

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

ISABELA GASPARINI

**Aspectos Culturais no Modelo do Usuário  
em Sistemas Adaptativos Educacionais:  
Fundamentos, Proposta e Experimentação**

Tese apresentada como requisito parcial para a  
obtenção do grau de Doutor em Ciência da  
Computação

Prof. Dr. Marcelo Soares Pimenta  
Orientador

Prof. Dr. José Palazzo Moreira de Oliveira  
Co-orientador

Porto Alegre, dezembro de 2013.

## CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Gasparini, Isabela

Aspectos Culturais no Modelo do Usuário em Sistemas Adaptativos Educacionais: Fundamentos, Proposta e Experimentação/ Isabela Gasparini – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2013.

150 f.:il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação. Porto Alegre, BR – RS, 2013. Orientador: Marcelo Soares Pimenta; Co-orientador: José Palazzo Moreira de Oliveira.

1.Aspectos Culturais. 2.Sistemas Adaptativos  
3.Experimentação. I. Pimenta, Marcelo Soares. II. Palazzo de Oliveira, José. III. Aspectos Culturais no Modelo do Usuário em Sistemas Adaptativos Educacionais: Fundamentos, Proposta e Experimentação.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Vladimir Pinheiro do Nascimento

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Luís da Cunha Lamb

Coordenador do PPGC: Prof. Luigi Carro

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS sobre todas as coisas! Ao meu marido Marcos Kimura, sempre paciente, companheiro e dedicado. A minha família, especialmente a meus pais e meu irmão Vinícius, pela educação e carinho sempre presentes. Agradeço a toda minha família e amigos pela compreensão de minha ausência nos diversos momentos em que não pude estar presente.

Agradeço aos meus orientadores, professor Marcelo Soares Pimenta e José Palazzo Moreira de Oliveira, por me guiarem em todo o processo, por irem muito além do que se espera de um orientador, aqui presto todo meu carinho, respeito e amizade. Também agradeço a orientação da professora Amel Bouzeghoub, minha orientadora no período sanduíche na TELECOM SudParis, pela dedicação e parceria.

Aos amigos da UFRGS, em especial aos que passaram a grande parte deste doutorado comigo, Daniel Lichtnow, Giseli Rabello Lopes, Ana Marilza Pernas, Leila Weitzel, Alencar Machado, Eduardo Borges, Lucinéia Heloisa Thom, Guilherme Medeiros Machado. Agradeço a colaboração dos professores da UFRGS, especialmente aos professores Carlos A. Heuser, Renata de Matos Galante, Leandro Krug Wives, aos pesquisadores colaboradores dos projetos AdaptSur, Prosul, Coffecub, Universal (representados pelos pesquisadores Silvia Schiaffino, Victoria Eyharabide, Alicia Diaz, Regina Motz, Alejandro Fernandez), aos amigos da UDESC (em especial a Avanilde Kenczinski).

A amiga Vanesa Pinilla, que me abrigou em Tandil no período de pesquisa do projeto AdaptSur. Aos amigos e pesquisadores da TELECOM SudParis no período do doutorado Sanduíche.

Aos amigos de Porto Alegre, Eliane e Roberto Iranço, por me acolherem em todo o período. Ao pessoal do vôlei que aguentou toda a minha falta de coordenação às terças-feiras! Ao colega Javier Suarez, da *Universidad de Calca*, que me auxiliou com a tradução do material para o espanhol. Agradeço a ajuda do amigo Daniel Lichtnow na preparação do material para os experimentos. Ao estatístico Ricardo Miranda por todo o auxílio prestado para a validação dos experimentos.

Agradeço aos membros da banca pelas preciosas considerações. Aos órgãos de fomento CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

Agradeço também a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, me auxiliaram para a realização deste trabalho e que por um esquecimento não estão nomeados aqui.

Dedico este trabalho aos meus pais, José Gasparini e Maria Helena Z. Gasparini, meu amor incondicional.

## RESUMO

Embora os sistemas *e-learning* sejam utilizados por diferentes tipos de usuários, com diferentes perfis e culturas, geralmente ele é criado e mantido sem levar em conta essa diversidade. Em tempos em que os sistemas baseados na *web* precisam fornecer suporte para uma quantidade cada vez maior de material e torná-lo disponível para as diferentes populações em todo o mundo, a introdução do conceito de cultura nos sistemas baseados na *web* está se tornando uma necessidade, um desafio, e uma questão relevante e oportuna. De fato, considerar a cultura tanto em informática na educação quanto na interação humano-computador é uma questão importante, pois a cultura tem um forte impacto sobre muitos processos cognitivos e afetivos relacionados com a aprendizagem. Além disso, pessoas com diferentes origens culturais desenvolvem interpretações e estratégias alternativas, que conseqüentemente, são refletidas em suas interações com as tecnologias de aprendizagem.

Esta tese apresenta uma nova abordagem para a modelagem de usuários em sistemas adaptativos educacionais, levando em consideração o contexto cultural complementar a 3 outros tipos de informação contextual: tecnológica (relacionada à plataforma e ao dispositivo), educacional (relacionada aos estilos de aprendizagem e a outros aspectos pedagógicos) e pessoal (relacionada com as preferências e informações pessoais dos alunos). Estas características contextuais visam melhorar as capacidades de personalização, fazendo uso de um conjunto de ontologias para representar as propriedades de contexto do usuário. De fato, o contexto cultural de um usuário molda sua percepção sobre características do sistema: um determinado contexto cultural possivelmente faz com que um usuário se concentre em um conjunto de informações e ignore outros. Assim, as características do sistema apropriadas para uma cultura podem não ser adequadas para outras; e o projeto do sistema precisa ser facilmente adaptado para diferentes culturas. Como um mecanismo de teste desta pesquisa, um sistema *e-learning open-source* chamado AdaptWeb<sup>®</sup> foi ampliado para incorporar a nossa abordagem de adaptação baseada no contexto cultural.

As principais características da nossa abordagem são descritas, representando explicitamente a rica noção de contexto como uma extensão da modelagem tradicional do usuário. Nossa abordagem detalha (i) como a adoção de ontologias é usada para a representação do modelo contextual e (ii) como as questões culturais são introduzidas na interface do usuário (apresentação, componentes de diálogo e conteúdo), melhorando a usabilidade e tornando a personalização mais adequada. Para avaliar nossa proposta, realizamos um experimento com um grupo de 65 estudantes de três países, com foco em alguns aspectos de usabilidade relacionados às extensões do AdaptWeb<sup>®</sup> e a satisfação do usuário sobre a adaptação cultural fornecida.

**Palavras-Chave:** Adaptabilidade, modelo do usuário, aspectos culturais, sensibilidade ao contexto.

# **Cultural Aspects on the User Model in Adaptive Educational Systems: Fundamentals, Approach and Experiments**

## **ABSTRACT**

Although normally used by different types of users, with different profiles and cultures, an e-learning system (ELS) usually is created and maintained without taking into account a diversity-orientation. In times when web-based system needs to provide support for an ever increasing amount of material and make it available for local-language populations across the world, the introduction of the culture concept in web-based systems is becoming a necessity, a challenge, and a timely and relevant issue. In fact, considering culture in technology-enhanced learning and human computer-interaction is an important issue since culture has a strong impact on many cognitive and affective processes related to learning. Also, people with different cultural backgrounds develop alternative interpretations and strategies consequently reflecting in their interactions with learning technologies.

This thesis presents a new approach to user modeling in adaptive e-learning, taking into account cultural context complementary to 3 other types of contextual information: technological (related to platform-oriented and device-specific characteristics), educational (related to learning styles and other pedagogical aspects) and personal (related mainly with students' personal information and preferences). These contextual characteristics aim to improve personalization capabilities, making use of a set of ontologies for representing explicitly user's context properties. Indeed, an user's cultural context shapes his/her perception of system features: a given culture context will possibly cause an user to focus on a set of information and ignore others. Thus, system features appropriated for one culture may not be suitable for others; and system design needs to be easily adapted for different cultures as well. As the testbed of this research, an actual open-source e-learning system called AdaptWeb<sup>®</sup> was extended in order to incorporate our approach of cultural-aware context-based adaptation.

The main features of our approach are described, representing explicitly the rich context as an extension of traditional student modeling. Our description also details (i) how the adoption of ontologies is used for context models representation and (ii) how cultural issues are introduced in the user interface (presentation, dialog components and contents), improving usability and making personalization more adequate. In an effort to evaluate our ideas, we conducted an experiment with a group of 65 students of three countries focusing on some usability aspects of AdaptWeb<sup>®</sup> extensions and the user's satisfaction about the culture-oriented adaptation provided.

**Keywords:** Adaptability, user model, cultural aspects, context-awareness.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W1H	<i>Who, What, Where, When, How and Why</i>
AdaptWeb <sup>®</sup>	Ambiente de Ensino Aprendizagem Adaptativo na Web
AF	Análise Fatorial
API	<i>Application Programming Interface</i>
CAE	<i>Cultural Artifacts in Education</i>
CAP	<i>Calendar Apprentice</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CATS	<i>Culturally-Aware Tutoring Systems</i>
CDD	<i>Culture-Centred Design</i>
CLUE	<i>Culturally Localized User Experience</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CUMO	<i>Cultural User Model Ontology</i>
CVM	<i>Cultural Viewpoint Metaphors</i>
DC	Dependente de Campo
EAD	Educação a Distância
IC	Independente de Campo
IDV	Individualismo <i>versus</i> Coletivismo ( <i>Individualism</i> )
IHC	Interação Humano-Computador
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
LIFIA-UNLP	Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada – Universidad Nacional de La Plata
LOCO	<i>Learning Object Context Ontologies</i>
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
LTO	Orientação temporal de Longo Prazo ( <i>Long Term Orientation</i> )
MAS	Feminilidade <i>versus</i> Masculinidade ( <i>Masculinity</i> )
MOCCA	<i>MOdelling Culture for Cultural Adaptivity</i>
MU	Modelo do Usuário
OA	Objeto de Aprendizagem

OWL	<i>Web Ontology Language</i>
PDI	Poder da distância ( <i>power distance</i> )
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
SA	Sistema Adaptativo
SAE	Sistema Adaptativo Educacional
SHA	Sistema Hipermídia Adaptativo
SQL	<i>Structured Query Language</i>
UAI	Prevenção de Incerteza ( <i>Uncertainty avoidance</i> )
UDELAR	Universidad de la República
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNLP	Universidad Nacional de La Plata

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Categorias de contexto (ZIMMERMANN, LORENZ E OPPERMAN, 2007).....	32
Figura 2.2: Camadas sobre os diferentes aspectos culturais.....	40
Figura 3.1: Ontologia CAE-L (CHANDRAMOULI ET AL. 2008).....	60
Figura 3.2: Ontologia Cultural (GUZMÁN E MOTZ, 2005). .....	60
Figura 3.3: Ontologia para personalização cultural (BOSSARD, 2008).....	61
Figura 3.4: Ontologia CUMO (REINECKE E BERNSTEIN, 2013).....	62
Figura 4.2: Exemplificação do modelo proposto .....	70
Figura 4.3: Ontologia pessoal.....	71
Figura 4.4: Ontologia educacional .....	72
Figura 4.5: Ontologia tecnológica .....	72
Figura 4.6: Ontologia cultural .....	73
Figura 4.7: Exemplificação com base nos cenários descritos .....	75
Figura 4.8: Arquitetura do ambiente AdaptWeb <sup>®</sup> (GASPARINI, 2003) .....	77
Figura 4.9: Esquema de cada disciplina no ambiente.....	77
Figura 4.10: Organização da estrutura no ambiente.....	78
Figura 4.11: Uma mesma disciplina acessada por três diferentes cursos.....	78
Figura 4.12: Estrutura dos conceitos da disciplina para cada curso .....	79
Figura 4.13: Interface no ambiente do aluno no modo livre .....	80
Figura 4.14: Interface no ambiente do aluno no modo tutorial .....	80
Figura 4.15: Arquitetura estendida do Ambiente AdaptWeb <sup>®</sup> .....	81
Figura 4.16: Alterações no XML para identificação da cultura .....	84
Figura 4.17: Prototipação do Ambiente aluno do AdaptWeb <sup>®</sup> .....	85
Figura 4.18: Nova interface do ambiente aluno do AdaptWeb <sup>®</sup> .....	86
Figura 4.19: Novo mapa navegacional do ambiente aluno do AdaptWeb <sup>®</sup> .....	86
Figura 4.20: Materiais complementares para um aluno da Argentina.....	87
Figura 4.21: Cenário 1 do aluno brasileiro .....	89
Figura 4.22: Cenário 2 do aluno argentino .....	89
Figura 5.1: Processo de escolha do design experimental .....	95
Figura 5.2: Tarefas a serem executadas no experimento.....	96
Figura 5.3: Randomização de cada tarefa.....	96
Figura 5.4: Proposta inicial para a Avaliação de Usabilidade.....	97
Figura 5.5: Diagrama de estados sobre o Processo de execução do experimento.....	100
Figura 5.6: Regiões de um teste de hipóteses.....	103
Figura 5.7: Representação do conceito de Análise Fatorial .....	104
Figura 5.8: Perfil dos participantes quanto ao gênero e faixa etária.....	106
Figura 5.9: Perfil dos participantes argentinos com habilidade no idioma inglês.....	106
Figura 5.10: Perfil dos participantes uruguaios com habilidade no idioma inglês.....	107
Figura 5.11: Perfil dos participantes brasileiros com habilidade no idioma inglês.....	107

Figura 5.12: Navegadores utilizados no experimento .....	109
Figura 5.13: Comparação das interfaces tópico Navegação.....	112
Figura 5.14: Comparação das interfaces tópico Hierarquia .....	113
Figura 5.15: Comparação das interfaces tópico Densidade.....	113
Figura 5.16: Comparação das interfaces tópico Imagem .....	113
Figura 5.17: Comparação das interfaces tópico Estrutura.....	113
Figura 5.18: Comparação das interfaces tópico Cor-saturação .....	114
Figura 5.19: Comparação das interfaces tópico Orientação .....	114
Figura 5.20: Comparação das interfaces tópico Usabilidade .....	114
Figura 5.21: Determinação gráfica sobre o número de fatores.....	115
Figura 5.22: Representação do plano fatorial.....	116
Figura 5.23: Escolha do modo de navegação preferencial .....	119
Figura 5.24: Termos presentes sobre a escolha da Interface Adaptada culturalmente.	119
Figura 5.25: Cronologia das publicações .....	126

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Atributos de usabilidade encontrados nos diferentes trabalhos.....	17
Tabela 2.2: Estilos de Aprendizagem segundo o modelo de Felder e Brent (2005) .....	25
Tabela 2.3. Resumo das Técnicas de Representação de Contexto .....	36
Tabela 2.4: Valores dos índices encontrados de alguns países .....	42
Tabela 2.5 Aspectos de aprendizagem versus dimensões culturais de Hofstede .....	51
Tabela 2.6: Recomendações no <i>design</i> da interação baseadas nas dimensões de Hofstede .....	52
Tabela 4.1: Valores score das dimensões de Hofstede para cada país envolvido nos experimentos da tese.....	83
Tabela 4.2: Recomendações para as alterações do ambiente AdaptWeb® .....	83
Tabela 5.1: Conteúdo da disciplina ‘Introdução a Realidade Virtual’ .....	93
Tabela 5.2: Conteúdo abordado da disciplina ‘Introdução a SQL’ no dia do experimento .....	94
Tabela 5.3: <i>Latin Square</i> - Tarefas x Interface .....	97
Tabela 5.4: Tipos de Erros.....	103
Tabela 5.5: Estilos Cognitivos de Aprendizagem dos participantes argentinos.....	108
Tabela 5.6: Estilos Cognitivos de Aprendizagem dos participantes uruguaios.....	108
Tabela 5.7: Estilos Cognitivos de Aprendizagem dos participantes brasileiros.....	109
Tabela 5.8: Quanto à questão 32 – Sobre a linguagem utilizada nos rótulos.....	117
Tabela 5.9: Quanto à questão 33 – Sobre as preferências em materiais na língua materna .....	117
Tabela 5.10: Quanto à questão 34 – Importância de materiais em idiomas que o participante tem proficiência .....	117
Tabela 5.11: Quanto à questão 35 – Importância de material em outros idiomas para realizar as tarefas solicitadas .....	118
Tabela 5.12: Quanto à questão 36 – Ícones úteis destacando exemplos e materiais complementares .....	118

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1	Motivação e Problemática da Pesquisa.....	14
1.2	Objetivos.....	14
1.3	Organização do Texto.....	15
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
2.1	Usabilidade e Experiência do Usuário .....	16
2.1.1	Métricas de Usabilidade.....	18
2.2	Sistemas Adaptativos.....	18
2.3	Modelo do Usuário.....	21
2.3.1	Informação Contextual .....	26
2.4	Obtenção do Modelo do Usuário .....	27
2.5	Contexto e Modelagem Contextual .....	28
2.5.1	Contexto.....	29
2.5.2	Sistemas Cientes do Contexto ( <i>Context-aware computing</i> ) .....	32
2.5.3	Situação e Cenário .....	34
2.6	Modelagem Contextual em Sistemas Adaptativos.....	35
2.7	Dimensões sobre Cultura .....	37
2.7.1	Definição de cultura.....	37
2.7.2	Dimensões Culturais proposta por Hofstede .....	40
2.7.3	Categorias da Cultura segundo Moran, Harris e Moran .....	43
2.8	Interação Humano-Computador e Aspectos Culturais.....	45
2.8.1	Aspectos Culturais no Design de Interação .....	45
2.8.2	Aspectos Culturais na Avaliação de Usabilidade.....	49
2.8.3	IHC e as Dimensões de Hofstede .....	50
2.9	Discussão do capítulo.....	54
<b>3</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS.....</b>	<b>55</b>
3.1	Trabalhos Relacionados ao Contexto do Usuário.....	55
3.2	Trabalhos Relacionados às Questões Culturais .....	57
3.3	Discussão do capítulo.....	63
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO DA PROPOSTA .....</b>	<b>64</b>
4.1	Visão Geral.....	64
4.2	Abordagem Proposta.....	66
4.2.1	Modelagem Contextual do Usuário em Ambientes <i>E-learning</i> .....	66
4.2.2	Dimensões de Contexto e Contexto Cultural.....	69
4.2.3	Aumentando a capacidade de Personalização através do Contexto do Usuário. 73	

<b>4.3 Ambiente AdaptWeb</b> .....	<b>76</b>
4.3.1 Extensão da Arquitetura do AdaptWeb® .....	81
<b>4.4 Características Culturais para o Mecanismo de Adaptação no AdaptWeb®</b> .	<b>83</b>
<b>4.5 Implementação</b> .....	<b>84</b>
4.5.1 Alterações no Ambiente Aluno do AdaptWeb® .....	85
4.5.2 Captura e Evolução das Informações Contextuais e Técnicas de Adaptação.....	87
4.5.3 Cenários de uso reais .....	88
<b>4.6 Discussão do capítulo</b> .....	<b>90</b>
<b>5 EXPERIMENTAÇÃO</b> .....	<b>91</b>
<b>5.1 Projeto do Experimento</b> .....	<b>91</b>
5.1.1 Participantes e Requisitos técnicos .....	92
5.1.2 Variáveis e Tipo de Participação .....	92
5.1.3 Desenvolvimento dos materiais .....	92
5.1.4 Design experimental .....	95
<b>5.2 Elaboração dos Instrumentos de avaliação</b> .....	<b>97</b>
5.2.1 Elaboração do Questionário de Satisfação.....	98
5.2.2 Elaboração do Experimento em Laboratório .....	99
<b>5.3 Realização dos Experimentos</b> .....	<b>99</b>
5.3.1 Processo de execução do Experimento .....	99
5.3.2 Testes piloto e alterações necessárias .....	101
5.3.3 Execução do experimento .....	101
<b>5.4 Análise dos dados</b> .....	<b>102</b>
5.4.1 Avaliação das tarefas .....	102
5.4.2 Métodos estatísticos para a avaliação do experimento .....	102
<b>5.5 Análises dos Resultados Obtidos</b> .....	<b>105</b>
5.5.1 Perfil dos participantes e Análise dos recursos tecnológicos.....	105
5.5.2 Quanto à satisfação do usuário .....	109
5.5.3 Quanto à eficácia e eficiência da interação.....	120
<b>5.6 Discussão do capítulo</b> .....	<b>123</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>124</b>
<b>APÊNDICE A - CADASTRO NO AMBIENTE</b> .....	<b>140</b>
<b>APÊNDICE B - VISÃO PARCIAL DO QUESTIONÁRIO SOBRE ESTILO COGNITIVO</b> .....	<b>142</b>
<b>APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	<b>143</b>
<b>APÊNDICE D - TAREFAS DOS EXPERIMENTOS</b> .....	<b>144</b>
<b>APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO</b> .....	<b>145</b>
<b>APÊNDICE F - PRODUÇÃO RELACIONADA AO TRABALHO</b> .....	<b>148</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A área de IHC (Interação Humano-Computador) é uma área da Ciência da Computação preocupada com o projeto, a implementação e a avaliação da interação entre seres humanos e sistemas computacionais (Stephanidis 2001). O objetivo da área de IHC é dar condições para que os sistemas computacionais sejam úteis, eficientes, eficazes, seguros e usáveis. A interface do usuário, ou simplesmente interface, é a parte do sistema com o qual o usuário entra em contato físico, cognitivo e perceptivo (Moran 1993).

