virtuais de Aprendizagem baseado em Agentes.** Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. Dissertação de Mestrado.

PERNAS, A. M. et. al. **Um Ambiente EAD Adaptativo Considerando o Contexto do Usuário.** 2009.

PESSOA, J. M. D. **Análise Funcional Comparativa de Algoritmos de Aprendizagem por Reforço.** Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2011. Dissertação de Mestrado.

- PIOVESAN, S. D. (2011). **U-SEA: um ambiente de aprendizagem ubíquo utilizando *cloud computing***. Universidade Federal de Santa Maria, 2011. Dissertação de Mestrado.
- POZZEBON, E. (2003). **Tutor Inteligente Adaptável Conforme as Preferências do Aprendiz**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. Dissertação de Mestrado.
- PRESSMAN, R. **Engenharia de Software - Uma abordagem profissional**. 7 Edição ed. 2011.
- RUMMERY, G. A; NIRANJAN, M. **Online Q-Learning using connectionist systems** - Cambridge : Tech. report CUED/F-INFENG/TR166, Cambridge University, 1994.
- SAMPSON, D.; KARAGIANNIDIS, C.; KINSHUK. Personalised Learning: Educational, Technological and Standardisation Perspective. **Interactive Educational Multimedia**, v. 4, p. 24–39, 2002. Disponível em: <[http://greav.ub.edu/iem/index.php?journal=iem&page=article&op=view&path\[\]=26&path\[\]=24](http://greav.ub.edu/iem/index.php?journal=iem&page=article&op=view&path[]=26&path[]=24)>.
- 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.
- SERRA, M. R. G. **Aplicações de Aprendizagem por Reforço em Controle de Tráfego Veicular Urbano**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Dissertação de Mestrado.
- SEVERINO, ANTONIO JOAQUIM. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2000.
- SILVA, M. M. **Uma Abordagem Evolucionária para o Aprendizado Semi-Supervisionado em Máquinas de Vetores de Suporte**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Dissertação de Mestrado.
- SILVA, G. T., ROSATELLI, M. C. (2005) “**Adaptação em um sistema educacional Hipermídia baseada na classificação de Perfis de usuários**”, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina.
- SUTTON, R. S. **Integrated Architectures for Learning, Planning, and Reacting based on Approximating Dynamic Programming** - San Francisco: GTE Laboratories Incorporated, 1990.
- SUTTON, R.S.; BARTO, A. G. **Reinforcement Learning: An Introduction**. A Bradford book, Cambridge, Massachusetts, 1998.
- TELEDUC. Disponível em: <<http://www.teleduc.org.br/>>. Acesso em agosto. 2009.
- TSIRIGA, V. e VIRVOU, M. (2004). **A framework for the initialization of student models in web-based intelligent tutoring systems**. User Modeling and User-Adapted Interaction, 14(4):289–316.

VICCARI, R. M. (1989). **Um tutor inteligente para a programação em lógica idealização, projeto e desenvolvimento**. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Universidade de Coimbra, Coimbra, p. 221, 1989.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. **Scientific American**, v. 265, p. 94–104, 1991.

WATKINS, C. J. C. H. **Learning from Delayed Rewards**. - Cambridge: Cambridge University, 1989.

YAHYA, S.; AHMAD E. A. ; K. A. JALIL, K. A.; **The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion**. In: **International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)**, Vol. 6, No. 1, 2010.

ZAINA, L.A. M. (2008) **“Avaliação do Perfil do Aluno Baseado em Interações Contextualizadas para Adaptação de Cenários de Aprendizagem”**, Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

APÊNDICES

Anexo A – Caso de testes do sistema

<Caso de Teste 01> - <Teste do módulo *SistEX*>:

Descrição: O usuário deverá acessar o ambiente e responder ao questionário inicial do *SistEX* para definir o seu nível de conhecimento, posteriormente acessar a disciplina em que está cadastrado. Nela, os conteúdos deverão estar adaptados ao nível de conhecimento que foi definido para o usuário.