Com a integração de diversos ambientes e dispositivos, o conceito tradicional ainda existente na área da computação, em que vários usuários, com diferentes características, utilizam a mesma interface padronizada – abordagem “*one size fits all*” se tornam insuficientes. Ao invés do usuário precisar se adequar à tarefa, os ambientes computacionais devem estar mais adaptados às características e às necessidades de cada usuário, visto que eles podem ter diferentes habilidades, características, preferências, e utilizarem diferentes tecnologias.

Neste contexto surgem os Sistemas Adaptativos ou Personalizados (doravante abreviados SA), sistemas capazes de adaptar seu estado de acordo com o perfil, comportamento e o contexto do usuário. Ele utiliza o modelo do usuário, e para construí-lo necessita de várias informações sobre as características do usuário, tais como habilidades, conhecimento, necessidades, preferências, comportamento do usuário e sua forma de interação com o sistema (Weibelzahl 2005), (Schwertner et al. 2007).

SAs trazem um novo panorama, podendo melhorar a interação do usuário com sistemas computacionais. Eles utilizam as características do usuário para adaptar/personalizar o modelo do usuário (MU) auxiliando também a interface para que ela seja adaptada ao perfil do mesmo.

Este é um grande campo de investigação e envolve diversas áreas da Ciência da Computação, como IHC (em especial interfaces adaptativas, usabilidade, interfaces internacionais e culturais), Engenharia de Software, Banco de Dados, Modelagem do Usuário, Inteligência Artificial, Sistemas Hipermedia, Mineração de Dados, Modelagem Conceitual, Sistemas de Recomendação, Educação a Distância, entre outras, fazendo com que a área de Sistemas Adaptativos se torne cada vez mais atrativa e desafiadora para a realização de estudos e pesquisas científicas.

Este trabalho trata da problemática de obter, representar e usar a modelagem do usuário para prover sistemas adaptativos educacionais (SAE), focados na questão cultural. Deste modo, este trabalho deve analisar como inserir novos atributos de personalização que sejam aderentes aos já implantados e que sejam automaticamente ajustáveis aos sistemas atuais.

## 1.1 Motivação e Problemática da Pesquisa

Um dos aspectos mais importantes nos sistemas interativos em geral é encontrar a melhor maneira em que a informação possa ser apresentada aos usuários. Em um mesmo ambiente, podem ser encontradas diversas classes de usuários com características e objetivos bem diferentes. Deste modo, começaram as investigações por novas maneiras de apresentar os conteúdos em diferentes formas para os diversos usuários, criando os denominados sistemas adaptativos (Boticario e Gaudioso 2000).

SAs são sistemas capazes de adaptar seu estado de acordo com o perfil, comportamento navegacional e o contexto do usuário. Neste contexto, deve-se entender como representar o modelo do usuário, analisar quais características e como essas podem ser adaptadas, como realizar a análise do usuário frente ao ambiente e ainda como o modelo do usuário pode ser utilizado e representado em um SA.

Esta tese visa identificar as situações em que os sistemas adaptativos ampliam possibilidades para a melhoria da interação do usuário frente ao sistema. Para isso é nossa tarefa investigar, definir, avaliar alternativas e implementar suporte computacional para a modelagem do usuário, bem como descobrir as características que este suporte deve apresentar. Dentre as características do usuário, este trabalho foca especialmente no contexto cultural do usuário, devendo para isso, analisar os diferentes aspectos culturais que podem auxiliar o ambiente educacional a apresentar uma personalização mais rica para seu usuário.

Esta pesquisa está localizada na intersecção da área de IHC, sistemas adaptativos e personalizados, modelagem do usuário, sistemas cientes de contexto e em adaptação cultural. Seguindo a motivação deste trabalho, as questões a serem analisadas por esta pesquisa são:

- 1) Como prover mecanismos para coletar, representar e levar em conta as questões culturais para a adaptação?
- 2) Como tornar o modelo cultural aderente ao modelo do usuário existente?

## 1.2 Objetivos

O presente trabalho tem o **objetivo geral** de investigar e implementar mecanismos de adaptação ao contexto cultural em sistemas Web de forma que seu uso seja naturalmente integrável a seus mecanismos de interação com o usuário. Isto envolve a investigação e a integração de conceitos (ou a formulação de novos) e o desenvolvimento de protótipos e sua experimentação em diferentes contextos. Esta investigação visa que os mecanismos hoje existentes - resultantes de trabalho já realizado pela equipe (Gasparini et al. 2004, Freitas et al. 2002, Palazzo M. de Oliveira et al. 2003) – possam evoluir e serem integrados a outros contextos.

Como objetivos mais específicos, este trabalho visa:

- Identificar as características do usuário para a Modelagem do Usuário;
- Criar de um novo modelo do usuário agregando contexto cultural do usuário.

As contribuições principais deste trabalho são:

- Integração de diferentes conceitos, modelos, técnicas e tecnologias, originárias das áreas de Interação Humano-Computador, Sistemas Adaptativos, Modelagem do Usuário e Sistemas Ciente de Contexto.
- Definição, implementação e avaliação de propostas concretas de soluções computacionais adaptadas pelo contexto cultural do usuário.
- Design de avaliação experimental replicável e documentado, apresentando uma abordagem para a avaliação de sistemas.
- Determinação de critérios e procedimentos para generalização de algumas das propostas – criadas e experimentadas inicialmente em um domínio específico – para outros contextos; em suma, determinar quais, quando e como os resultados do trabalho podem ser generalizados a outros domínios.

### **1.3 Organização do Texto**

Esta tese está estruturada como segue. O capítulo dois apresenta a fundamentação teórica do trabalho, destacando os principais conceitos relacionados à tese, tais como o conceito de usabilidade, sistemas adaptativos e modelagem do usuário. Também explora a obtenção do modelo do usuário, o contexto e a modelagem contextual, os sistemas cientes do contexto. O capítulo também apresenta a modelagem contextual em sistemas adaptativos, fazendo uma análise sobre o uso das técnicas de representação do contexto. Neste capítulo também são abordados o conceito de cultura e suas dimensões, especialmente focando na dimensão de Hofstede, e depois a ligação dos aspectos culturais com a área de IHC.

O capítulo três explora os trabalhos relacionados, especialmente focando nos trabalhos relacionados ao contexto do usuário, e nos trabalhos relacionados às questões culturais.

O capítulo quatro trata da descrição da proposta deste trabalho. Primeiro o capítulo explora a visão geral da proposta, seguindo do detalhamento da abordagem. Em seguida o ambiente AdaptWeb<sup>®</sup> é apresentado, e a extensão da arquitetura do AdaptWeb<sup>®</sup> é explicada. As características culturais para o mecanismo de adaptação no ambiente são explanadas, e a implementação do ambiente é descrita.

O capítulo cinco apresenta a experimentação do trabalho. O capítulo explica o projeto do experimento, explorando os aspectos principais para o planejamento. Também é especificada a elaboração dos instrumentos de avaliação. Toda a realização dos experimentos é explorada, destacando o processo de execução, os testes pilotos realizados e a execução do experimento. O capítulo é finalizado com a avaliação do experimento.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a revisão da literatura sobre a temática da tese. A seção 2.1 apresenta os conceitos de usabilidade e experiência do usuário, a seção 2.2 conceitua os sistemas adaptativos, a seção 2.3 explora o modelo do usuário, a seção 2.4 discute sobre a obtenção do modelo do usuário, a seção 2.5 explora o conceito de contexto e modelagem contextual. A seção 2.6 destaca a modelagem contextual em sistemas adaptativos, apresentando as abordagens para a representação de contexto. A seção 2.7 descreve as dimensões sobre cultura, explicando o conceito de cultura, as dimensões existentes e a proposta de Hofstede para a dimensão nacional. A seção 2.8 analisa a relação da área de Interação Humano-Computador (IHC) com os aspectos culturais, apresentando recomendações no design de interação. A seção 2.9 faz a discussão do presente capítulo.

### 2.1 Usabilidade e Experiência do Usuário

O sucesso de um sistema interativo é determinado pelos seres humanos que o usam e, portanto, é profundamente afetado pela sua facilidade de uso, pela sua capacidade de desfazer ações indesejadas e de auxiliar a minimizar erros – que correspondem a alguns dos critérios de usabilidade que torna o sistema agradável e eficiente - na perspectiva dos seus usuários. ‘Usabilidade’ é um termo que vem sendo usado em substituição ao obsoleto e antropomórfico ‘amigabilidade’ para significar ‘Qualidade de uso’. De fato, usabilidade não é apenas mais recente, mas sim, um conceito mais amplo e consistente e sua investigação tem sido objeto de estudo de uma área multidisciplinar: a Interação Humano-Computador (IHC).

Um sistema interativo é utilizado quando interagimos com sua interface para alcançar determinados objetivos em um contexto de uso específico. A interface e a interação devem ser adequadas para que os usuários possam aproveitar o suporte computacional oferecido pelo sistema (BARBOSA e SILVA 2010).

Tradicionalmente, as metas de usabilidade se preocupam com um conjunto de critérios de usabilidade específicos, *e.g.*, eficiência, enquanto que, mais recentemente, as metas da experiência do usuário têm se preocupado em explicar a natureza da experiência do usuário, *i.e.*, como as pessoas se sentem em relação a um produto e ao prazer e satisfação em utilizá-lo. É importante notar que a distinção entre os dois tipos de metas não é clara, uma vez que a usabilidade é fundamental para a qualidade da experiência do usuário e, inversamente, os aspectos da experiência do usuário; por exemplo, como a experiência é apresentada e sentida estão ligados a quão usável é o produto (ROGERS, SHARP E PREECE 2013).

Nielsen (1993) associa a usabilidade a cinco atributos: facilidade de aprendizagem para os novatos, eficiência, facilidade de recordação/lembrança, quantidade/taxa de erros e satisfação. A facilidade de aprendizagem para os novatos se refere ao tempo e esforço necessários para que o usuário aprenda a utilizar o sistema com certo nível de desempenho. A eficiência de uso refere-se ao nível de desempenho, para usuários experientes. A facilidade de lembrar/recordar está relacionada aos usuários casuais.

Uma classificação bastante aceita é a fornecida pela ISO 9241-11 (1998), que define usabilidade como “o grau em que um produto é utilizado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação, em um contexto de uso específico”. Segundo a norma ISO, **eficácia** está relacionada com a capacidade de os usuários interagirem com o sistema para alcançar seus objetivos corretamente, a **eficiência** está relacionada com os recursos necessários para os usuários interagirem com o sistema e alcançarem seus objetivos, e **satisfação** dos usuários está relacionada com a experiência de utilizar o sistema interativo no contexto de uso.

Shneiderman e Plaisant (2010) ampliam o conceito apresentado pela norma ISO, em formas mais práticas: tempo de aprendizagem, velocidade de desempenho, taxa de erros dos usuários, retenção ao longo do tempo e satisfação subjetiva.

Rubin e Chisnell (2008) abrangem a noção de usabilidade, somando as questões de: utilidade, eficiência, eficácia, o quanto pode ser aprendida, satisfação, e ser acessível. Útil em relação ao grau que um produto permite que o usuário alcance seus objetivos, avaliado pela disposição do usuário em utilizar o produto. Eficiência é o quão rápido os objetivos do usuário podem ser alcançados de forma exata e precisa (completa). O grau de aprendizagem é uma parte da eficácia e trata da habilidade de operar o sistema a um determinado nível de competência após algum tempo predeterminado de treinamento. Também pode se referir a habilidade de usuários não frequentes de relembrar o sistema após períodos de inatividade. A satisfação se refere à percepção do usuário, seus sentimentos e opiniões sobre o produto, geralmente capturados por questionários escritos e orais. Os usuários estão mais aptos a executar produtos que atendem suas necessidades. A acessibilidade é tornar o produto usável para qualquer pessoa, independente de suas deficiências.

Outros trabalhos importantes na área de IHC fazem suas próprias definições sobre o conceito de usabilidade e de qualidade de uso (Seffah e Metzker, 2009). Esses trabalhos estão agrupados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Atributos de usabilidade encontrados nos diferentes trabalhos

<i>Referência</i>	<i>Atributos</i>
Constantine e Lockwood (1999)	Eficiência no uso, ser fácil de aprender ( <i>learnability</i> ), ser fácil de lembrar como usar, confiabilidade no uso e satisfação do usuário.
Shackel (1991)	Eficácia (velocidade e taxa de erros); capacidade de aprendizado (tempo para aprender e retenção); atitude.
Abowd, Coutaz e Nigay (1992)	Facilidade de aprendizado (previsibilidade, capacidade de ser facilmente sintetizado, familiaridade, generalização) Flexibilidade de interação (iniciativa de diálogo, <i>multithreading</i> , tarefas com capacidade migratórias, substitutividade, multimodalidade, personalização) Robustez interação (observabilidade, recuperação, tempo de resposta, conformidade da tarefa)
Bevan (2009)	Eficácia, eficiência, satisfação (grau de apreciação, prazer, conforto, confiança), flexibilidade e segurança.

### 2.1.1 Métricas de Usabilidade

Uma métrica é o modo de medir ou avaliar um fenômeno ou dado particular (Tullis e Albert 2008). Pode-se dizer que algo é “maior” ou “mais rápido”, porque se pode medir ou quantificar algum atributo do que se está avaliando, tal como a altura, a velocidade, etc. Este processo requer um consenso de como medir o que se está avaliando, e também requer uma forma consistente de fazer a quantificação.

As métricas de usabilidade estão relacionadas com a experiência pessoal do usuário e ela revela a interação do humano com o sistema: aspectos de eficácia (ser capaz de completar a tarefa), eficiência (a quantidade de esforço necessário para completar a tarefa) e a satisfação (o grau em que o usuário estava feliz com sua experiência enquanto executava a tarefa). As métricas de usabilidade medem algo em relação à pessoa e seu comportamento ou atitude frente ao sistema. As métricas podem ser quantificadas, ou seja, virar um valor, número ou contadas de alguma maneira; ou ainda podem dizer respeito a questões mais qualitativas, suportadas por metas mais subjetivas, como a satisfação do usuário ou as metas ligadas à experiência do usuário.

Este trabalho foca tanto nas métricas quantitativas quanto nas métricas qualitativas sobre a usabilidade, utilizando o conceito presente na norma ISO 9241-11 (1998).

## 2.2 Sistemas Adaptativos

A usabilidade é um fator chave no *design* de web sites de sucesso, e interfaces web apresentam problemas específicos de usabilidade (ISO 9241-151, 2008):

- Os usuários diferem em conhecimento, habilidades, linguagem e outros fatores; por exemplo, uma interface Web que funciona bem para especialistas no assunto pode não funcionar para usuários comuns;
- Os objetivos dos usuários variam consideravelmente - por exemplo, um site otimizado para um conjunto de tarefas (como transações de e-commerce) pode ser pouco otimizado para os usuários cujas tarefas são diferentes (tais como para coleta de informação);
- Navegadores diferentes ou agentes de usuário, muitas vezes apresentam o conteúdo da Web de diversas maneiras - por exemplo, o *layout* das páginas individuais pode mudar.

Os Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA) ou simplesmente Sistemas Adaptativos (SA), são sistemas capazes de adaptar seu estado de acordo com o comportamento e o contexto do usuário. Ele utiliza o modelo do usuário, e para construí-lo necessita de várias informações sobre as características do usuário tais como habilidades, conhecimento, necessidades ou preferências, e também sobre o comportamento navegacional do usuário e sua forma de interação com o sistema (Weibelzahl, 2005), (Schwertner et al. 2007).

SA são sistemas que podem melhorar a interação do usuário com sistemas computacionais. Eles utilizam a análise das características do usuário para personalizar o modelo do usuário (MU) auxiliando também a interface para que ela seja adaptada ao perfil do mesmo. SA trazem um novo panorama, modificando o conceito tradicional ainda existente na área da computação – “*one size fits all*”, em que vários usuários, com diferentes características, utilizam a mesma interface padronizada (Brusilovsky, 2012).

Usuários com diferentes metas e conhecimentos podem estar interessados em diferentes porções da informação apresentada em uma página web e podem utilizar diversos *links* para a navegação entre as páginas. SA tentam superar estes problemas utilizando representação do conhecimento a partir do modelo do usuário para adaptar a informação e os *links* a serem apresentados. A adaptação pode também ajudar o usuário no sentido navegacional, o qual é particularmente relevante na *web*. Conhecendo as metas e os conhecimentos dos usuários, SA podem apoiá-los em sua navegação limitando o espaço navegacional, sugerindo os *links* mais relevantes para seguir, ou provendo comentários/observações adaptados aos *links* visíveis.

O processo de adaptar uma aplicação computacional às necessidades de um usuário é chamado de adaptabilidade (também identificado como personalização ou adaptação) e aproveita o conhecimento adquirido deste usuário pela análise do seu comportamento e dos seus dados adquiridos. Em contraste com o processo chamado de adaptatividade (ou customização) que é um processo iniciado e conduzido pelo usuário em que o mesmo fornece algum perfil através de um diálogo ou questionário, a personalização é iniciada e dirigida pelo sistema, e dessa forma requer que o sistema monitore o comportamento do usuário a fim de realizar a adaptação automaticamente (Armentano, 2006, Koch 2001, De Bra 1999). Algumas vezes o sistema necessita utilizar questionários ou testes para ter uma impressão mais exata do estado do usuário, entretanto, a maioria da adaptação é baseada nas ações de navegação e interação do usuário, e em seu comportamento (De Bra, 1999). A personalização pode ser feita modificando apresentações e formas de acesso preestabelecidas ou construindo-as como partes da informação (Gasparini et al. 2004). O propósito fundamental da personalização é a satisfação do usuário e é motivado pelo reconhecimento que usuários possuem necessidades e preferências distintas.

Hoje em dia é essencial obter personalização em sistemas educacionais baseados na web, para prover ajuda aos alunos em suas atividades no ambiente. Sistemas adaptativos educacionais (SAE) adaptam a apresentação do conteúdo e a navegação destes conteúdos baseando-se do modelo do usuário (aluno).

Os sistemas adaptativos são utilizados em diversos domínios de aplicação para resolver diferentes tarefas. Os principais domínios de aplicação são os sistemas educacionais, sistemas de informação *on-line*, sistemas de ajuda, sistemas de recuperação e busca de informação, sistemas de recomendação, etc. A seguir, algumas possíveis tarefas de uso dos sistemas adaptativos (Weibelzahl, 2002):

- Auxiliar o usuário a encontrar informação: quando o usuário pesquisa em espaços de informação volumosos como a web, eles ficam frequentemente confusos com a quantidade de documentos retornados ou não conseguem receber resultados por realizar a consulta muito específica. Ao se levar em consideração o *feedback* do usuário em retornos anteriores é possível melhorar tanto a precisão quanto o retorno dos documentos recuperados.
- Compilação de informação para o usuário: o sistema adaptativo pode compilar um programa de notícias diárias de acordo com as preferências do usuário. Essas preferências são aprendidas automaticamente pelo sistema, através do *feedback* do usuário em interações anteriores.
- Recomendação de produtos e serviços: sistemas adaptativos de *e-commerce* são um campo importante de aplicação. A construção de um modelo do usuário para

as necessidades e preferências do consumidor permite que o sistema customize a interação de venda e realize a sugestão de produtos adequados ao consumidor.

- Ajuda com tarefas rotineiras do usuário: a ocorrência frequente de algumas tarefas interativas como a classificação de entrada de e-mail, ou a formatação de um *layout* de parágrafos, podem ser apoiadas por sistemas adaptativos.
- Adaptação da interface: geralmente a interface visual (ou seja, a tela ou o *display*), é adaptada; entretanto para usuários com dificuldades motoras pode ser útil adaptação da interface de entrada. Por exemplo, um sistema que aprende e realiza a modelagem das habilidades do usuário com o teclado pode minimizar ou eliminar erros na ação de teclar.
- Assistência ao usuário: o sistema pode fornecer ajuda nos comandos, dependendo da habilidade e do conhecimento do usuário.
- Apoiar a aprendizagem: o sistema pode auxiliar o processo de ensino-aprendizagem tanto em sistemas *stand alone*, quanto em sistemas via web, e são chamados de sistemas adaptativos educacionais.
- Conduzir diálogo: a robustez dos diálogos automáticos via telefone, por exemplo, pode ser melhorada se as intenções do usuário são modeladas.
- Apoiar a colaboração: por exemplo, modelando as metas, os interesses e a disponibilidade do usuário, pode tornar mais fácil encontrar colaboradores em um ambiente de trabalho distribuído.

Sistemas adaptativos possuem três componentes básicos (WU 2001), (Brusilovsky 2012): (i) modelo do usuário; (ii) modelo do domínio e (iii) mecanismo de adaptação.

O modelo do usuário (MU), também chamado de modelo do aluno em sistemas educacionais, descreve o usuário para o sistema, ou seja, representa as propriedades do usuário consideradas relevantes para o sistema (Eberle, Schwarzinger e Stary 2011). Exemplos de características do seu perfil do usuário são suas preferências, seus conhecimentos, objetivos, histórico navegacional e seu nível de conhecimento. O MU contém as informações essenciais sobre um usuário. Pode-se dizer que o modelo do usuário representa o conhecimento e as habilidades cognitivas do aluno em um dado momento. É constituído por dados estáticos e dinâmicos. Contém uma representação do estado do conhecimento do aluno no momento que interage com o sistema.

O modelo do domínio descreve como a informação da aplicação é estruturada conceitualmente, ou seja, sua representação conceitual e também a relação entre esses conteúdos (Eberle, Schwarzinger e Stary 2011). Também pode ser chamado de base de conhecimento do domínio, e é ali que é representado o material instrucional, composto por um conjunto de pequenos elementos de conhecimento (Brusilovsky 2012), ou seja, o conteúdo que será ministrado pelo sistema.

O mecanismo de adaptação utiliza o modelo do usuário e o modelo do domínio para prover a adaptação do sistema dinamicamente. Ele contém as regras que descrevem o comportamento do sistema, como as regras de seleção de conceitos (Sampson e Karampiperis, 2012).

Especialmente os sistemas adaptativos educacionais possuem a meta de serem flexíveis, dando suporte a alunos com diferentes habilidades, deficiências, interesses, conhecimentos, formação, e outras características. O desafio dessa meta é depender da

identificação dessas características, tanto para um indivíduo particular, quanto para grupos de alunos, tais como: nível de conhecimento, habilidades, características pessoais, estado afetivo, etc., e determinar como aproveitar as informações para melhorar a aprendizagem (Shute e Zapata-Rivera, 2012).

A seguir o modelo do usuário será apresentado em maiores detalhes.

### 2.3 Modelo do Usuário

Os sistemas adaptativos possuem um modelo do usuário (MU) que representa o perfil do usuário, com toda a informação essencial para a aplicação. A motivação para construir o MU é que os usuários, e mais especificamente em sistemas educacionais (também chamados sistema *e-learning* ou de EAD - educação a distância), alunos se diferem em suas preferências, interesses, *background* e objetivos, quando utilizam serviços personalizados. A descoberta e a utilização dessas diferenças são vitais para prover serviços adaptados aos usuários.

O modelo do usuário é a representação da informação sobre um indivíduo que é essencial para um sistema adaptativo prover o efeito de adaptação, isto é, se comportar diferentemente para usuários distintos (Brusilovsky e Millán, 2007). Para criar e manter um MU atualizado, um sistema adaptativo coleta dados do MU de diversas fontes que podem incluir a observação da interação do usuário implicitamente e requerer informações de entrada do usuário explicitamente. Esse processo é chamado de *Modelagem do Usuário*. A quantidade e a natureza da informação do usuário representada no MU dependem do limite de extensão do tipo de efeito de adaptação que o sistema necessita.

Essa seção descreve as principais características do usuário que podem ser utilizadas para personalizar o sistema. Essas características são utilizadas por diversos tipos de sistemas, como por exemplo, sistemas de informação *on-line*, sistemas de ajuda, sistemas de recuperação de informação, sistemas de visões personalizadas, sistemas educacionais, etc. Da mesma forma, para prover a personalização, existem várias formas de se obter o perfil do usuário, como por exemplo, informações explícitas, observação das ações do usuário, *feedback* do usuário, estereótipos, etc., e diferentes técnicas de implementação como redes bayesiana, regras de associação, raciocínio baseado em casos, etc. (Schiaffino e Amandi, 2009), (Gasparini et al. 2004).

A seguir, são apresentadas as características do usuário presentes nos Modelos de Usuário que podem ser utilizadas para prover personalização/adaptação.

O **interesse** do usuário é uma das características mais utilizadas e importantes que fazem parte do MU em sistemas de recuperação de informação e filtragem, sistemas de recomendação, e em alguns agentes e sistemas adaptativos de informação (e.g enciclopédias, museus, guias e de notícias) (Schiaffino e Amandi, 2009), (Brusilovsky e Millán, 2007). SA e SAE mais antigos não utilizavam essa característica, e sim, focavam principalmente nos objetivos de aprendizagem quando ordenavam um conteúdo de aprendizagem. Já os SA não-educacionais, por sua natureza e pequeno tamanho do hiperespaço, não possuíam demanda para a adaptação pelo interesse dos usuários. Essa situação foi modificada nos últimos 10 anos.

Os interesses dos usuários são agora tão importantes quanto o conhecimento do usuário para serem modelados em SA. A mudança ocorreu pelo rápido crescimento do volume de informação e da popularidade de diversos novos tipos de informação em SA,

como enciclopédias, lojas eletrônicas, museus guiados, etc., onde o acesso à informação é principalmente conduzido pelo interesse do usuário (Brusilovsky e Millán, 2007).

O **conhecimento** do usuário sobre um assunto que está sendo ensinado do domínio representado mostra-se como a característica mais importante dos SA e SAE existentes. Nos SAE o conhecimento do usuário é frequentemente a única característica modelada. Nos SA, é bastante utilizado para prover adaptação de navegação e apresentação. Essa característica é variável e pode tanto ser incrementada (através da aprendizagem do usuário), ou decrementada (esquecimento) de uma seção a outra no ambiente, ou mesmo até na mesma seção de uso. Isso significa que os SA que contam com essa característica devem reconhecer as mudanças do estado do usuário e atualizar o MU conforme o mesmo (Brusilovsky e Millán, 2007).

Existem várias formas de representar o conhecimento do usuário no MU. A maneira mais simples é o modelo escalar, que estipula o nível de conhecimento do domínio por parte do usuário através de um valor binário (possui conhecimento/ não possui conhecimento), por alguma escala, como por exemplo, valores quantitativos (variação de 0 a 10) ou valores qualitativos (bom, regular, ruim) ou ainda por um valor probabilístico sobre o grau de familiaridade do usuário sobre um determinado item. Outra forma de representar o conhecimento do usuário é através de seus erros ou concepções equivocadas. Ao invés de modelar o que o usuário conhece, alguns sistemas focam em modelar o que o usuário não conhece (Schiaffino e Amandi, 2009).

O conhecimento do usuário é representado frequentemente pelo modelo de *overlay*, baseado no modelo da estrutura do domínio, como nos sistemas Hypadapter, EPIAIM, KN-AHS, ITEM/PG, ISIS-Tutor, ELM-ART, SHIVA, HyperTutor (Brusilovsky 1996). O modelo de estereótipos também é utilizado para representar o conhecimento do usuário. Esse modelo pode distinguir vários estereótipos, utilizando para cada dimensão do modelo do usuário, um conjunto possível de estereótipos. Por exemplo, o sistema MetaDoc utiliza duas dimensões de classificação e três tipos de estereótipos (iniciante, intermediário e avançado). As dimensões são (i) representação do conhecimento geral do usuário sobre os conceitos de computação e (ii) representação do conhecimento do usuário sobre UNIX, o qual é um domínio específico do sistema. Neste caso, um usuário pode ser intermediário para os conceitos gerais de computação e iniciante para UNIX (Brusilovsky 1996).

Os **objetivos ou tarefas** representam o objetivo e propósito com respeito à aplicação que o usuário está trabalhando, no que o usuário deseja alcançar. O objetivo depende do tipo de aplicação, como por exemplo: (i) pode ser uma meta de trabalho, caso o usuário esteja em um sistema aplicativo; (ii) pode ser uma informação necessária imediatamente, em um sistema de acesso de entrada; (iii) pode ser uma meta de aprendizagem de algum assunto, em um sistema educacional; ou (iv) pode ser um objetivo de determinar a programação de um novo evento, em um sistema de gerenciamento de calendário. Em todos esses casos, o objetivo é a resposta para a pergunta “o que o usuário realmente deseja alcançar?”. Essa característica é considerada a mais mutável, pode mudar de sessão para sessão, e frequentemente se modifica em uma mesma sessão de trabalho.

Determinar o que o usuário deseja não é uma tarefa trivial. Reconhecimento de planos é uma técnica que tem como meta a identificação dos objetivos ou intenções do usuário a partir das tarefas que ele executa. Neste contexto, uma tarefa corresponde a uma ação que o usuário pode realizar dentro da aplicação, e um objetivo é um nível

mais alto de intenção do usuário, que será executado quando um conjunto de tarefas for realizado. Sistemas que utilizam reconhecimento de planos observam as tarefas de entrada de um usuário e tentam descobrir todas as possibilidades de planos pelas quais as tarefas observadas podem ser explicadas. Os objetivos e intenções dos usuários vêm sendo aplicados em diversas áreas como os tutores inteligentes, agentes e planejamento colaborativo (Schiaffino e Amandi, 2009).

Por **background** entende-se um conjunto de características relacionadas com a experiência prévia do usuário fora do domínio do contexto de um sistema web específico. A gama de *background* utilizada em sistemas adaptativos via *web* inclui a profissão do usuário, suas responsabilidades de trabalho, sua experiência de trabalho com áreas relacionadas, sua formação e seus pontos de vista, e suas perspectivas sobre o domínio. Por exemplo, um sistema hipermídia adaptativo da área médica pode distinguir duas ou três categorias de usuários de acordo com seu conhecimento sobre terminologia médica, e adaptam o conteúdo a ser apresentado para a categoria do usuário, selecionando termos médicos ou linguagem do dia-a-dia para apresentar o mesmo conteúdo (Brusilovsky e Millán, 2007). Alternativamente, esses sistemas podem diferenciar usuários por suas profissões (como, por exemplo, estudantes, enfermeiros, médicos) que implica o nível de conhecimento e de responsabilidades.

Por **experiência** traduz-se quão familiar o usuário está com a estrutura do hiperespaço e com qual facilidade o usuário pode navegar pelo sistema. A diferença entre experiência e conhecimento é que o usuário pode estar bem familiarizado com a estrutura do hiperespaço sem conhecer profundamente o assunto a ser tratado.

**Habilidades** são peças chave em áreas como Gestão do Conhecimento. Nesse domínio, os perfis consistem em numerosos valores de diferentes habilidades e podem ser representados por vetores. Por exemplo, pode-se utilizar um inteiro 0- “nenhum conhecimento”, 1- “iniciante”, 2- “intermediário”, 3- “avançado”, como valores de habilidades. Outros exemplos podem ser “Programa na linguagem X”, ou “Administra o servidor Y” (Schiaffino e Amandi, 2009).

Por diversas razões, usuários podem preferir algo enquanto outros usuários não, ou seja, alguns usuários podem preferir alguns nodos e *links*, e partes de um sistema, enquanto outros usuários preferem outras porções da informação. Essas **preferências** podem ser absolutas, como apresentadas no sistema Hypadapter, ou relativas, isto é, dependendo do nodo ou do contexto do usuário, como no sistema PUSH e HYPERFLEX. Essa característica é utilizada de forma diferente pelo modelo do usuário, pois geralmente o usuário necessita informar ao sistema, de forma direta ou indireta, sobre suas preferências. Diretamente através de questionários, ou indiretamente por ações que se repetem durante a utilização do ambiente. Desta forma, essa característica pode ser considerada mais customizada do que realmente adaptativa (Brusilovsky 1996). A diferença é que os sistemas adaptativos podem fazer a generalização dessa característica e adaptá-la em novos contextos. As preferências também podem ser utilizadas para grupos de usuários.

A **preferência de interação** do usuário é a informação sobre a interação do usuário (hábitos e preferências) quando interagem com um agente de interface ou um SA. Na área de agentes, é importante saber quais ações o usuário espera em diferentes contextos e a modalidade dessas ações. Um usuário pode preferir avisos, sugestões ou ações em seu benefício. Já nos SAs, as preferências de interação e de navegação podem interferir em como o sistema é adaptado a cada usuário.

O **comportamento** do usuário com a aplicação pode ser uma parte importante do perfil a ser modelado. Se um dado comportamento do usuário é repetitivo, esse comportamento pode representar um padrão que pode ser usado por um sistema adaptativo ou um agente inteligente para adaptar um *website* ou ajudar o usuário de acordo com o comportamento aprendido. Esse tipo de modelagem do comportamento depende do domínio da aplicação. Por exemplo, o sistema CAP (*Calendar Apprentice*) aprende o comportamento de determinar a programação do usuário e aprende regras que permitem sugerir o tempo de duração de uma reunião, localização, tempo e data (Schiaffino e Amandi, 2009).

**Características individuais** é o nome dado a aspectos que juntos definem um usuário como um indivíduo. Em alguns domínios de aplicação, informações individuais sobre os usuários também fazem parte do perfil do usuário. Esses itens podem incluir informações demográficas como gênero, idade, status matrimonial, país, número de filhos, entre outras características.

Exemplos de características individuais podem ser traços pessoais, estilos cognitivos, fatores cognitivos (por exemplo, capacidade de organização de memória) e estilos de aprendizagem. De modo semelhante ao *background* do usuário, as características do usuário são aspectos estáveis do usuário que não podem ser modificadas, ou podem ser modificadas somente depois de um longo período de tempo (Brusilovsky e Millán, 2007). Diferentemente do *background*, entretanto, as características individuais tradicionalmente não são extraídas de uma simples entrevista, mas através de testes psicológicos especificamente projetados ou pela interação do usuário com o ambiente. A área de modelagem do usuário utiliza principalmente os estilos cognitivos, os estilos de aprendizagem e as características de personalidade para prover personalização, explanadas a seguir.

Por **estilo cognitivo** entende-se uma preferência individual e hábitos para organizar e representar a informação. Existem várias dimensões nas quais os estilos cognitivos dos usuários podem ser diferenciados: usuários dependentes e independentes de campo (*field-dependent/ independent*), impulsivo/ reflexivo (*impulsive/ reflective*), conceitual/ dedutivo (*conceptual/ inferential*), temático/ relacional (*thematic/ relational*), analítico/ global (*analytic/ global*). As dimensões mais populares entre os pesquisadores de Sistemas Adaptativos são a dimensão de *Witkin* dependente e independente de campo e a dimensão de *Pask* holista/serialista (*holist/serialist*) (Brusilovsky e Millán, 2007).

De acordo com Graf et al (2009a), os traços cognitivos influenciam o processo de aprendizagem. O estilo cognitivo caracteriza as formas de cognição da informação, ou seja, o modo como o aluno pensa, se o mesmo divide os conteúdos em partes, estudando cada tópico de forma distinta; ou então se compreende melhor um assunto agrupando os conteúdos e analisando-os de forma similar; se o aluno analisa as informações de forma impulsiva indo direto às conclusões ou se as absorve melhor refletindo sobre o assunto (Souto 2003).

Os estilos cognitivos influenciam a habilidade de acesso à informação, desta forma, a maioria dos SA e SAE focam na questão da navegação. Por exemplo, a dimensão de *Witkin* é usada para prover diferentes organizações da navegação, e ferramentas de suporte à navegação para esses grupos. Para usuários independente de campo (IC), o acesso à navegação pode ocorrer pelo menu de navegação. Os usuários dependentes de campo (DC) podem navegar através da navegação sequencial pelo conteúdo, mas, eles são auxiliados por ferramentas de suporte a orientações adicionais, como um mapa de

conceitos e uma indicação de caminho. Dependendo do estilo de aprendizagem do usuário, o usuário pode receber também diferentes instruções, ou seja, pode existir a combinação do estilo cognitivo com o de aprendizagem do usuário.

Ford e Chen (2000) utilizaram os estilos cognitivos dependente e independente de campo para analisar o comportamento de aprendizagem e desempenho de 65 estudantes de pós-graduação usando como medida um tutorial hipermídia. Níveis de prioridade foram ligados a diferenças qualitativas no comportamento navegacional e desempenho de aprendizagem. Os autores acreditam que os estilos cognitivos operam através de uma gama de atividades cognitivas, incluindo a aprendizagem. O termo “estilo de aprendizagem” para os autores denotam os estilos cognitivos observados especificamente no contexto educacional. Desta forma, os autores fazem a ligação dos estilos cognitivos com os estilos de aprendizagem, chamando a sua união de Estilo Cognitivo de Aprendizagem.

**Estilo de aprendizagem** é uma característica definida pelo modo que as pessoas preferem aprender. Essa característica é largamente utilizada nos sistemas tutores inteligentes e nos sistemas adaptativos educacionais. Um modelo de aprendizagem classifica os estudantes de acordo como eles se ajustam em diversas escalas pertencentes no modo em como eles recebem e processam informação. A maioria dos sistemas que utilizam os estilos de aprendizagem como uma forma de adaptação, a exploram no nível de conteúdo, na tentativa de selecionar para um usuário com estilo de aprendizagem específico o conteúdo que deveria ser o mais apropriado para ele. Essa adaptação pode ocorrer de várias formas, como por exemplo, selecionando o estilo de apresentação de conteúdo mais apropriado, ordenando os fragmentos de conteúdo pela sua relevância, ou ocultando estilos de conteúdos irrelevantes.

Vários modelos e *frameworks* de estilos de aprendizagem foram propostos. Este trabalho apresenta o Modelo proposto por Felder e Silverman (1988) e revisto por Felder e Brent (2005), pois é um modelo utilizado para prover a adaptabilidade em SAs. O modelo de Felder-Silverman classifica os alunos de acordo com a forma que cada um possui para receber e processar as informações, considerando os estilos como habilidades que podem ser desenvolvidas (Felder e Brent 2005). Esse modelo compreende a quatro dimensões, cada uma delas com duas possibilidades de estilos, explicados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Estilos de Aprendizagem segundo o modelo de Felder e Brent (2005)

<b>Dimensão</b>	<b>Estilo</b>	<b>Descrição</b>
Percepção	Sensorial	Preferem lidar com situações concretas, dados e experimentos.
	Intuitivo	Intuitivos são inovadores, gostam de lidar com conceitos, teorias e abstrações.
Entrada	Visual	Aprendem mais facilmente através de figuras, diagramas, fluxogramas, filmes e demonstrações.
	Verbal	Compreendem melhor as informações que são transmitidas por meio das palavras.
Processamento	Ativo	Aprendem através experimentação ativa, compreendem as informações mais eficientemente discutindo e aplicando os conceitos.
	Reflexivo	Precisam de um tempo sozinhos para pensar e refletir sobre as informações obtidas.
Compreensão	Sequencial	Aprendem melhor quando o conceito é expresso de forma contínua de dificuldade e complexidade.