Pré-Condições: O sistema deve estar disponível e em funcionamento. O usuário deverá estar criado no ambiente pelo administrador, porém o acesso a este não deverá ter sido realizado nenhuma vez, visto que o questionário é apresentado no primeiro acesso do usuário ao ambiente. Além disso, ele deverá estar cadastrado na disciplina para poder realizar o acesso à mesma.

Pós-Condições: Após o usuário responder ao questionário inicial do *SistEX*, o seu nível de conhecimento definido deverá ser apresentado na disciplina e o conteúdo deverá ser apresentado de acordo com o seu perfil. Agregando a isso, a opção de refazer o teste e verificar o seu novo nível de conhecimento deverá estar disponível na página inicial da disciplina.

Dados Necessários: *Login* e *Senha* do usuário no *Moodle*.

<Caso de Teste 02> - <Reavaliação do Nível>:

Descrição: O usuário estará autenticado no ambiente e irá interagir com os conteúdos da disciplina. Posteriormente, ele realizará novamente o teste de avaliação para verificar se existem mudanças em seu nível de conhecimento, ou continua o mesmo. O novo nível de conhecimento ou o mesmo deverá ser apresentado na disciplina e os conteúdos devem estar adaptados ao perfil do usuário.

Pré-Condições: O sistema deverá estar disponível e em funcionamento. O perfil do usuário já deverá estar definido e os conteúdos adaptados de acordo com seu nível de conhecimento. O usuário deverá estar logado e matriculado na disciplina.

Pós-Condições: Após o usuário interagir com os materiais da disciplina, ele responde ao questionário de avaliação e o seu perfil atualizado é apresentado na página inicial da disciplina. Os conteúdos devem estar adaptados ao perfil do usuário e a opção de refazer o teste deve estar disponível.

Dados Necessários: *Login* e *Senha* do usuário no *Moodle*.

Anexo B - QUESTIONÁRIO INICIAL

← → ↻ 200.132.35.59:8008/moodle_CAMILA_NOVO/login/testeNivelamento/questionario.php ☆ 🔍 📄

Questionário Inicial da Disciplina

Por favor, Preenchendo o questionário abaixo, você ajuda o Moodle a ajustar a forma com que os conteúdos didáticos serão apresentados na sua conta, ficando mais adequado ao seu nível de conhecimento.

Usuário: aderson

1. Em Topologias de Redes, é correto afirmar que:

- rede em estrela não tem necessidade de roteamento, uma vez que concentra todas as mensagens no nó central.
- redes com topologia em anel podem empregar interfaces passivas, nas quais as falhas não causam a parada total do sistema.
- rede em estrela tem necessidade de roteamento, uma vez que concentra apenas parte das mensagens no nó central.
- rede com topologia em anel requer que cada nó central seja capaz de remover seletivamente mensagens da rede e passá-las à frente para o próximo nó central.
- Modularidade, independente da capacidade de chaveamento do nó central e impossibilidade de parada do sistema devido a falha no nó central, são vantagens da rede em estrela.

2. Analise as seguintes afirmações relacionadas à topologia de redes:

I - Uma rede em anel consiste de estações conectadas através de um caminho fechado. O anel não interliga diretamente às estações. Neste caso, uma série de repetidores interligados fisicamente são encarregados de conectarem estações à rede.

II - Em algumas configurações em anel a transmissão é unidirecional, permitindo que os repetidores sejam projetados de forma a transmitir e receber dados simultaneamente, diminuindo assim o retardo da transmissão.

III - Em redes em anel com transmissão unidirecional, quando uma mensagem é enviada por um nó ela entra no anel e fica circulando na rede até que complete um número de voltas igual ao número de nós existentes. Após isso, recebe a marcação indicativa de "a ser descartada" e, no próximo ciclo, será descartada pelo nó que colocou a referida marcação.