Outras características, como **características de personalidade** também são importantes aspectos para compor o perfil do usuário. Considera-se como traço de personalidade uma diferença individual temporariamente estável por uma situação. Um dos mais reconhecidos modelos de personalidade é o OCEAN (Goldberg, 1993), (Schiaffino e Amandi, 2009). Esse modelo é compreendido por cinco dimensões de personalidade: *Abertura a Experiências, Estado Consciente, Extroversão, Afabilidade, e Tendência a Neurose*. Modelos de personalidade e os métodos para determinar a personalidade são assuntos largamente estudados na psicologia. Na área de modelagem do usuário, diferentes métodos são utilizados para detectar a personalidade do usuário. Por exemplo, em Arya et al. (2006) movimentos faciais são usados como dicas visuais para detectar personalidade (Schiaffino e Amandi, 2009).

Pesquisas recentes na área utilizam outras características no MU (Brusilovsky e Millán, 2007), (Essalmi et al 2010). Por exemplo, o sistema CUMAPH (Tarpin-Bernard e Habieb-Mammar, 2005) fez uma tentativa pioneira em construir um perfil do usuário a partir das habilidades cognitivas nos níveis de amor, e aplicá-las para gerar conteúdos de páginas adaptativos. Goren-Bar et al. (2006) considera o fator de personalidade nos guias de museus adaptativos. Essalmi et al (2010) destacam o grau de motivação, a abordagem pedagógica, o tempo de retorno dos estudantes, o progresso em uma tarefa e as preferências pelos meios de receber informação (vídeo, gráfico, texto, som).

Diferentemente das características individuais, o perfil de um grupo, ou **agrupamento**, tem como objetivo combinar diversos perfis individuais dos usuários para modelar um grupo. Agrupamento de perfil (ou perfil de um grupo) é importante para domínios onde é mais importante fazer recomendações para um grupo de usuários do que para usuários individuais.

Atualmente, percebe-se a necessidade de fornecer serviços mais personalizados e dinâmicos. Desta forma, a personalização baseando-se em informações contextuais é de grande importância e descrita na seção 2.3.1.

### 2.3.1 Informação Contextual

Pode-se analisar o contexto sobre dois pontos de vista: do usuário ou do dispositivos/ambiente. A seguir são apresentadas algumas características contextuais de trabalho do usuário, ou seja, fazendo a inter-relação do usuário com seu ambiente. Essas características são apresentadas em (Brusilovsky e Millán 2007).

Sobre a perspectiva da **plataforma do usuário**, muitos usuários que utilizam a mesma aplicação web (*server-side*) podem usar diferentes equipamentos em diversos momentos, e adaptar a plataforma do usuário se torna um aspecto importante. SA exploram uma gama de técnicas que podem ser usadas para adaptar esses aspectos da plataforma do usuário (ambiente computacional), como *hardware, software*, e largura de banda. Outra característica é o tamanho da tela, convertendo páginas projetadas para serem visualizadas em navegadores web tradicionais (*via desktop*) para navegadores para dispositivos móveis, ou gerar páginas diferentes para cada um.

Sistemas móveis adaptativos baseados no contexto focam em adaptar o contexto pela **localização** do usuário. Essa característica é modelada diferentemente de outras características de contexto, pois ela geralmente não é utilizada para adaptar regras de

apresentação e sim determinar um subconjunto pequeno de objetos de interesses aproximados. Esse aspecto é utilizado em sistemas como guias de museus, guias turísticos e sistemas de informações navais.

Atualmente, pesquisas em computação móvel e ubíqua têm considerado expandir a noção de contexto. Muitos trabalhos nessa área se concentram em pesquisar as dimensões humanas e do ambiente. A dimensão do ambiente inclui o aspecto espaço-temporal (local, data, período) e as condições físicas (luz, temperatura, aceleração, pressão, etc.). A dimensão humana inclui o contexto pessoal (pulso, sangue, pressão, humor, carga cognitiva, etc.), o contexto social, e as tarefas do usuário. Isso pode parecer confuso, pois as tarefas do usuário são utilizadas como uma parte do MU, e não do contexto.

Para evitar confusão, vale ressaltar que as pesquisas em modelagem contextual estão se dirigindo em duas diferentes comunidades de pesquisa que consideram contexto sobre dois pontos de vista. Na perspectiva do usuário, utilizada na modelagem do usuário, as tarefas do usuário não fazem parte do contexto, enquanto o dispositivo sim. Na perspectiva do dispositivo, que é dominante na computação móvel e ubíqua, uma gama de parâmetros caracteriza o estado corrente do usuário como uma parte do contexto do dispositivo. Este trabalho foca o contexto na perspectiva do usuário, analisando informações contextuais do usuário para fornecer personalização.

Outra dimensão contextual importante é o **estado afetivo** do usuário. A pesquisa em modelar o usuário utilizando seu estado afetivo, foi influenciada pela área de computação afetiva, e está se tornando popular na área de modelagem do usuário e na computação ubíqua. Os métodos utilizados para modelar o estado afetivo do usuário foram herdados dessas duas áreas de pesquisa. Enquanto os métodos aplicados pelos pesquisadores de computação ubíqua e pervasiva focam em utilizar vários sensores de entrada, os pesquisadores da área de modelagem do usuário exploram as diversas abordagens baseadas na observação da interação do usuário com o sistema.

Alguns trabalhos modelam o estado afetivo do usuário observando o *log* de dados do usuário. Essa característica foi utilizada para detectar as motivações do usuário, suas frustrações, seus compromissos e ou a falta deles com certos aspectos, utilizando redes bayesianas como a tecnologia para sensores de entrada e *log* das ações do usuário (Brusilovsky e Millán, 2007).

## 2.4 Obtenção do Modelo do Usuário

Para se construir e atualizar o modelo do usuário, as informações necessárias podem ser obtidas de maneira explícitas, ou seja, providas diretamente pelo usuário, ou implícitas, através da observação das ações do usuário.

As informações explícitas são mais simples de serem obtidas, seja por meio de formulários e questionários, ou qualquer interface elaborada para este propósito. Geralmente este tipo de informação é opcional, pois os usuários não estão dispostos a preencherem longos formulários (Schiaffino e Amandi 2009). Normalmente as informações são relacionadas com dados demográficos ou pessoais, como a idade, gênero, função de trabalho, data de aniversário, status marital, hobbies. Alguns sistemas também solicitam informações de interesse da pessoa explicitamente, para por exemplo, recomendar sessões de um jornal. Alguns sistemas pedem a seus usuários que ranqueiem páginas para serem sugeridas a outros usuários. Com este ranqueamento, o

sistema pode indicar a outros usuários, páginas, de acordo com suas preferências. Um exemplo é um sistema de aluguel de casas. De acordo com alguns critérios pré-estabelecidos pelo usuário, como quantidade de quartos, cidade e preço, o sistema apresenta sugestões de apartamentos. Os principais problemas de obter dados de forma explícita é contar com a disposição do usuário para preenchimento de formulários, ou a dificuldade que ele tenha para preencher de maneira correta os campos do formulário, seja por não saber como expor suas preferências e interesses ou ainda, não querer colocar algo verdadeiro.

Outra forma de obtenção dos dados dos usuários amplamente utilizada é pela observação de suas ações no sistema através de gravação ou armazenamento destas ações, e a descoberta de padrões existentes (Schiaffino e Amandi 2009). O sistema *PersonalSearcher* (Godoy et al. 2004), por exemplo, observa o comportamento navegacional do usuário para aproximar o grau de interesse em cada página visitada. Para cada página, um agente observa um conjunto de indicadores, como o tempo consumido na leitura da página (verificando seu tamanho), a quantidade de rolamento da página, e se a página foi adicionada nos “favoritos” do usuário.

A retroalimentação (*feedback*) do usuário é uma maneira de entender o usuário e de corrigir concepções errôneas sobre o mesmo, e pode ser tanto implícita como explícita. O usuário pode informar seu contentamento (ou a falta dele), ranqueando sugestões do sistema, em sistemas de recomendações (esse tipo de informação também pode ser considerado como uma informação explícita do usuário, conforme descrito em Schiaffino e Amandi 2009). Esse ranqueamento pode servir para construir o modelo do usuário e também para recomendar itens de interesse para outros usuários. O sistema também pode detectar de forma implícita o retorno do usuário, verificando as ações do usuário após uma recomendação ou adaptação do sistema.

Além das formas citadas, pode-se utilizar o sistema de estereótipo, que representa as características mais comuns dos usuários pertencendo a um específico subgrupo de uma aplicação. A técnica de estereótipos foi a primeira tentativa de diferenciação de um usuário de outros. O estereótipo mais conhecido é: novato (ou iniciante), intermediário, ou avançado (*expert*). Essa técnica é interessante para usuários que nunca entraram no ambiente.

## 2.5 Contexto e Modelagem Contextual

À medida que dispositivos computacionais começam a fazer parte do cotidiano das pessoas, pesquisadores e *designers* iniciam a questionar a funcionalidade, usabilidade e relevância dos dispositivos, e o contexto em que esses dispositivos serão utilizados (Gay e Hembrooke 2004).

Entender os usuários e as formas que eles vão incorporar essas novas ferramentas em suas vidas exige cada vez mais que designers aprendam com as áreas da antropologia cultural, sociologia, ciências da informação e psicologia. Semelhante com pesquisadores que trabalham nessas outras áreas, pesquisadores da área de IHC (Interação Humano Computador) devem lidar com questões de validade, particularmente a relevância de um aplicativo ou de uma intervenção num dado ambiente com uma dada população. Com o advento de tecnologias "conscientes" a noção de validade emerge sob a forma de uma pergunta: como a construção do contexto pode ser operacionalmente definida? Cada vez mais, essa questão está sendo abordada e debatida por cientistas da computação, antropólogos, cientistas cognitivos, designers,

sociólogos e arquitetos de informação (Gay e Hembrooke 2004). A ubiquidade da computação e da fluidez que vem com o aumento da mobilidade através de dispositivos móveis cria múltiplos níveis de contexto.

Desenvolver aplicativos conscientes (ou perceptivos) relevantes requer que pesquisadores redefinam o contexto como um resultado multidimensional onde as camadas se sobrepõem e interagem (Gay e Hembrooke 2004). Deste modo, o contexto inclui o contexto físico externo, o contexto que o indivíduo traz para a situação, o contexto da ferramenta ou dispositivo, no contexto da informação, e o contexto que é criado pela atividade em si. Definindo estes níveis, os níveis dentro de cada nível e as formas que se sobrepõem uns aos outros, ajuda os pesquisadores a identificarem como o indivíduo interpreta essas camadas de contexto e, portanto, como ele entende finalidade da ferramenta.

A modelagem do usuário levando em conta o seu contexto de interação com os sistemas de computação é uma área promissora, mas de acordo com Jameson (2001), a área traz consigo um perigo: que o foco das atenções no projeto pode alterar de seu objetivo principal - o usuário - para o contexto ao redor do usuário. Na verdade, deve-se considerar, simultaneamente, tanto o contexto do usuário e todas as propriedades ao redor de seu utilizador, desafio desde a última década.

Um dos desafios no campo da pesquisa em ciência da computação é a capacidade de melhorar o comportamento de qualquer aplicação, indicando-lhe o contexto de seu uso. Contexto, neste sentido, como proposto por Dey, Abowd e Salber (2001), referem-se a qualquer informação que caracteriza uma situação relacionada com a interação entre os seres humanos, as aplicações e o ambiente ao seu redor. Dey e Abowd (2000) afirmam que contexto pode aumentar a riqueza da comunicação em IHC e tornar possível a produção de serviços computacionais mais úteis. Esta seção apresenta brevemente algumas dessas definições de contexto na área da computação e extrai alguns de seus argumentos comuns.

### **2.5.1 Contexto**

A noção de contexto tem sido modelada e explorada desde a década de 1960, em diversas áreas da computação, mas, mesmo hoje em dia a comunidade científica debate sobre sua definição sem um consenso (Coutaz et al. 2005). No entanto, é consensual que o contexto diz respeito a espaços de informação compartilhados e estruturados, e que tais espaços são projetados para servir a um propósito particular (Coutaz et al. 2005). Contexto é um conceito multifacetado que tem sido estudado por diversas disciplinas, incluindo a ciência da computação, a ciência cognitiva, linguística, filosofia, psicologia e ciência organizacional (Adomavicius, Tuzhilin 2011).

Na perspectiva da engenharia de requisitos, Pimenta e Barthet (1996) argumentam que a usabilidade não pode ser mensurada estudando um produto de forma isolada, porque a usabilidade não é uma propriedade do sistema e sim a relação entre o sistema e os usuários, na qual só pode ser determinada em um contexto. Na prática o contexto é muito difícil de ser determinado e muitas definições de propósito geral são inadequadas. Pimenta (1997) apresenta uma abordagem para a engenharia de requisitos com foco na usabilidade chamada TAREFA (*Task Analysis based Requirement Engineering Framework*). O trabalho propõe que conhecer mais sobre o contexto, e ter isto representado em modelos integrados aos modelos de desenvolvimento de software, permite construir sistemas com mais utilidade e usabilidade. A abordagem propõe o uso

dos modelo ontológico, modelo de tarefa, modelo do contexto organizacional e o modelo de domínio.

Schilit et al. (1994) afirma que os aspectos importantes do contexto são: onde você está, com quem está, e quais recursos estão nas proximidades, mas segundo Dey (2001), esta definição é muito específica, porque o contexto é tudo sobre toda a situação relevante a uma aplicação e ao seu conjunto de usuários. Dey afirma que não é possível enumerar quais os aspectos de todas as situações são importantes, uma vez que estes mudam de situação para situação. Ele propôs uma definição mais ampla para definir contexto: “qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o usuário e a aplicação em si” (Dey 2001), (Dey, Abowd e Salber 2001). O contexto é tipicamente a identidade, localização e estado das pessoas, grupos e objetos computacionais.

O contexto pode ser dividido em três categorias (Schilit et al. 1994), (Chen e Kotz 2000), (Dey e Abowd 2000):

- Contexto de computação (*Computing context*): como a conectividade de rede, os custos de comunicação, e largura de banda de comunicação, os recursos próximos, como monitores, impressoras e estações de trabalho, e os processadores e dispositivos disponíveis;
- Contexto do usuário (*User context*): como o perfil do usuário, a localização, as pessoas próximas, qual é situação social atual do usuário;
- Contexto físico (*Physical context*): como a localização de ruído, luminosidade, temperatura, condições de tráfego, etc.

O tempo também é um importante item de contexto. Chen e Kotz (2000) propuseram adicionar uma quarta categoria de contexto:

- Contexto temporal (*Time context*): como a hora do dia, semana, mês e estação do ano.

Outra classificação sobre o contexto é apresentada por Kofod-Petersen e Cassen (2006), onde os autores definem uma taxonomia de contexto. Eles definem que o contexto do usuário pode ser dividido em cinco subcategorias: o contexto ambiental, o contexto pessoal, o contexto social, o contexto das tarefas e o contexto espaço-temporal. O contexto ambiental é responsável por captar o ambiente dos usuários, tais como serviços, pessoas, objetos e informações acessadas pelo usuário. O contexto pessoal descreve as informações físicas e mentais do usuário, tais como seu humor, suas habilidades e deficiências. O contexto social descreve os aspectos sociais do usuário, como informações sobre os diferentes papéis que o usuário pode assumir. O contexto das tarefas descreve o que o usuário está fazendo, ele pode descrever os objetivos do usuário, suas tarefas e atividades. O contexto espaço-temporal se preocupa com atributos como tempo e localização.

A associação de diversos valores de contexto pode gerar um maior entendimento da situação atual. Por exemplo, sabendo o local e a hora atuais, em cooperação com o calendário do usuário, o aplicativo terá uma boa ideia da situação social atual do usuário, tais como “ter uma reunião”, “sentando-se na classe”, etc. (Chen e Kotz 2000).

Abowd e Mynatt (2000) definem um conjunto mínimo de contexto, definindo os “cinco W's” (do inglês):

- *Who* (Quem): normalmente os sistemas focam sua interação sobre a identidade de um usuário específico. Assim como os seres humanos, o sistema adapta as atividades e eventos lembrando do passado com base na assistência de outras pessoas;
- *What* (O que): perceber e interpretar a atividade humana é um problema difícil. A interação nos sistemas correntes assume que o usuário está fazendo no momento ou deixa a questão em aberto;
- *Where* (Onde): este componente tem sido explorado nos sistemas de percepção do contexto. Essa informação contextual pode ser utilizada em conjunto com outras informações, como por exemplo, a noção de “quando”;
- *When* (Quando): a maioria das aplicações sensíveis ao contexto não consideram a passagem do tempo, com exceção de utilização do tempo em um registro ou resumindo por quanto tempo uma pessoa tem estado em algum local;
- *Why* (Porque): ainda mais desafiador do que perceber “o que” uma pessoa está fazendo é compreender “porque” essa pessoa está fazendo isso. Este é o principal desafio para a área de ciência da computação.

Jand e Woo (2005) propuseram um contexto unificado, que descreve a situação centrada no usuário, independentemente da finalidade de qualquer serviço, em termos do 5W1H (*Who, What, Where, When, How and Why* - Quem, Que, Onde, Quando, Como e Porque). Percebe-se que eles acrescentaram o item “H” da visão apresentada anteriormente. O contexto unificado dá informação como “Quem é um usuário em um ambiente de serviço?”; “Para o que o usuário está prestando atenção (foco do usuário)?”; “Onde está um usuário em um ambiente de serviço?”; “Quando um usuário presta um serviço?”; “Como um usuário faz expressões com gestos ou ações?”; e, “Porque um usuário aciona um serviço?”. Além disso, o contexto unificado é classificado em contexto preliminar, contexto integrado, contexto final, e contexto condicional, de acordo com o objeto de interpretação de contexto, ou seja, um sensor, um serviço, ou um usuário.

Zimmermann, Lorenz e Oppermann (2007) descrevem cinco categorias fundamentais de contexto: a individualidade, atividade, localização, tempo e relações. A categoria individualidade contém as propriedades e atributos que descrevem a entidade. A categoria atividade abrange todas as tarefas em que esta entidade possa estar envolvida. As categorias de localização e tempo fornecem as coordenadas espaço-temporais da respectiva entidade. A categoria relação representa as informações sobre qualquer possível relação que uma entidade possa estabelecer com uma outra entidade. A Figura 2.1 apresenta a ideia dos autores.

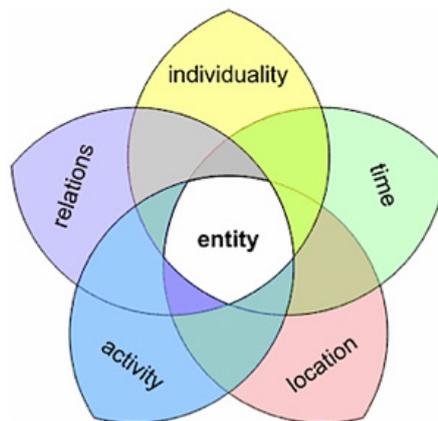


Figura 2.1: Categorias de contexto (ZIMMERMANN, LORENZ E OPPERMAN, 2007).

Uma classificação específica de contexto para sistemas móveis é fornecida por Dix et al. (2000), onde se destacam algumas das diferentes formas de contexto que influenciam a interação com sistemas móveis. A consideração sobre contexto dos autores se transfere da natureza do contexto de infraestrutura básica para a consideração do contexto geral do sistema, do contexto mais amplo sobre o domínio da aplicação, e do contexto físico atual. Mais detalhes em Dix et al. (2000).