IV - A maior vantagem do uso de redes com topologia em anel é que a quebra ou falha em qualquer dos repetidores não compromete o funcionamento da rede. Essa característica torna a rede com topologia em anel uma das mais confiáveis e seguras.

← → ↻ 200.132.35.59:8008/moodle_CAMILA_NOVO/login/testeNivelamento/questionario.php 🔍 ☆

Aplicativos Google Expansão e interioriz... Sociedade Brasileira ... WAMPSEVER Hom...

3. As redes de computadores hoje se tornaram quase tão importantes quanto os computadores que elas conectam. Sobre as redes, considere:

- I - Rede em malha representa uma das topologias mais tolerantes à falha, pois geralmente há vários caminhos entre cada par de nós.
- II - O ideal para um sistema de missão crítica (por exemplo, um sistema de controle de uma usina nuclear) é uma rede com topologia em anel.
- III - FTP, SMTP, TCP e HTTP são alguns dos protocolos encontrados na camada de aplicação da pilha do protocolo TCP/IP.
- IV - A camada de enlace da pilha do protocolo TCP/IP serve como uma interface entre a camada de rede e o meio físico por meio do qual a informação é transportada.

Está correto o que consta APENAS em:

- IV.
- II, III e IV.
- I e II.
- I e IV.
- III.

4. Considere as seguintes características:

- Vulnerabilidade a falha no nó central;
- Roteamento centralizado;
- Ligações ponto a ponto;
- Todas as mensagens passam pelo nó central;
- Custos dos meios físicos sobem proporcionalmente com o aumento da quantidade de estações em relação a outras topologias.

Com respeito à topologia de redes:

- Todas se aplicam ao tipo Barramento.
- Apenas as duas últimas se aplicam ao tipo Estrela.
- Todas se aplicam ao tipo Estrela.
- Apenas as duas primeiras se aplicam ao tipo Anel.
- Todas se aplicam ao tipo Anel.

5. A topologia física de uma rede refere-se ao layout físico utilizado na instalação da mesma. Se um escritório possui 8 microcomputadores, os quais formam uma rede local através de conexões 10Base-T a um hub, a topologia física de sua rede é classificada como sendo em:

- Anel.
- Barra.
- Coluna.
- Estrela.
- Linha.

6. Assinale a opção que apresenta somente topologias físicas utilizadas em redes de computadores.

- Anel e estrela.
- Anel e serial.
- Paralela e anel.
- Paralela e estrelas.
- Paralela e serial.

7. O cabo coaxial é um tipo de cabo condutor usado para transmitir sinais. Este tipo de cabo é:

- Dividido em dois tipos, UTP e STP.
- Constituído por diversas camadas concêntricas de condutores e isolantes.
- Constituído por luz, devido a sua imunidade a ruídos.
- Constituído por meio de dois canais de comutação de pacotes.
- Constituído por meio de um feixe de fios trançados do tipo fino (10Base2) ou do tipo grosso (10Base5).

8. Sobre tipos de cabeamento de redes, considere:

I - O cabo coaxial foi o último tipo de cabeamento que surgiu no mercado.

II - A vantagem do cabo do tipo par trançado, que pode ter transmissão tanto analógica quanto digital, é não ter interferências de ruídos (eletromagnéticos e rádio frequência).

III - A transmissão de dados por fibra ótica é realizada pelo envio de um sinal de luz codificado, dentro do domínio de frequência do infravermelho, a uma velocidade de 10 a 15 MHz.

Está correto o que se afirma APENAS em

- II e III.
- III.
- I.
- I e II.
- I e III.

9. Para os cabos utilizados na montagem de redes de computadores, assinale a afirmativa INCORRETA.

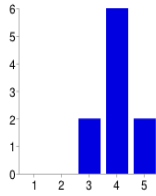
- Um cabo UTP contém pares de cabos de cobre isolados torcidos um sobre o outro para reduzir a interferência eletromagnética.
- Um cabo coaxial thinnet pode ser conectado a um cabo coaxial thicknet através de um transceptor.
- Cabos STP são menos suscetíveis à diafonia do que os UTP e suportam taxas mais altas de transmissão.
- Cabos de fibra ótica são imunes a interferência eletromagnética.
- Conectores do tipo RJ-45 são utilizados para conectar cabos coaxiais a microcomputadores.

10. Os cabos UTP de categoria 5 e categoria 5e podem transmitir dados, respectivamente, até a uma taxa de

- 10 Mbps e 20 Mbps.
- 10 Mbps e 100 Mbps.
- 20 Mbps e 100 Mbps.
- 100 Mbps e 256 Mbps.
- 100 Mbps e 1000 Mbps.

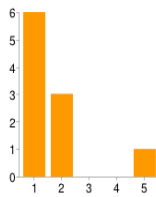
Anexo C – Questionário SUS

Gostaria de usar este Ambiente frequentemente



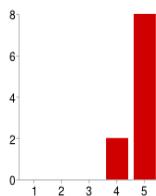
1	0	0%
2	0	0%
3	2	20%
4	6	60%
5	2	20%

Achei que o Ambiente era desnecessariamente complexo



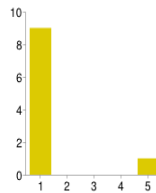
1	6	60%
2	3	30%
3	0	0%
4	0	0%
5	1	10%

Achei que o Ambiente fácil de usar



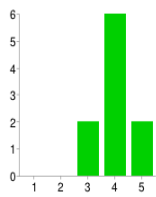
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	2	20%
5	8	80%

Penso que iria precisar de apoio técnico para usar o Ambiente



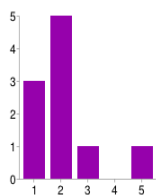
1	9	90%
2	0	0%
3	0	0%
4	0	0%
5	1	10%

Achei as várias funcionalidades do Ambiente bem integradas



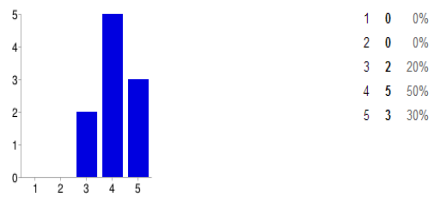
1	0	0%
2	0	0%
3	2	20%
4	6	60%
5	2	20%

Penso que havia demasiada inconsistências no Ambiente

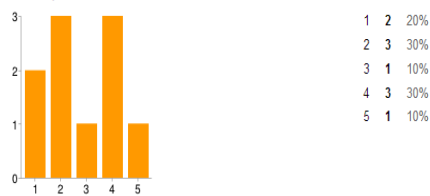


1	3	30%
2	5	50%
3	1	10%
4	0	0%
5	1	10%

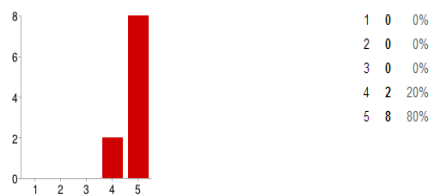
Imagino que a maioria das pessoas aprenda a usar rapidamente o Ambiente



Achei que o Ambiente não era trivial de usar



Senti-me muito confiante para usar o Ambiente



Preciso aprender muito antes de poder usar este Ambiente



Observações

Foi criado um add-on ou plugin para esse tipo de atividade? Em caso negativo, a utilização destes pode auxiliar na migração entre versões além de isolar o código interno ao Moodle. Em caso positivo, parabéns pelo trabalho :D As cores ajudam a tornar o ambiente menos cansativo. No idioma inglês as informações de nível e unidade continuam em português. acredito que o botão iniciar o teste poderia ter outro nome, ele parece uma atividade ou prova da disciplina e não uma forma de avançar para outra unidade

Número de respostas diárias