A pesquisa sobre sistemas adaptativos baseados no modelo do usuário tem focado sobre as variáveis correspondentes ao estado atual do usuário, as propriedades do usuário de longo prazo, ao comportamento do usuário com o sistema e as consequências para o usuário (Jameson, 2001). Na perspectiva dos ambientes *e-learning*, a modelagem do contexto é necessária para melhor compreender as atividades do usuário e adaptar o conteúdo para essas atividades. Isso levou à concepção de sistemas que oferecem conteúdos de aprendizagem e serviços mais apropriados para satisfazer as necessidades do aluno e estar ciente da mudança de situação se adaptando automaticamente a essas mudanças (Bouzeghoub et al. 2007).

### 2.5.2 Sistemas Cientes do Contexto (*Context-aware computing*)

À medida que os dispositivos computacionais estão cada vez mais nas vidas das pessoas, pesquisadores estão fazendo cada vez mais e mais perguntas sobre suas funcionalidades, usabilidade, relevância, e o contexto no qual estes dispositivos são utilizados. Entender os usuários e as maneiras pelas quais eles vão incorporar essas novas ferramentas em suas vidas exige que os projetistas aprendam lições de antropologia cultural, sociologia, ciências da informação e psicologia (Gay e Hembrooke 2004).

De forma similar a outros pesquisadores da área de computação, os pesquisadores da área de Interação Humano-Computador (IHC) devem lidar com questões de validade, especialmente com a relevância de uma aplicação, de um sistema, de uma manipulação, ou uma intervenção, em determinadas condições e população. Com o advento das tecnologias “*aware*” (traduzido muitas vezes por ciente, consciente, sensível, ou percepção), a noção de validade emerge sob a forma de uma pergunta: como a construção do contexto pode ser operacionalmente definida? Cada vez mais, essa questão está sendo abordada e debatida por cientistas da computação, antropólogos, cientistas cognitivos, designers, sociólogos, e arquitetos de informação. A ubiquidade da

computação e a fluidez que vem com o aumento da mobilidade através dos dispositivos móveis criam vários níveis de contexto. Esta seção explora os conceitos e estruturas de contexto para a área da computação.

Projetar Sistemas cientes ao contexto pode ser o melhor método para integrar contexto com essas tecnologias. *Awareness* (Percepção/sensibilidade) envolve saber quem está por perto, o que está acontecendo e quem está falando com quem (Preece, Rogers e Sharp 2002).

Os sistemas cientes (ou sensíveis) ao contexto estão submetidos à categoria da computação ubíqua, e incluem funções familiares e relativamente simples (como atravessar entre várias janelas, funções de recortar e colar, e chamar aplicações de encaminhamento), sensibilidade à localização (que usam o posicionamento infravermelho ou global para determinar a localização do usuário para disseminar a informação que pode ser de seu interesse), e até mesmo apresentar sensores inteligentes (tais como a sensibilidade à iluminação, geladeiras falantes, latas de lixo inteligentes). Em todos os casos, o conceito de contexto inclui a informação que é intrínseca e extrínseca para o indivíduo, bem como para o sistema. Compreender como esses níveis de contexto influenciam e impactam na computação é fundamental para a concepção de tecnologias cientes de contexto úteis e eficazes.

Gay e Hembrooke (2004) apresentam as três abordagens teóricas principais que explicam como o contexto influencia no comportamento no geral e também no comportamento computacional. A primeira abordagem postula que contexto surge como resultado das atividades que ocorrem em um dado contexto. Como o ambiente e os artefatos deste ambiente incentivam atividades diferentes, essas atividades mudam, o que por sua vez altera o contexto. Os pesquisadores reconhecem variáveis que são inerentes ao indivíduo (como os objetivos e intenções do usuário) e ao ambiente físico (tal como outras pessoas e artefatos que mediam as atividades que lhes são impostas).

A segunda abordagem advém da teoria de ação situada, que sugere que a cognição e as atividades planejadas são inexplicadamente conectadas, e que ambas são produtos das interações sociais e físicas que os indivíduos têm com e pelo o ambiente. Assim, o contexto é dinâmico, porque as sequências de ações que são realizadas num determinado contexto são fluidas e sensíveis às alterações sociais e às condições físicas.

Já a Fenomenologia sustenta que os indivíduos fazem sentido no mundo através da sua participação por este mundo. A ação é um pré-requisito para esse entendimento. O significado é extraído diretamente a partir da informação disponível pelo ambiente; ação e interação são os instrumentos com os quais o processo da extração se torna possível.

A ligação central entre essas três é, por um lado, a conexão entre a participação e a ação e, por outro lado, compreender o contexto, seja o contexto físico ou as capacidades de uma determinada ferramenta. As teorias focam no indivíduo e não definem o contexto como um conjunto definido de propriedades, mas sim como um atributo emergente e fluido, que é desencadeado pelas atividades impostas sobre ele. Assim, em vez de uma construção física, contexto é um termo operacional: algo está “em contexto” por causa da forma como é utilizada para a interpretação, não devido às suas propriedades inerentes.

O desenvolvimento de aplicações relevantes sensíveis ao contexto requer que pesquisadores redefinam *contexto* como uma arquitetura multidimensional que possui camadas que se sobrepõem e interagem. Assim, o contexto inclui o contexto físico

externo, o contexto que o indivíduo traz para a situação, o contexto da ferramenta ou do dispositivo, o contexto da informação, e o contexto que é criado pela atividade em si. Definir esses níveis, os níveis dentro de cada nível, e as formas com que eles se sobrepõem uns com os outros pode ajudar a identificar como o indivíduo interpreta essas camadas de contexto e, portanto, a entender a finalidade da ferramenta.

Dey (2001) apresenta uma definição de *Context-aware computing* como “um sistema é ciente de contexto se ele usa contexto para fornecer informações relevantes, e/ou serviços para o usuário, onde a relevância depende da tarefa do usuário”. Existem três categorias de recursos que uma aplicação ciente de contexto pode suportar i) apresentação de informações e serviços a um usuário, ii) a execução automática de um serviço para um usuário, e iii) a marcação de contexto à informação para apoiar a recuperação posterior.

Outra definição de sensibilidade ao contexto é a concepção de mecanismos de computação que pode usar caracterização de alguns aspectos da configuração padrão do usuário como um contexto para a interação (Winograd 2001). Isso inclui as configurações do usuário (lugares, pessoas e objetos) e do computador (conexões de rede, a informação armazenada).

Uma estrutura conceitual para sistemas ciente de contexto foi proposta por Coutaz et al. (2005), e inclui uma base ontológica e uma arquitetura que estrutura o processo de adaptação de uma maneira unificada. No ponto de vista dos autores, “o contexto é um espaço de informação que pode ser modelado como um gráfico de estado dirigido, onde cada nó denota um contexto, e as arestas (ligações) denotam as condições para a mudança de contexto” (Coutaz et al. 2005). Coutaz et al. definem contexto por um conjunto de entidades (e.g. valores literais, objetos de informação), um conjunto de papéis (e.g. funções) que as entidades podem cumprir, um conjunto de relações entre as entidades, e um conjunto de situações. Entidades, papéis e relações são modelados como expressões observáveis e inferidos pelo sistema a um nível adequado de abstração. Contextos são definidos por um conjunto específico de situações, papéis, relações e entidades. As situações denotam configurações específicas das entidades, dos papéis ou das relações. Dentro de um determinado contexto, todas as situações compartilham o mesmo conjunto de entidades, papéis e relações. A situação atual é alterada por uma mudança no número de entidades, ou em uma mudança na atribuição de papéis a uma entidade, ou uma mudança nas relações entre duas entidades. Entidades, papéis e relações são classes abstratas que denotam a dimensão do estado do contexto. Serviços de contexto formam uma estrutura nos vários níveis de abstração. Maiores detalhes podem ser encontrados em Coutaz et al. (2005).

A área que trata sistemas cientes de contexto ainda está em desenvolvimento, e esses sistemas ainda não estão completamente implementados na vida real (Hong, Suh, Kim, 2009). Mas a importância da informação contextual tem sido reconhecida por diferentes áreas, incluindo e-commerce, personalização, recuperação da informação, computação móvel e ubíqua, mineração de dados, marketing, gerenciamento, etc. (Adomavicius, Tuzhilin 2011).

### 2.5.3 Situação e Cenário

Na perspectiva da área de IHC, **cenário** é “uma descrição narrativa informal” que descreve as atividades humanas ou tarefas em uma história que permitem a exploração e discussão de contextos, necessidades e exigências. Cenários não descrevem

explicitamente o uso de um *software* ou outro suporte tecnológico para executar uma tarefa. Usando o vocabulário e parafraseando os usuários, os cenários podem ser entendidos pelas partes interessadas, e são capazes de participar plenamente no processo de desenvolvimento. A construção de cenários junto aos interessados no sistema (*stakeholders*, clientes, etc.) pode ser o primeiro passo no estabelecimento de requisitos (Preece, Rogers e Sharp 2002).

O **design baseado em cenários** é um processo que usa diferentes tipos de cenários como representação básica durante todas as atividades envolvidas na concepção de uma solução de IHC (Rosson e Carroll 2002). O cenário é “uma história sobre pessoas executando uma atividade” (Rosson e Carroll 2002, pg 43). Os autores ainda destacam que um **cenário** pode dizer o que acontece em uma situação particular, sem detalhar precisamente como as coisas acontecem e especifica os objetivos e comportamento de seus atores (Rosson e Carroll 2002).

De acordo com Bouzeghoub et al. (2007), **contexto** é baseado em informações diversas que podem mudar com frequência. Informações de contexto e de situação devem ser expandidas para todos os modelos de sistemas EAD: as preferências contextuais devem ser tratadas no modelo de aluno, e adaptadas a situação e, os cenários da situação devem ser memorizados no modelo de recursos de aprendizagem, e deste modo o processo de adaptação é enriquecido. A fim de apoiar a adaptação ciente do contexto, é necessário modelá-lo e especificá-lo. O contexto é qualquer propriedade instantânea, detectável e relevante do ambiente, sistema ou usuário (Bouzeghoub et al. 2007).

No ponto de vista dos ambientes *e-learning* (ou de educação a distância - EAD), um sistema EAD contextualizado proporciona ao aluno o material exato necessário, adequado ao seu nível de conhecimento para uma situação específica chamada de cenário (Eyharabide et al. 2009).

## 2.6 Modelagem Contextual em Sistemas Adaptativos

Para o desenvolvimento de aplicações sensíveis ao contexto é necessário especificar, gerenciar e usar a informação contextual. Alguns trabalhos indicam que as informações contextuais podem ser reconhecidas através da análise de seis *dimensões*, referidas como “5W+1H” (Nunes et al. 2007; Vieira, Tedesco, Salgado 2009). Essas dimensões buscam responder às questões quem (*who*), o que está fazendo (*what*), em qual local (*where*), em que momento (*when*), com que motivação (*why*) e de que forma (*how*). Essas questões são consideradas para contextualizar uma situação.

*Who* (identificação) especifica informações contextuais relacionadas à identidade das entidades (ex. nome, email). *Where* (localização) determina informações contextuais que indicam a localização da entidade (ex. longitude, latitude, cidade, país). *What* (atividade) indica atividades em que uma entidade (ex. pessoa) está envolvida (ex. caminhando, ministrando uma palestra). *When* (tempo) identifica o contexto temporal relacionado a uma interação (ex. data corrente, estação do ano). *Why* (motivação) expressa a motivação por trás das ações do usuário ao executar uma tarefa em uma dada interação. *How* (meio) é a forma como os elementos contextuais são adquiridos (ex. sensor, base de conhecimento) (Vieira, Tedesco, Salgado 2009).

Alguns critérios devem ser analisados sobre as informações contextuais: as *dimensões* dos elementos contextuais; a *granularidade* da informação; sua *periodicidade* de atualização e sua *relevância* em relação ao foco de atenção do usuário.

Sobre a granularidade, um elemento contextual pode ser básico ou complexo. Um elemento básico pode ser identificado de forma automática (e.g. identidade das entidades, dispositivos, coordenadas geográficas, informações temporais), e elementos complexos são formados pela composição e/ou inferência sobre vários outros elementos. Cada elemento (básico ou complexo) pode ser identificado pela sua periodicidade de atualização, que pode ser estática ou dinâmica. Um elemento estático está associado com informações que, geralmente, são fixas ou não modificam muito frequentemente (e.g. dados pessoais como data de nascimento, cidade natal, país de origem, idiomas falados, localização de pontos turísticos em uma cidade). Os elementos dinâmicos mudam quase que instantaneamente e devem ser constantemente monitorados e atualizados (e.g. localização física de um usuário, a atividade atual do mesmo, etc.). A relevância do contexto em relação ao foco de atenção atual do usuário classifica o aspecto dinâmico de contexto e destaca em o que deve ser o foco. O foco pode ser um passo de execução de uma determinada tarefa ou uma tomada de decisão, e com essas informações podem determinar quais elementos contextuais devem ser instanciados. A partir de um determinado foco, o contexto é classificado como *conhecimento contextual* (elementos diretamente relacionados ao foco) ou *conhecimento externo* (elementos que não possuem qualquer relação com o foco). Um exemplo é apresentado em Vieira, Tedesco e Salgado (2009), onde o foco do usuário é encontrar especialistas em desenvolvimento de software. Neste caso, o conhecimento externo inclui elementos como *peso*, *idade*, *estado civil* do especialista, e o conhecimento contextual inclui a *localização*, *presença*, *disponibilidade e habilidades*, ou seja, informações que podem auxiliar a identificação do especialista adequado.

Uma *adaptação contextual* pode ocorrer quando o contexto é utilizado para alterar ou adaptar serviços (i) por ações disparadas pelo contexto (quando um determinado conjunto de informações contextuais atingem valores específicos) ou (ii) pela mediação contextual (quando serviços e dados são adaptados de acordo com os limites e preferências determinados pelo contexto). Modelos de contexto representam quais informações contextuais devem ser analisadas em um domínio ou aplicação, e como essas informações se relacionam ao comportamento do sistema. Modelos de contexto enumeram os conceitos de um domínio que devem ser, eventualmente, considerados como contexto (e.g. contexto do usuário, contexto de localização). Eles estruturam entidades de um domínio e apontam características dessas entidades que são gerenciadas pelo sistema.

Existem diferentes técnicas para a representação de informações contextuais. Vieira, Tedesco e Salgado (2009) apresentam uma tabela comparativa sobre essas técnicas, que foi adaptado e é apresentado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3. Resumo das Técnicas de Representação de Contexto

<b>Técnica</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Processamento e Recuperação</b>
<i>Par Chave-valor</i>	Estrutura simples, de fácil implementação e uso.	Não considera hierarquia. Inadequado para aplicações com estruturas complexas.	Busca linear com casamento exato de nomes
<i>Linguagem de</i>	Permite hierarquia. Esquema	Modelo não resolve	Linguagem de

<i>Marcação</i>	de marcação implementa o próprio modelo.	incompletude e ambiguidade. Inadequado para representar estruturas complexas.	consulta baseada em marcação
<i>Mapas de Tópicos</i>	Facilita a navegação entre elementos contextuais e a leitura por humanos.	Técnica imatura com baixo suporte de ferramentas.	Navegação por redes semânticas
<i>Ontologias</i>	Agrega regras, conceitos e fatos num mesmo modelo. Padrões facilitam reuso e compartilhamento, e viabiliza compreensão semântica entre humanos e máquinas.	Não suporta modelar o comportamento do sistema ciente de contexto. Tecnologia nova com poucas ferramentas.	Motor de inferência, linguagens de consulta baseadas em OWL ou frames
<i>Modelos Geográficos</i>	Facilita a especificação dos conceitos e definição dos comportamentos de sistemas cientes de contexto.	Não permite processar os conceitos: mapeamento para estrutura de dados.	Pode ser traduzido para XML e utiliza processamento em XML

Este trabalho foca no uso de ontologias para a representação das informações de contextos, visando sistemas de *e-learning*. A escolha se deve porque neste tipo de sistema, existem diversas informações contextuais, que são coletadas de diferentes formas, e um usuário pode estar envolvido em diversos contextos sobrepostos. Consequentemente, sua atividade educacional pode ser influenciada pelas interações entre esses contextos. Contexto pode ser considerado como um espaço multidimensional onde cada dimensão é representada por uma ontologia diferente, que deve ser tratada separadamente (Bouzeghoub, et al. 2007; Yang et al. 2006).

## 2.7 Dimensões sobre Cultura

Essa seção explora os conceitos relacionados com a cultura. Primeiramente são abordadas algumas definições sobre a cultura e seus aspectos culturais, depois são detalhadas as dimensões culturais proposta por Hofstede, as categorias da cultura segundo Moran, Harris e Moran e finalmente são apresentadas a Interação Humano-Computador sobre os aspectos culturais.

### 2.7.1 Definição de cultura

No sentido mais geral, a *cultura* é um termo usado pelos pesquisadores da área social para se referir a um conjunto de parâmetros que podem ser usados para diferenciar a coletividade social, tais como nações, empresas e grupos, de forma significativa (Abou-Zeid 2005). No entanto, apesar de não haver consenso sobre a definição de cultura, Abou-Zeid (2005) destaca duas abordagens para conceituar a cultura que podem ser identificadas com base no tipo de parâmetros utilizados. A primeira é a abordagem *normativa* em que os parâmetros compreendem questões psicológicas coletivas compartilhadas pelos membros, como pressupostos, crenças, valores, interpretações de eventos (significados), identidades sociais e motivações. Na segunda abordagem, abordagem *experencial*, a cultura é definida em termos de experiências distintas comuns e as forças ambientais, tais como história comum, clima e ambiente físico, origem étnica, linguagem e religião. Abou-Zeid (2005), adota a abordagem normativa, justificado pelo fato de que os fatores vivenciados são considerados como antecedentes da cultura, e não a cultura propriamente dita.

Exemplos de definições normativas da cultura são: o compartilhamento das crenças, dos valores e das práticas de um grupo de pessoas; a programação coletiva da mente que distingue os membros de uma cultura sobre outra (Hofstede 2005). Seguindo a abordagem normativa, a cultura é descrita em termos dos valores compartilhados pelos membros da coletividade. Esta abordagem para a descrição da cultura é baseada na teoria de crenças de valores (Hofstede, 2001). Neste contexto, os valores são definidos como padrões, ou critérios para seleção de alternativas, e padrões que guiam atividades a serem realizadas.

Na área da antropologia, cultura tem sido descrita muitas vezes sem a geração de uma definição comumente aceita, ou um entendimento comum (Reinecke 2010). Qualquer conceitualização sobre a cultura é influenciada por um conjunto de suposições sobre a sociedade que não podem ser aplicadas em todos os lugares. Em um caso mais geral, cultura pode ser descrita livremente baseada nos valores compartilhados adquiridos.

Segundo Xinyuan (2005) existem diversas definições sobre cultura na literatura, e conseqüentemente não há um consenso geral sobre o tema. De maneira geral, cultura pode ser entendida como um “sistema de significados que está por trás da rotina e do comportamento no trabalho cotidiano” (Xinyuan 2005). O conceito inclui “raça e etnia, assim como outras variáveis, e se manifesta em comportamentos habituais, pressupostos e valores, nos padrões de estilo de pensamento e de comunicação” (Xinyuan 2005).

As definições apresentadas se referem à cultura, influenciando a forma como a comunicação ocorre. Usar o computador para realizar tarefas exige a comunicação entre o usuário e o sistema interativo. Desta forma, Xinyuan (2005) define cultura como “padrões para pensar, sentir e agir que influenciam a maneira pela qual as pessoas se comunicam entre si e com os computadores”. A cultura é um comportamento aprendido composto de pensamentos, sentimentos e ações. (Del Galdo e Nielsen 1996).

Khaslavsky (1998) define cultura por “um sistema de significados compartilhados que formam um alicerce para a resolução de problemas e comportamento na vida cotidiana. As pessoas se comunicam através da atribuição de significado às mensagens com base em suas crenças, atitudes e valores”. Pessoas com diferentes culturas têm geralmente diversas crenças, atitudes e valores e, conseqüentemente, má interpretações que acontecem na interação com pessoas da mesma cultura são reforçadas pelas amplas diferenças na interação intercultural. É preciso saber que tipo de informações as pessoas de diferentes culturas exigem e em que formato (Khaslavsky 1998), (Hall e Hall, 1990).

Segundo Moran, Harris e Moran (2007), cultura é uma forma distintamente humana de se adaptar às circunstâncias e transmitir essa habilidade de enfrentamento e conhecimento às gerações subsequentes. Cultura dá às pessoas um sentido de quem elas são, de onde pertencem, de como devem se comportar, e de que elas deveriam estar fazendo. Cultura impacta no comportamento, na moral e na produtividade no trabalho, e inclui valores e padrões que influenciam as atitudes e ações de uma empresa. Segundo os autores, a cultura é dinâmica, as culturas mudam, mas lentamente. Ela é muitas vezes considerada a força por trás do comportamento humano em toda parte.

A cultura impacta em diferentes aspectos do comportamento humano (Nazir et al 2009). Ela influencia os valores e as crenças mantidas pelos seus integrantes, e determina rituais, expectativas e comportamento de seus participantes (Preece, Rogers e Sharp 2002). A cultura funciona como base do comportamento das pessoas, de seus pensamentos e sentimentos (Zaharias 2008). As características culturais são importantes

porque moldam a percepção dos recursos do sistema, e.g., um determinado perfil cultural fará com que o usuário foque certas informações e ignore outras no sistema (Lee et al. 2008).

Conforme descrito em Marcus e Gould (2000), as culturas, mesmo dentro de alguns países, são muito diferentes. Por exemplo, as cores sagradas para o judaísmo-cristianismo no ocidente (e.g. azul, vermelho, branco e dourado) são diferentes do budismo (amarelo açafrão) ou do islamismo (verde). Essas diferenças são mais profundas do que mera aparência, elas refletem fortes valores culturais.

Como relatado em Jones (2007) e em Jones e Alony (2007), a cultura não é algo que é facilmente adquirida e sim um processo lento de crescimento em uma sociedade. Ela inclui valores de aprendizagem (crenças e atitudes dominantes), coparticipação de rituais (ações coletivas), modelagem contra heróis e símbolos compreendidos (mitos, lendas, jargões, etc.). Estes elementos da cultura são adquiridos desde o nascimento de um indivíduo. Eles são influenciados pela família, escola, religião, trabalho, amigos, televisão, jornais e livros, e muitas outras fontes. Jones (2007) apresenta vários critérios para identificação de diferenças culturais, incluindo: regras; respeito à individualidade; natureza do poder e autoridade, direitos de propriedade; conceito da Deidade; Relação do indivíduo para o Estado, Identidade Nacional e lealdade; Valores e costumes.

Uma das definições mais aceitas sobre cultura na literatura é fornecida por Hofstede (2005) onde ele define “Cultura é a programação coletiva da mente que distingue os membros de um grupo ou categoria de pessoas de outro”. Geert Hofstede conduziu entrevistas detalhadas com centenas de empregados da IBM em 53 países, que posteriormente foi ampliada totalizando 74 países com valores definidos. Ele foi capaz de determinar padrões de semelhanças e diferenças entre as respostas e desenvolveu um modelo que diferencia cinco dimensões culturais (Hofstede 2005, Hofstede, 2001). Estas dimensões são descritas na seção 2.7.2. Elas incluem valores, estruturas cognitivas e comportamentos, ao nível individual, estruturas e rituais ao nível da organização, e artefatos e atributos ao nível social ou nacional (ZAHARIAS 2008).

Na perspectiva da organização do conhecimento, a cultura, por sua natureza, é um fenômeno em multicamadas, que pode ser manifestada em diversos níveis, tais como no nível da sociedade, nacional, cooperativo e ocupacional, que influenciam o comportamento social daqueles envolvidos em cada estágio do processo de transferência do conhecimento (HOFSTEDDE 2005, ABOU-ZEID 2005).

Em se tratando de ambientes *e-learning*, o contexto cultural inclui a experiência e formação cultural do aluno, e pode ter um grande impacto em sua capacidade e eficiência para aprender um determinado conjunto de conteúdo (CHANDRAMOULI ET AL., 2008). O contexto cultural se refere a diferentes aspectos, tais como os aspectos social, ideológico, político, étnico, as diferentes línguas, valores, normas e as questões relacionados ao gênero (PAWLOWSKI, 2008).

Pawlowski (2008) descreve as características culturais em diferentes níveis: aspectos nacionais e regionais, os aspectos organizacionais, aspectos profissionais e campos de atuação, aspectos sociais e individuais conforme apresentado na Figura 2.2. Assim, os perfis culturais descrevem as características culturais e individuais em diversos níveis e a modelagem de perfis de cultura pode ser um meio de melhorar a sensibilidade cultural no compartilhamento de conhecimento global e no processo de aprendizagem.



Figura 2.2: Camadas sobre os diferentes aspectos culturais

Para cada camada, existem diferentes contextos culturais. O nível social lida com as diferenças culturais da sociedade em um nível epistemológico, por exemplo, as diferenças em perceber, interpretar e raciocinar um fenômeno. Os outros três níveis podem ser descritos pelo conjunto de valores que distinguem uma organização de outra, a certo nível de análise. O nível nacional inclui valores como abstrativo *versus* associativo, as dimensões propostas por Hofstede, orientações de tempo. No nível corporativo, alguns exemplos são a avaliação da informação, disposição em compartilhar conhecimento com outros, disposição em aprender com outros. No nível operacional/ocupacional, pode ser representado por valores como estilos de gerenciamento e delegação de responsabilidades.

Existem diferentes dimensões culturais apresentadas na literatura, mas uma proposta amplamente aceita para o ponto de vista da cultura em termos nacionais são as cinco dimensões propostas por Hofstede (2005). A seguir são apresentadas as principais classificações em relação à cultura na camada nacional.

### 2.7.2 Dimensões Culturais proposta por Hofstede

Hofstede (2001) descreve as diferenças na cultura nacional por cinco dimensões. Essas diferenças manifestam-se nas escolhas de uma cultura sobre os símbolos, heróis, rituais e valores. Os estudos de Hofstede incluíram entrevistas detalhadas com centenas de empregados da IBM e análises quantitativas em larga escala da cultura organizacional, e posteriormente ele atribuiu uma pontuação para cada uma das cinco dimensões para cada um dos 74 países investigados, baseando sua pesquisa em padrões de similaridade e diferenças entre os pesquisados, e normalizando seus valores de 0 a 100 (com algumas exceções de países avaliados posteriormente da classificação inicial). As cinco dimensões da cultura são: (1) Poder da distância (PDI - *power distance*), (2) Individualismo *versus* Coletivismo (IDV- *Individualism*), (3) Masculinidade *versus* Feminilidade (MAS - *Masculinity*), (4) Prevenção de Incerteza (UAI - *Uncertainty avoidance*), e (5) Orientação temporal de longo prazo (LTO - *Long Term Orientation*). Recentemente uma outra dimensão foi incluída, chamada Indulgência *versus* Restrição (IND - *Indulgence versus Restraint*) e para esta dimensão 93 países foram estudados (Hofstede, Hofstede e Minkov 2010).

Estas dimensões culturais são baseadas em orientações de valores compartilhados entre as culturas. A média de pontuação é 55 para PDI, 43 para IDV, 50 para MAS, 64

para UAI e 45 para a dimensão LTO. Essas médias fornecem a possibilidade de comparar um país. Por exemplo, a Malásia possui o mais alto valor de Poder da Distância (PDI=104), que se relaciona com a percepção das diferenças de poder dentro da sociedade. Deste modo, em comparação com a maioria dos outros países, os malaios são muito mais dispostos a aceitar uma distribuição desigual de poder, e membros da sociedade não insistem necessariamente em seus direitos demográficos (Hofstede 2001). Muitos países latino-americanos e asiáticos receberam pontuação baixa na dimensão Individualismo, e são classificados desta maneira como países coletivistas. Isso significa que as pessoas agem como parte de um grupo, como a família. Já nos Estados Unidos, ou na Holanda, países com pontuação alta na mesma dimensão, as pessoas esperam e estão mais dispostas a mostrarem suas próprias personalidades, destacando-se de um grupo (Hofstede 2001). A seguir a explicação de cada dimensão.

**Poder da distância** (PDI) (também chamado de Distância do poder) refere-se ao grau em que membros em posições mais baixas aceitam e/ou esperam por uma distribuição desigual de poder dentro de uma cultura. Isso representa a desigualdade (mais *versus* menos), mas definida a partir de baixo, não de cima. Isso significa que o nível de desigualdade de uma sociedade é endossado tanto pelos seguidores quanto pelos seus líderes (Hofstede, 2005). Um país com alto valor de PDI tem a tendência de ter o poder da política centralizado e apresentam altas hierarquias nas organizações, com grandes diferenças de salários e status. Já culturas com baixo PDI, têm a tendência de ver seus subordinados e superiores de uma maneira mais intercambiável, e com menor diferença entre salários e status. Hofstede destaca que essas diferenças são antigas, e ele não acredita que desapareça facilmente. Marcus e Gould (2000a) destacam que essa dimensão tem se mantido estável nos últimos 20 anos.

**Individualismo versus Coletivismo** (IDV): o coletivismo é o grau no qual os indivíduos são integrados em grupos. O lado individualista implica sociedades em que não existem vínculos, ou seja, todos devem cuidar de si mesmo ou de sua família imediata. O lado coletivista aponta que as sociedades são fortemente integradas, coesas, em grupos, e muitas vezes a noção de família é estendida.

**Masculinidade x Feminilidade** (MAS) refere-se aos papéis de gênero, e não às características físicas. É o grau que a cultura separa (ou não) tradicionalmente o gênero. O estudo realizado na IBM revelou que (a) os valores das mulheres diferem menos entre as diversas sociedades do que os valores dos homens; (b) os valores dos homens de um país para outro, contêm uma dimensão desde muito assertivos e competitivos e muito diferentes dos valores das mulheres, que por um lado, são modestas e cuidadosas. O pólo assertivo tem sido chamado de “masculino” e do pólo modesto e cuidadoso de “feminino”. As mulheres nos países ditos femininos possuem os mesmos valores de modéstia e cuidado que os homens; e nos países ditos masculinos, as mulheres são um tanto agressivas e competitivas, mas não tanto quanto os homens, e desta forma, estes países apresentam uma diferença entre os valores dos homens e das mulheres (Hofstede 2005).

**Prevenção de Incerteza** (UAI) é o grau em que uma cultura se sente desconfortável com a incerteza; essa dimensão lida com a tolerância da sociedade sobre a incerteza e a ambiguidade, que em última análise, refere-se à busca do homem para a verdade. As culturas variam em aceitação sobre incerteza, criando diferentes rituais e valores a respeito da formalidade, pontualidade, exigências legal-religiosa-social, e da tolerância para a ambiguidade (Marcus e Gould 2000a), (Hofstede, 2005), (Bossard 2008).

**Tempo de orientação a longo prazo (LTO)** versus curto prazo: esta quinta dimensão foi encontrada em um estudo entre estudantes de 23 países ao redor do mundo, utilizando um questionário elaborado por acadêmicos chineses. Pode-se dizer que se pode lidar com a noção de virtude, independentemente da noção de verdade. Valores associados a orientação de longo prazo são a economia e perseverança; já os valores associados a orientação de curto prazo são respeito pela tradição, cumprimento das obrigações sociais, e a proteção dos indivíduos. Tanto os valores positivos e negativos desta dimensão encontram-se nos ensinamentos de Confúcio, o filósofo mais influente chinês que viveu por volta de 500 a.C., no entanto, a dimensão também se aplica a países sem uma herança confucionista. Algumas características para orientação de longo prazo são a persistência, a ordenação das relações pela posição (*status*) e a observação desta ordem, a economia e o sentimento de vergonha, e para a orientação de curto prazo são a estabilidade e garantia pessoal, a proteção, o respeito ou tradição e a reciprocidade de cumprimentos, favores e presentes.

**Indulgência (IND)** representa uma sociedade que permite a gratificação relativamente livre das questões básicas humanas e naturais relacionadas a aproveitar a vida e se divertir. A restrição (ou contenção) está relacionada a uma sociedade que suprime a satisfação de necessidades e as regula por meio de normas sociais rígidas (Hofstede, Hofstede e Minkov 2010). Essa dimensão está relacionada com a forma de aproveitar a vida. Ela ainda é recente e os autores afirmam que ainda são necessários mais estudos sobre esta dimensão. De fato, trabalhos relacionados à área de IHC não apresentam avaliações ou propostas de *design* relacionadas a esta dimensão cultural, desta forma, este trabalho não considerou esta dimensão para o desenvolvimento do modelo e para os experimentos da tese.

O trabalho de Hofstede tem sido amplamente utilizado e validado por estudos empíricos em sistemas de informação, embora também alvo de críticas (Zaharias 2008). As críticas são relacionadas à equalização de um país em um único *background* cultural, ainda assim, ou talvez por causa desta simplificação, as dimensões de Hofstede têm sido amplamente utilizadas em várias áreas, como a análise da comunicação intercultural, entre ou dentro das organizações, ou para explicar as diferenças entre os estilos de aprendizagem (Reinecke 2010). A Tabela 2.4 apresenta os valores encontrados das dimensões de Hofstede para alguns países selecionados (visando o desenvolvimento deste trabalho).

Tabela 2.4: Valores dos índices encontrados de alguns países

Valores das Dimensões de Hofstede para alguns países selecionados					
	PDI	IDV	MAS	UAI	LTO
<b>Argentina</b>	49	46	56	86	
<b>Brasil</b>	69	38	49	76	65
<b>Estados Unidos</b>	40	91	62	46	29
<b>França</b>	68	71	43	86	39*
<b>Uruguai</b>	61	36	38	100	

\* Baseado no questionário depois da pesquisa inicial. Alguns países não tem valor LTO analisado.

Fonte: Hofstede (2005)

### 2.7.3 Categorias da Cultura segundo Moran, Harris e Moran

Moran, Harris e Moran (2007) apresentam dez categorias como um meio para entender tanto uma macrocultura ou uma microcultura e pode ser útil para o estudo de qualquer grupo de pessoas, e.g., tanto para aqueles que vivem no sul rural dos Estados Unidos, na Índia, ou em uma cidade movimentada como Hong Kong, etc. As categorias são: (1) Auto-Senso e Senso de espaço; (2) Comunicação e Linguagem; (3) Vestuário e Aparência; (4) Alimentação e hábitos alimentares; (5) Tempo e consciência do tempo; (6) Relacionamentos; (7) Valores e normas; (8) Crenças e atitudes; (9) Processo Mental e de Aprendizagem e (10) Hábitos e práticas de trabalho. Todas essas categorias são importantes para se compreender aspectos culturais, porém são destacadas algumas mais relacionadas a este trabalho:

- Comunicação e Linguagem. O sistema de comunicação, verbal e não verbal, se distingue de um grupo a outro. Além da multiplicidade de línguas estrangeiras, algumas nações têm quinze ou mais principais línguas faladas (dentro de um grupo existem dialetos, sotaques, gírias, jargões e outras variações). Além disso, os significados atribuídos aos gestos, por exemplo, muitas vezes diferem pela cultura. Deste modo, enquanto a linguagem corporal pode ser universal, sua manifestação varia pela localidade. Subculturas, e.g. o grupo dos militares, possuem terminologias e sinais que ultrapassam as fronteiras nacionais.
- Tempo e consciência do tempo. Senso de tempo difere pela cultura: alguns são exatos e outros são relativos. Geralmente os alemães são precisos sobre o relógio, enquanto outros grupos de origem latina são mais casuais. Em algumas culturas, pontualidade é determinada pela idade ou *status*. Assim, em alguns países, espera-se que os subordinados cheguem no horário nas reuniões de grupo, mas o chefe é o último a chegar. Existem pessoas em outras culturas que não se preocupam com as horas ou minutos, mas gerenciam seus dias sobre a ótica do nascer e pôr do sol. O tempo, no sentido das estações do ano, varia de acordo com a cultura. Algumas regiões do mundo pensam em termos das estações do ano (primavera, verão, outono e inverno); mas para outras as denominações mais significativas podem ser chuvoso ou seco.
- Relacionamentos. Culturas estabelecem relações humanas e organizacionais por idade, sexo, *status* e grau de parentesco, bem como pela riqueza, poder e sabedoria. A unidade familiar é a expressão mais comum dessa característica, e o seu arranjo pode ir desde pequeno a grande - em família típica hindu, a família une sob o mesmo teto, a mãe, pai, filhos, tios, tias e primos. Na verdade, uma localização física em tais casas também pode ser determinada, com os homens de um lado da casa, e as mulheres do outro. Há alguns lugares onde o relacionamento conjugal aceito é a monogamia, enquanto em outras culturas, pode ser a poligamia ou a poliandria. Em algumas culturas, a figura autoritária na família é masculina, e essa relação é fixa e estendida para a comunidade. Relacionamentos entre as pessoas variam por categoria, em algumas culturas, os idosos são honrados, enquanto em outras, eles são ignorados e, em algumas culturas, as mulheres devem usar véus e parecer respeitosa, enquanto em outras a mulher é considerada igual, se não superior ao sexo masculino. A subcultura militar tem uma determinação clássica das relações por classificação ou protocolo, tais como a relação entre os oficiais. Mesmo quando fora de serviço, na base das instalações, os membros são segregados pela sua função.

- Processo Mental e de Aprendizagem. Algumas culturas enfatizam um aspecto do desenvolvimento do cérebro em detrimento a outro, de modo que se pode observar diferenças marcantes na forma como as pessoas pensam e aprendem. O antropólogo Edward Hall afirma que a mente é a cultura interiorizada, e o processo mental envolve a forma como as pessoas organizam e processam as informações Hall (1989), Moran, Harris e Moran (2007). A vida em uma localidade específica define as recompensas e punições para aprender ou não aprender certas informações de uma certa maneira, e isso é confirmado e reforçado pela cultura. Algumas culturas preferem o pensamento abstrato e a conceituação, enquanto outras preferem a memorização e o aprendizado. O que parece ser universal é que cada cultura tem um processo de raciocínio, que são manifestados por sua própria maneira distinta.
- Hábitos e práticas de trabalho. Refere-se à atitude de uma cultura perante o trabalho - os tipos de trabalho dominante, a sua divisão e os seus hábitos ou práticas, tais como promoções ou incentivos. O trabalho tem sido definido como o esforço direcionado para produzir ou realizar algo. Para algumas culturas, a validade de uma atividade é medida pelos rendimentos produzidos, ou o valor do indivíduo é avaliado pelo *status* da sua função. No Japão, a lealdade cultural familiar é transferida para a organização que emprega a pessoa e a qualidade de seu desempenho é expressa no trabalho pela comunicação em grupo, sua participação e pelo consenso.

Esta classificação geral é um modelo básico para avaliar uma cultura particular. Ele não inclui todos os aspectos da cultura, nem é a única forma de analisar a cultura. Esta abordagem permite que se examine uma pessoa sistemicamente, e é uma maneira inicial para a compreensão da cultura. Da mesma forma, este modelo pode ser usado para estudar uma microcultura dentro de uma cultura nacional. Todos os aspectos da cultura estão inter-relacionados, e mudar uma parte significa mudar o todo.

De acordo com Moran, Harris e Moran (2007), existem diferentes abordagens para a análise da cultura. Em relação ao sistema educacional, os autores destacam que as culturas se distinguem em como os membros mais jovens de uma sociedade são providos de informações, conhecimentos, habilidades e valores. Os sistemas educacionais podem ser formais e informais dentro de qualquer cultura e como as pessoas aprendem varia pela cultura.

As micro ou subculturas dentro de uma sociedade mais ampla ou uma nação partilham uma maioria comum da macrocultura. Pode haver subgrupos de pessoas que possuam traços característicos que os distinguem dos demais, ou essas subculturas podem ser descritas pela classificação por idade, classe, gênero, raça, ou alguma outra entidade que as diferenciam neste micro para a macrocultura.

Existem dois pontos de vista do que é diversidade e do que é universal. Existem generalizações que podem ser feitas sobre as culturas que são referidas como *universais* como os adornos corporais, o calendário, as divisões de trabalho, educação, ética, tabus, regras de incesto e de herança, linguagem, casamento, luto, mitologia, sistema numérico, as sanções penais, a propriedade de direitos, as crenças sobrenaturais, diferenciação de status, etc. Assim, certas atividades podem ocorrer em diferentes culturas, mas a sua manifestação pode ser exclusiva em uma determinada sociedade, o que leva ao conceito oposto da *diversidade* cultural. Algumas formas de esportes, de humor ou musicais podem ser comuns a todos os povos, mas a maneira em que é

realizada é diferente nos vários agrupamentos culturais. Algumas variáveis culturais têm sido pesquisadas e um “perfil cultural” desenvolvido por Schmitz (2003) em diversos países. Existem dez conceitos neste modelo, como apresentam Moran, Harris e Moran (2007): Ambiente, Tempo, Ação, Comunicação, Espaço, Poder, Individualismo, Competitividade, Estrutura, Pensamento. Esses conceitos estão ligados com as dimensões estudadas, e influenciam como uma pessoa obtém seu perfil cultural.

A seguir os aspectos culturais são identificados por diversos trabalhos da área de IHC, com enfoque no *webdesign*, projeto do diálogo e da interface.

## **2.8 Interação Humano-Computador e Aspectos Culturais**

Essa seção analisa os diversos aspectos da Interação Humano-Computador em relação às características culturais. A seção 2.8.1 enfoca o design da interação, a seção 2.8.2 a avaliação de usabilidade e na seção 2.8.3 são identificados os diferentes aspectos da interação relacionados às Dimensões de Hofstede que podem servir como orientações para as adaptações.

### **2.8.1 Aspectos Culturais no Design de Interação**

A cultura deveria ser considerada desde o início do processo de design (Marcus e Gould 2012). Se as funções e dados serão importantes para um público-alvo de fora do mercado original, é importante planejar os fatores internacionais e interculturais durante a fase inicial de desenvolvimento, para que o produto/serviço possa ser customizado de forma eficiente posteriormente, visto que raramente um produto alcança uma aceitação global para uma solução ‘*one-size-fits-all*’ (Marcus e Gould 2012).

Para o processo do *design* de interfaces globalizadas, Marcus e Gould (2012) destacam um *checklist* para tarefas específicas, relacionadas à: (1) demografia do usuário, na identificação da cultura e nacionalidade da população alvo de usuários; (2) tecnologia, analisando a ênfase em mídias com sons, visual, em 3D; no conteúdo verbal versus visual, etc.; (3) metáforas, determinando o número de conceitos, termos, e imagens primárias para alcançar as necessidades dos usuários; avaliação de potenciais más interpretações da comunicação e no entendimento, devido a diferenças de linguagem e cultura; (4) modelos mentais, determinando a variedade de opções na organização do conteúdo e analisando como a hierarquia deve ser alterada; e, segundo os autores os estilos cognitivos também são afetados pela cultura; (5) navegação, que verifica a necessidade de variações de navegação para atender os requisitos do usuário; (6) interação, que determina as variações de entrada e *feedback*; e (7) aparência, que determina as variações dos atributos visuais e verbais, como por exemplo, o layout e sua orientação, ícones, símbolos e gráficos, tipografia, cor, estética, linguagem e estilos verbais.

Os aspectos culturais identificados na maior parte das pesquisas em IHC estão relacionados com a manipulação direta das interfaces projetadas para uso individual, e não consideram questões culturais no design da interação social (Vatrapu e Suthers 2007). Evers e Day (1997) acreditam que os fatores culturais influenciam na aceitação de interfaces humano-computador. Eles destacam um conjunto de elementos culturais que devem ser considerados pelo designer de interface: texto, números, data e horário, imagens, símbolos, cores, fluxo e funcionalidade.

O projeto de interface do usuário pode ser uma questão de preferência que varia de pessoa para pessoa, porém, podem-se encontrar preferências comuns que são profundamente enraizadas na cultura (Dormann e Chisalita, 2002), e pesquisas nesta direção mostram que pessoas consideradas pertencentes a um mesmo grupo cultural também percebem e processam a informação de maneiras semelhantes (Reinecke 2010).

A *usabilidade internacional* tanto pode se referir a “internacionalização” das interfaces, eliminando a cultura local, ou seja, retirando toda e qualquer simbologia e referência cultural específica de um grupo, ou pode referir-se a “localização”, se preocupando com as necessidades específicas de cada grupo alvo local, com a intenção de incorporar conteúdo e funcionalidade localizados.

Internacionalização (o termo em inglês *internationalization* é abreviado por *i18n*, porque ele tem 18 letras entre o primeiro ‘i’ e o último ‘n’) é o processo de desenvolvimento de uma aplicação cujo *design* e a codificação não fazem suposições baseadas em um único local, é o processo de criação de um *design* base que pode ser modificado ou ampliado para vários públicos e mercados em todo o mundo. Um produto devidamente internacionalizado, que extrai todo o contexto cultural, pode lidar com vários idiomas e convenções culturais. Produtos de software internacionalizados são mais fáceis de gerenciar e de serem expandidos para novos mercados em diferentes países. A internacionalização planeja e implementa produtos e serviços para que eles possam ser facilmente localizados (suas funcionalidades, terminologias e elementos de *design*) para culturas específicas. Este processo requer uma combinação de experiência internacional e técnica, e geralmente envolve tanto a implantação de novos sistemas e a reengenharia de sistemas existentes. Uma vez que a plataforma de internacionalização está em vigor, o lançamento do produto em novos países ou culturas deve ser significativamente mais eficiente.

Localização (o termo em inglês *localization* é abreviado por *l10n*, porque existem 10 letras do primeiro ‘l’ até o último ‘n’) é o processo de adaptação de aplicações, serviços e produtos para um mercado internacional específico, para permitir a sua aceitabilidade em uma cultura específica, incluindo a tradução da interface do usuário, redimensionamento de caixas de diálogo, recursos de personalização (se necessário), e os resultados dos testes para garantir que o programa ainda funcione, ou seja, é o processo de fazer uma versão específica do produto para um mercado-alvo (Shen, Woolley e Stephen 2006). A localização vai além da tradução da língua, detalhes da localidade, tais como sua moeda, as regulamentações nacionais e feriados, as sensibilidades culturais, os nomes de produtos ou serviços, os papéis de gênero e questões geográficas entre muitos outros detalhes devem ser considerados. Um serviço ou produto localizado de sucesso é aquele que parece ter sido desenvolvido dentro da cultura local. Um produto bem localizado permite que os usuários se concentrem em explorar o software em sua própria língua e contexto cultural adequado. A localização é muitas vezes entendida como a tradução textual, mas na verdade, a interface de usuário não é apenas texto, inclui metáforas, modelos mentais, navegação, interação e aparência (Marcus e Gould 2012).

Atualmente, com a crescente perda de fronteiras geográficas, em que usuários de diferentes países podem acessar via Internet os mais variados *softwares* e sistemas, verifica-se a importância da pesquisa sobre a cultura. Por exemplo, a empresa Microsoft em 2006, destacou que a maioria de seus usuários (87%), vem de outros países fora dos Estados Unidos, apesar deste mercado ainda liderar o número de usuários na internet por país (Reinecke 2010; Computer Industry Almanac, 2006). Desta forma, com a

crescente globalização do mercado de *software*, as companhias começam cada vez mais adaptar seus produtos para as preferências locais dos países alvo. Uma interface localizada geralmente implica em adaptar a interface do usuário para a linguagem local, levando em consideração os diferentes formatos de data e horário. Vários pesquisadores também agregaram mais variações sutis das preferências culturais, como a personalização de cores e imagens para melhor compreensão do país alvo. Porém, a funcionalidade do *software*, seu fluxo, como a organização dos elementos, o nível de orientação e direção, e a maneira de tratamento geralmente não são observadas.

Além disso, pesquisas indicam vantagens da interface localizada (focada na cultura) com relação a preferências estéticas (na satisfação do usuário) e no aumento da eficiência do trabalho (no desempenho) (Reinecke 2010). Analisando centenas de *websites*, Barber e Badre (1998) descobriram que os elementos de interface que são significativamente preferidos por uma cultura específica, influenciam fortemente a usabilidade das interfaces dos usuários. Porém, desenvolver uma interface localizada culturalmente, é uma tarefa muito cara. Em contraste com as interfaces localizadas, a adaptação cultural requer que o computador obtenha mais informações do que o paradeiro atual do usuário, tendo em conta diferentes influências culturais, como por exemplo, países de residência anteriores e nacionalidade dos pais (Reinecke 2010), e faz a personalização para cada grupo cultural.

De acordo com Bossard (2008) existem duas categorias de temas que são afetados em IHC pela localização: a apresentação da informação e o projeto do diálogo. Exemplos da primeira categoria são hora, data e formato de cor; e linguagem (por exemplo, fonte, direção da escrita, etc.). Na categoria projeto de diálogo tem-se a estrutura de menus e complexidade, *layout*, posições; e design de interação (e.g. conceito de navegação, o caminho de interação, a velocidade de interação, a estrutura do sistema, etc.). Apesar de alguns trabalhos atuais se concentrarem nos aspectos interculturais de IHC, a investigação dos aspectos dependentes da cultura na interação ainda é embrionária (Zaharias 2008).

O termo “culturabilidade” (do inglês *culturability*), é utilizado para descrever a fusão da cultura e usabilidade (Barber e Badre 1998). Um número de questões de “culturabilidade” tem sido identificado e considerado pelos *designers*, e.g. linguagem, contexto social, espaço de tempo, moeda, unidades de medida, valores culturais, posições da interface, estética (George et al. 2010). Uma questão importante no projeto da interação sensível a cultura é o entendimento da representação. George et al. (2010) destaca a importância da relação identificada entre linguagem, contexto cultural e usabilidade, e ainda apresenta estudos recentes que questionam se a noção de usabilidade é constante entre as culturas. Por exemplo, no trabalho de Frandsen-Thorlacius (2009), eles apresentam uma pesquisa com 412 usuários da China e Dinamarca, e encontraram uma diferença básica em como os usuários entenderam e priorizaram os diferentes aspectos da usabilidade. Os chineses se concentraram mais na aparência visual, satisfação e no divertimento em relação aos dinamarqueses. Os dinamarqueses nomearam a eficiência, eficácia e a falta de frustração como os fatores mais importantes da interface.

As dificuldades culturais no entendimento de um *website* tem um fluxo natural no efeito da capacidade de aprendizagem do sistema (George et al. 2010). Algumas questões de projeto para o desenvolvimento de interfaces focalizadas na cultura são apresentadas em George et al. (2010): o uso de imagens não-localizadas (e.g. cenas, rostos, arquitetura e costumes) podem afetar a capacidade de aprendizagem; *design* de

acordo com o estilo de escrita local, e.g. idiomas como o árabe são escritos da direita para a esquerda; tradução dos menus, caixas e ícones textuais podem ser problemáticas, pois o tamanho das palavras varia entre as línguas; ícones baseados em metáforas, como a caixa de correio e lixeiras podem ser interpretadas de forma diferente; o cuidado que deve ser dado à apresentação de imagens, porque algumas culturas são muito sensíveis a como os recursos humanos são representados; ícones considerados internacionais não são necessariamente entendidos globalmente; as culturas se diferenciam em como apresentam números, horário e data; as orientações e posicionamento da página variam de acordo com a cultura; utilização de cores no *webdesign* podem impactar nas expectativas do usuário sobre a navegação, o conteúdo e os links, como também na satisfação geral; a maneira como as pessoas observam uma página pode ser diferenciada (*holística x analística*) e desta forma a ordenação e arranjo da página deve considerar este aspecto; e, a utilização de imagens *versus* texto para navegação pode afetar as taxas de erros na realização das tarefas dependendo da cultura. Esses são alguns elementos em como os aspectos culturais impactam na representação do conhecimento e no projeto da interação de websites.

Algumas ideias a respeito de como os fluxos de trabalho devem distinguir-se entre diferentes níveis de orientação, por exemplo, pode ser observado no trabalho de Kamentz e Womser-Hacker, (2003), e Marcus (2002). Mas, a maioria das diretrizes de localização ainda se concentra apenas nos aspectos mais visíveis da interface. Em uma tentativa de criar e refinar as recomendações para a interface localizada, muitos pesquisadores têm mapeado a cultura nos diferentes projetos de interface de usuário. Igualando a cultura como um país (ou seja, uma cultura nacional), os estudos têm como objetivo principal analisar e comparar os *sites* de dois ou mais países diferentes.

Eune e Lee (2009) apresentam um *framework* para a comparação de aspectos culturais no design de interfaces móveis, destacando quatro categorias: a atitude do usuário em relação ao tempo, a natureza da motivação do usuário, as relações humanas e a comunicação. Cada categoria apresenta algumas variáveis culturais, e.g., em relação ao modo de lidar com tarefas pode-se ter os valores síncrono *versus* sequencial; quanto a percepção temporal tem-se os valores no futuro ou no passado; quanto a relação humana, individualista ou coletivista; e estão relacionadas com as dimensões de Hofstede e de Lee.

Shen, Woolley e Prior (2006) apresentam o design centrado na cultura - CCD (*Culture-Centred Design*), que incorpora metáforas culturais para grupos chineses. Uma demonstração da interface com grupos de usuários chineses avalia o sucesso da proposta em termos de interatividade, usabilidade e significância cultural.

Quanto às diferentes terminologias e conceitos sobre a questão cultural e IHC, Heimgärtner (2013) faz um estudo analítico da literatura. Ele levantou diferentes terminologias e conceitos. Exemplos dos principais termos são: *intercultural*, *cross-cultural*, *culture-centered*, *culture-oriented*, *globalization*, *localization*, *glocalization*, *internationalization*, *iconization*, *culturalization*, *'globalization of user-interface design'*, *'global and intercultural user-interface design'*, *'cross-cultural user-interface design'*, *'international and intercultural user interfaces'*, *'globalization, localization and cross-cultural communication in user-interface design'*, *'Cross-cultural user-experience design'*. Os resultados desse trabalho estão relacionados ao esclarecimento das abordagens e questões culturais e no estabelecimento de uma base conceitual para elucidar as diferentes abordagens de pesquisa.

Recabarren e Nussbaum (2010) apresentam uma análise com base em diferentes trabalhos relacionados, sobre quais características culturais dos usuários influenciam as interações e o *design* de web sites. Os principais resultados deste estudo foram: (a) idade: influencia no formato e conteúdo do design de web sites; (b) habilidades cognitivas: navegação, formato, pesquisa; (c) país de origem: conteúdo (linguagem e símbolos), estrutura, pesquisa e navegação; (d) ocupação: conteúdo; e (e) gênero: navegação (menus), conteúdo (gráficos), *design* da informação.

## 2.8.2 Aspectos Culturais na Avaliação de Usabilidade

Assim como as diferentes culturas necessitam de versões diferentes sobre um mesmo software ou produto, diferentes métodos de usabilidade podem ser necessários para as diferentes culturas (Vatrapu e Suthers 2007). Por exemplo, a cultura afeta o funcionamento dos grupos focais, no protocolo de ‘pensamento em voz alta’, na aplicação dos questionários, no entendimento de metáforas e no design da interação, e na eficácia das entrevistas (Vatrapu e Suthers 2007). Especialmente no efeito da cultura nas entrevistas estruturadas, Vatrapu e Pérez-Quñones (2006) apresentam um experimento controlado, consistindo em avaliações de usabilidade de um website com dois grupos independentes de participantes indianos. Cada grupo teve um entrevistador distinto; um pertencente à cultura indiana, e outro pertencente à cultura anglo-americana. Os resultados indicaram que os participantes encontraram mais problemas de usabilidade e fizeram mais sugestões para o entrevistador membro da mesma cultura (indiano) do que o entrevistador estrangeiro. Os resultados deste estudo indicaram que a cultura afeta significativamente a eficácia das entrevistas estruturadas durante um teste internacional de usabilidade.

Smith (2011) trata da adaptação dos métodos de usabilidade e das ferramentas desenvolvidas por uma determinada cultura para outras partes do mundo. O autor também indica o trabalho de Hofstede como um ponto de referência para pesquisadores iniciarem suas pesquisas nas influências culturais no *design*.

Clemmensen et al (2009) discutem o impacto das diferenças culturais nas avaliações de usabilidade que são baseadas no método ‘de pensamento em voz alta’ e destacam a importância da relação entre a apresentação da tarefa de acordo com o *background* cultural, as diferenças no efeito do protocolo sobre o desempenho da tarefa entre pessoas do oriente e ocidente, as diferenças no comportamento não-verbal que afetam a detecção do problema de usabilidade, e também a relação geral entre um usuário e um avaliador de *background* culturais diferentes.

Winschiers e Fendler (2007) apresentam um estudo empírico para a adaptação cultural dos métodos e processos da engenharia de usabilidade. Eles apresentam um *framework* de desenvolvimento centrado na cultura que interage com o gerente de projeto e o processo de desenvolvimento através de avaliações de usabilidade contínuas dentro do contexto cultural. Modelos (*templates*) para testes de usabilidade interculturais e também para culturas específicas são apresentados em Clemmensen, (2011). O autor apresenta resultados de estudos de campo e entrevistas etnográficas de três países. Segundo Clemmensen (2011), esses modelos servem como um modo simples e prático para planejar, comparar e melhorar a avaliação de usabilidade aplicada a culturas e países diversos.

Rau, Plocher e Choong, Yee-Yin (2013) apresentam recomendações para o *design* por diferentes culturas, a respeito do idioma, uso de jargões, abreviações, traduções,

suporte a múltiplas línguas, conteúdos, espaçamento, métodos de sequência e ordenação de listas, cores, ícones e imagens, formatos de apresentação e *layout*, representação e organização da informação, navegação e links. Eles também apresentam um conjunto de heurísticas e diretrizes para a avaliação através das diferentes culturas.

### 2.8.3 IHC e as Dimensões de Hofstede

As pessoas aprendem padrões de pensamento, ações e comunicação vivenciando um ambiente social específico, normalmente categorizado como cultura nacional (Xinyuan 2005). Como tal, a cultura parcialmente predetermina as preferências e comportamentos de comunicação de uma pessoa. O estilo de comunicação, que reflete como uma pessoa envia e interpreta mensagens, representa os padrões globais e valores de uma cultura. Como a interface é o meio pelo qual o usuário e o computador interagem, esta é a razão pela qual a interface deve ajudar os usuários a utilizar os seus estilos de comunicação particulares. Consequentemente, as reações do usuário se tornam mais previsíveis e compreensíveis quando a perspectiva cultural do usuário é levada em consideração (Xinyuan 2005). Sites devem mostrar questões culturais, ou seja, projetar a interface para acomodar as preferências e influências culturais para aumentar a interface baseada na cultura e o produto.

Marcus e Gould (2000a) utilizam as dimensões nacionais da cultura proposta por Hofstede para os aspectos da interface do usuário e *webdesign*. Para a dimensão PDI, eles acreditam que o poder da distância pode influenciar os aspectos: o acesso à informação: altamente estruturada (para PDI alto) *versus* menos estruturada (PDI baixo); Hierarquias nos modelos mentais: alta *versus* rasa; ênfase sobre a ordem social e moral (por exemplo, o nacionalismo, ou religião) e seus símbolos: uso significativo/frequente *versus* uso menor/infrequente; foco em perícia, na autoridade, nas certificações, e selos oficiais: forte *versus* fraco; destaque dado aos líderes *versus* aos cidadãos, clientes ou funcionários; a importância da segurança e restrições ou barreiras de acesso: explícita, executada, com restrições frequentes ao usuário *versus* transparente, com liberdade; funções sociais utilizadas para organizar informações (e.g., uma seção gerencial que isolaram os não-gerentes): frequente *versus* infrequentes.

Marcus e Gould (2000b) acreditam que a dimensão Individualismo x Coletivismo pode influenciar alguns aspectos da interação e *webdesign*, como por exemplo, a motivação com base na realização pessoal: maximizada (espera do extraordinário) para a cultura individualista *versus* subestimada (em favor da realização do grupo) para as culturas coletivistas e a disponibilidade em fornecer informações pessoais *versus* a proteção dos dados pessoais diferenciando o indivíduo do grupo. Já sobre a dimensão masculinidade versus feminilidade, os autores indicam que culturas altamente masculinas focam nos elementos de interação como a navegação orientada para exploração e controle e a utilização de gráficos, sons e animação. Já culturas ditas femininas enfatizam em cooperação mútua, na troca e suporte (ao invés da tática “conquistar e vencer”), focam nos aspectos visuais e estabelecem papéis por gênero. Em outro trabalho, Marcus (2001) destaca que em culturas femininas o *website* deveria ser orientado à tarefa, e deveria fornecer rápidos resultados a tarefas mais limitadas ao invés de ser orientada a realizações em destaque (ou chamar a atenção para as conquistas).

Para a dimensão prevenção da incerteza, Marcus e Gould (2000b) identificaram os seguintes aspectos da interação: para culturas com alto grau a ênfase na simplicidade, com metáforas claras, com poucas opções por unidade, e quantidade de dados limitada; esquemas navegacionais planejados para prevenir o usuário ficar perdido; a utilização

de modelos mentais e sistemas de ajuda com foco na redução de erros pelo usuário e a utilização de “pistas” redundantes na mesma unidade (como cores, tipografia e sons, etc.), para reduzir ambiguidade. Para culturas com baixo grau, eles enfatizam o contrário: grau de complexidade com vários conteúdos e opções para os usuários; menos controle da navegação; os modelos mentais e os sistemas de ajuda se concentram em compreender os conceitos subjacentes ao invés de limitar tarefas.

Sobre a dimensão orientação de tempo (baixo *versus* longo), Marcus e Gould (2000b) apresentam os seguintes aspectos da interação para países com alto grau (longo): conteúdo deve ser focado na prática e em práticos valores; os relacionamentos são uma fonte de informação e credibilidade; há a paciência para se alcançar resultados e objetivos. Já culturas com valores baixos, a ênfase está nos conteúdos focados na veracidade e certeza nas crenças; as regras são a fonte de informação e credibilidade; existe o desejo pelo resultado imediato e cumprimento das metas. Os autores apresentam diversos exemplos de interfaces *web* destacando essas descobertas. Maiores detalhes em Marcus e Gould (2000a) e Marcus e Gould (2000b).

O trabalho de Vatrapu e Suthers (2007) faz uma análise comparativa entre as dimensões culturais de Hofstede com o comportamento na aprendizagem e em sala de aula. A Tabela 2.5 apresenta a análise de Vatrapu e Suthers (2007).

Tabela 2.5 Aspectos de aprendizagem versus dimensões culturais de Hofstede

	Valores baixos	Valores altos
<b>PDI</b>	<p>Educação centrada no estudante</p> <p>Os professores esperam que os alunos iniciem comunicação</p> <p>Os alunos podem espontaneamente se manifestar nas aulas</p> <p>É permitido aos alunos contradizer ou criticar o professor</p> <p>A eficiência no aprendizado é relacionada com a comunicação em sala em “duas vias”</p> <p>Fora da classe, os professores são tratados como “iguais”</p>	<p>Educação centrada no professor</p> <p>Alunos esperam que os professores iniciem a comunicação</p> <p>Os alunos geralmente se manifestam nas aulas quando o professor solicita</p> <p>Professores não são contraditos e nem criticados publicamente</p> <p>A eficiência na aprendizagem é relacionada com a excelência do professor</p> <p>O respeito pelo professor também é mostrado fora da sala de aula</p>
<b>IDV</b>	<p>Para sociedades mais coletivistas, os alunos esperam aprender como se faz algo</p> <p>Indivíduos se manifestarão nas classes somente se o professor os chamar pessoalmente</p> <p>Classes grandes se dividem socialmente em grupos menores, baseando-se em critérios particulares</p>	<p>Para sociedades mais individualistas, os alunos esperam aprender como aprender</p> <p>Indivíduos se manifestarão nas classes se o professor fizer uma pergunta a classe como um todo</p> <p>A subdivisão varia de uma situação a outra (e.g. uma tarefa particular)</p>
<b>MAS</b>	<p>Em sociedades mais femininas, os professores evitam elogiar abertamente os estudantes</p> <p>Os professores adotam os alunos medianos como a regra</p> <p>Os alunos praticam a solidariedade mútua</p> <p>Os estudantes tentam se comportar modestamente</p>	<p>Em sociedades mais masculinas, os professores elogiam abertamente os bons alunos</p> <p>Os professores adotam os melhores alunos como a regra</p> <p>Os alunos competem entre si nas classes</p> <p>Os alunos tentam se fazer visíveis</p>
<b>UAI</b>	<p>Os alunos se sentem confortáveis em situações de aprendizagem não-estruturadas (e.g. objetivos vagos, atribuições amplas e sem tempo de execução)</p> <p>Os professores podem dizer “eu não sei”</p> <p>Alunos são recompensados por novas abordagens para resolução de problemas</p> <p>Professores e alunos devem suprimir suas emoções</p> <p>Professores interpretam divergências como um exercício estimulante</p>	<p>Os alunos se sentem confortáveis com situações de aprendizagem estruturadas (e.g. objetivos precisos, atribuições detalhadas e com tempo de execução)</p> <p>Espera-se que os professores tenham todas as respostas</p> <p>Alunos são recompensados pela acurácia em resolver problemas</p> <p>Professores e alunos podem mostrar suas emoções</p> <p>Professores interpretam discordância como uma deslealdade pessoal</p>

A sexta dimensão de Hofstede não é tratada no trabalho de Vatrapu e Suthers. Além dessas comparações, os estudos de Vatrapu e Suthers indicam os estilos de comunicação presentes nas diversas culturas que podem ser interessantes dentro de uma situação de aprendizagem *on-line*. Mais detalhes em Vatrapu e Suthers (2007).

Reinecke e Bernstein (2011) destacam que embora as dimensões de Hofstede tenham sido alvo de críticas por generalizar o conceito diverso da cultura e reduzi-lo à sua nacionalidade, pesquisadores têm aplicado suas dimensões em diferentes áreas, abrangendo desde a comunicação interpessoal até a interação humano-computador. Muitos trabalhos têm sido investigados na comparação de *websites* de diferentes países e encontram relação entre seu *design* e as dimensões da cultura propostas por Hofstede (Reinecke e Bernstein 2011). Os resultados indicam que as dimensões de Hofstede impactam o *design* da interface do usuário, e pode ser utilizado para explicar diferenças de estrutura, navegação, apresentação e *layout* entre os diferentes países.

Além disso, resultados de outras áreas podem ser interpretados para revelar as necessidades de interação com computadores. Por exemplo, pesquisas na relação professor-aluno indicam que se espera dos estudantes com baixo escore PDI que eles aprendam de forma independente e que definam seus próprios percursos de aprendizagem, em contraste com as sociedades com alto escore PDI, onde os professores devem definir os próximos passos a serem seguidos pelos alunos. Aplicado ao contexto de *design* da interface do usuário, esta prática poderia até levar a uma preferência por muitas funcionalidades, ou uma redução das opções e dos caminhos de navegação Reinecke e Bernstein (2011).

Alguns trabalhos fazem o levantamento sobre as implicações dos aspectos culturais das dimensões de Hofstede (2005) para a concepção de interfaces. A Tabela 2.6 apresenta as recomendações encontradas.

Tabela 2.6: Recomendações no *design* da interação baseadas nas dimensões de Hofstede

	Baixo escore	Alto escore	Referências citadas em:
PDI	Diversos tipos de acesso e possibilidades de navegação, navegação de modo não linear	Navegação linear, poucos links, mínimas possibilidades de navegação	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013) Marcus e Gould (2000a)
	Os dados não necessitam ser estruturados	Dados estruturados	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Maioria da informação no nível da interface, hierarquia da informação menos profunda	Pouca informação no primeiro nível	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013) Marcus e Gould (2000a)
	Mensagens de erro cordiais, sugerindo como proceder	Mensagens de erros estritas	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013) Marcus e Gould (2000b)
	O suporte é raramente necessário	Fornecimento de suporte intenso com a ajuda de assistentes	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	<i>Websites</i> frequentemente contém imagens que mostram os líderes do país ou da uma nação	Imagens mostram as pessoas em suas atividades diárias	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Preferência por navegação não-linear	Usuários esperam receber instruções, alto nível de suporte e muitas pistas navegacionais	Reinecke et al. (2010)
	Alta densidade de informações, em sua maioria a primeira vista do usuário	Baixa densidade de informação	Reinecke et al. (2010)
	Muitas opções de funcionalidades	Redução de opções de funcionalidades	Reinecke et al. (2010); Reinecke e Bernstein (2011)
	menos estruturado	Altamente estruturado, acesso guiado a informação	Marcus (2006)
	Assimetria, hierarquias mais rasas	Simetria, hierarquias mais altas	Callahan (2005)
	Modelos mentais com hierarquia rasa; baixa estrutura para acesso a informação	Modelos mentais com hierarquia elevada, informação hierarquizada e figuras de pessoas com seus respectivos títulos; inclusão da	Isa, Noor, Mehad (2007)

		garantia da qualidade, alegações e solicitações de orgulho da posse	
	Uso de cores e imagens tradicionais	Uso de cores para codificar informação	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Alta proporção de imagem x texto	Alta proporção de texto x imagem	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Alta multimodalidade	Baixa multimodalidade	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Interface colorida	Interface colorida monotonamente	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013) Barber e Badre (1998)
<b>IDV</b>	As cores não necessariamente precisam estruturar interface	Uso de cores contrastantes para distinguir entre áreas diferentes da interface	Reinecke et al. (2010)
	Papéis individuais minimizados, com foco no grupo; preferência pelo apoio social e as controvérsias são desencorajadas pois dividem as pessoas	O foco está em maximizar as conquistas pessoais; imagens de jovens/atividades ao invés de imagens que tratam da sabedoria ou do 'ser'	Marcus (2006)
	Imagens de grupos, ênfase no estado do "ser"	Imagens de indivíduos, ênfase na ação	Callahan (2005) Marcus e Gould (2000a)
	Porção da informação dividida de forma modular, incluindo temas, símbolos da identidade de um grupo, links para sites locais	Porção da informação dividida por tarefas	Isa, Noor, Mehad (2007)
	Sistema de navegação contextual	Sistema de navegação global e customizável	Isa, Noor, Mehad (2007)
	Pouca saturação, cores pastel	Alto contraste, cores brilhantes	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Permitir a exploração e diferentes caminhos para navegação	Restringir possibilidades de navegação	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Apresentação de conteúdo de forma individual e comunicação cordial com usuário	Uso de palavras de incentivo para se comunicar	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Preferência por navegação não-linear	Navegação orientada a exploração e controle	Reinecke et al. (2010)
<b>MAS</b>	Design estético	Imagens explicativas (ao invés de atrativa)	Reinecke et al. (2010)
	Menos saturação e contraste de cor	Cores complementares (e.g. para estruturar a interface do usuário)	Reinecke et al. (2010)
	Os papéis de gênero/trabalho não são claros Trocias mútuas e apoio são mais importantes do que o domínio; Site orientado a tarefa e a proporcionar resultados rápidos para tarefas limitadas; Mais apelo motivacional e estético	As distinções tradicionais de gênero/família/idade são enfatizadas; tarefas relacionadas a papéis; Domínio é mais importante; sites concebidos para a exploração, o controle	Marcus (2006)
	Múltiplas opções, orientação nos relacionamentos	Limitar opções, orientação nas metas	Callahan (2005)
	Imagens freqüentes de pessoas, especialmente as que os mostram rindo, realizando estudos em conjunto	Ênfase nas tradições e autoridade Imagens freqüentes de construções	Callahan (2005)
	Maioria das informações no nível da interface, interfaces complexas	Organização da informação hierarquicamente	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Código de cores, tipografia e sons para maximizar informação	Uso de pistas redundantes para reduzir a ambigüidade	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Interfaces de usuário complexas	Foco na simplicidade	Reinecke et al. (2010)
<b>UAI</b>	Navegação não-linear deixando espaço para exploração	Fornecer caminhos de navegação; Caminhos de Navegação linear / mostre a posição do usuário	Reinecke et al. (2010); Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Variedade de opções, Páginas longas com rolagem	Limitar opções, Quantidade restrita de dados Limitar rolagem	Callahan (2005) Marcus e Gould (2000a)
	Imagens abstratas	Referências a vida cotidiana, redundância	Callahan (2005)
	Menos controle da navegação; foco em providenciar um sistema de navegação global e local	Esquemas de navegação para prevenir usuário de se perderem; metáforas claras; quantidade de escolhas limitadas	Marcus (2006) Isa, Noor, Mehad (2007)
	Densidade da informação reduzida	Alta densidade informacional, maioria da informação no nível da interface, menus devem ter somente alguns níveis	Reinecke e Bernstein (2011), (2013) Reinecke et al. (2010)
<b>LTO</b>	Conteúdo altamente estruturado em pequenas unidades	O conteúdo pode ser organizado em torno de uma área de foco	Reinecke e Bernstein (2011) e (2013)
	Forte hierarquia na apresentação da informação	Dados menos estruturados	Reinecke et al. (2010)
	Conteúdo com foco na verdade e na certeza das crenças; regras como fonte de informação e credibilidade	Conteúdo com foco tanto na prática e em valores práticos; relacionamento como fonte de informação e credibilidade	Isa, Noor, Mehad (2007)

Essas recomendações no *design* da interação baseadas nas dimensões de Hofstede podem servir como base na localização ou adaptação fornecida pelo sistema, tanto na sua navegação, apresentação e conteúdos. Elas são tomadas como base para a adaptação cultural que será fornecida pelo ambiente.

## 2.9 Discussão do capítulo

Esse capítulo apresentou os fundamentos principais relacionados à tese. Primeiramente o tema de usabilidade foi conceituado. Os sistemas adaptativos e os sistemas sensíveis ao contexto foram apresentados. O aspecto cultural foi abordado, destacando sua relação com a área de IHC. O capítulo 3 discute os trabalhos relacionados.

Como resultados específicos deste capítulo alguns artigos científicos foram publicados:

GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S. ; PALAZZO M. de Oliveira, J.; KEMCZINSKI, A. Usability in an Adaptive e-learning environment: Lessons from AdaptWeb. Learning Technology Newsletter, v. 2, p. 13-16, 2010.

- Esse artigo identifica as questões de usabilidade para sistemas adaptativos.

GASPARINI, I.; PALAZZO M. de Oliveira, J. ; PIMENTA, M. S.; LIMA, José Valdeni de; KEMCZINSKI, A.; PROENÇA JR, M.; BRUNETTO, M. A. C. AdaptWeb - Evolução e Desafios. Cadernos de Informática (UFRGS), v. 4, p. 47-54, 2009.

- Esse artigo apresenta a adaptação do ambiente AdaptWeb destacando as novas perspectivas para sua melhoria.

GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Vive la différence!: a survey of cultural-aware issues in HCI. Proceedings of the 10th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems and the 5th Latin American Conference on Human-Computer Interaction (IHC+CLIHIC 2011), 2011. p. 13-22.

- Esse artigo faz o levantamento das questões culturais para a área de IHC.

SCHIAFFINO, S.; AMANDI, A.; GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S. Personalization in e-learning: the adaptive system vs. the intelligent agent approaches. Proceedings of the VIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC'08), 2008. p. 186-195.

- Esse artigo discute as características do modelo do usuário em SA e agentes para prover personalização.

PALAZZO M. de Oliveira, J.; LIMA, J. Valdeni de; GASPARINI, I. ; PIMENTA, M. S.; BRUNETTO, M. A. C.; PROENÇA JR, M.; FAGGION, R. Adaptive Multimedia Content Delivery in AdaptWeb. In: XIII Taller Internacional de Software Educativo TISE 2008, 2008, Santiago. Nuevas Ideas en Informática Educativa, 2008. v. 4. p. 23-39.

- Esse artigo apresenta a adaptação sobre questões multimídia.

## 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Esse capítulo apresenta os trabalhos relacionados à temática da tese. A seção 3.1. destaca os trabalhos relacionados ao contexto e a seção 3.2 os trabalhos relacionados às questões culturais.

### 3.1 Trabalhos Relacionados ao Contexto do Usuário

Para ser efetivo, o processo de aprendizagem deve ser adaptado ao contexto do aluno. Tal contexto pode ser descrito a partir de perspectivas pedagógicas, tecnológicas e de aprendizagem (Abarca et al. 2006). Os processos de aprendizagem têm de fornecer conteúdo extremamente contextualizado, que é altamente acoplado com as informações de contexto, impedindo sua reutilização em outro contexto. Se a informação de contexto é representada de forma independente das de informações de conteúdo, as possibilidades de reutilização aumentam.

Num sentido mais amplo, o contexto descreve as circunstâncias em que algo ocorre assim como as inter-relações dessas circunstâncias. Tais inter-relações proporcionam uma perspectiva semântica, que restringe e reduz o significado de “algo”. A situação de aprendizagem deve considerar as características pedagógicas, tecnológicas e pessoais dos alunos. No contexto pedagógico, tem-se o conceito que está sendo ensinado, as estratégias de aprendizagem e os objetivos educativos; o contexto pessoal do aluno é sobre a situação do aluno e o contexto tecnológico se preocupa com as características tecnológicas do ambiente de aprendizagem. Devem-se analisar três pontos de vista: (1) o aluno, (2) as atividades de aprendizagem, e (3) o ambiente (Bouzeghoub, et al. 2007). Por outro lado, a inclusão de aspectos multiculturais em sistemas *e-learning* é fundamental.

As pesquisas em sistemas adaptativos educacionais têm demonstrado que considerar o contexto leva a uma melhor compreensão e personalização (Brusilovsky e Millan, 2007). O contexto é fundamental para melhorar a personalização nos sistemas educacionais. Trabalhos recentes têm como objetivo proporcionar a capacidade para identificar os conteúdos e serviços corretos, no lugar, hora e de forma corretas, com base na situação atual do aluno. Há uma teoria interessante de aprendizagem para uma sociedade móvel (*mobile society*) (Sharples et al. 2007), mas este trabalho está relacionado a outros como (Barbosa et al. 2006), (Lemlouma e Layaïda 2004), (Rosa et al. 2005), (Yang et al. 2006), (MOBIlearn 2003) e (Bouzeghoub e Do Ngoc, 2008). As interessantes proposições apresentadas pelo GlobalEdu (Barbosa et al. 2006), e em Rosa et al. (2005) em termos de arquitetura, por exemplo, possuem alternativas distribuídas e centrais com diferentes modelos (do contexto, do estudante, e do ambiente). Uma infraestrutura para a aprendizagem ubíqua é apresentada em Tetchueng et al. (2007), onde eles propõem um ambiente para fornecer aprendizagem colaborativa, baseado em três

sistemas: um acesso a conteúdo *peer-to-peer* e a adaptação do sistema; um sistema de gestão de anotações personalizado; e um sistema multimídia de grupo de discussão em tempo real. Como este trabalho, eles utilizam ontologias para modelar o contexto e analisam as diferentes dimensões do contexto para avaliar a interação entre os alunos. Mas, o protótipo desenvolvido visa basicamente melhorar a colaboração, e as questões relacionadas com a adaptação cultural não são propostas.

A aprendizagem ubíqua permite aos alunos aprenderem a qualquer hora e em qualquer lugar. A adaptação desempenha um papel importante na aprendizagem ubíqua, pois visa proporcionar aos alunos materiais de aprendizagem, atividades e informações de forma personalizada, no lugar certo e na hora certa. No entanto, para proporcionar uma rica adaptabilidade, o modelo do aluno precisa ser capaz de coletar uma variedade de informações sobre os alunos. Graf et al (2009b) apresentam uma abordagem automática, global e dinâmica para a modelagem do aluno, que visa identificar e atualizar informações do aluno. Essas informações são: o progresso dos alunos, seus estilos de aprendizagem, interesses e nível de conhecimento, habilidade na resolução de problemas, preferências no uso do sistema, conectividade social e localização atual. Estas informações são coletadas de forma automática, com base no comportamento e nas ações dos alunos em diferentes situações de aprendizagem oferecidas pelos componentes/serviços do sistema. Graf et al (2009b) destacam que as informações no modelo de aluno podem ajudar os professores a terem uma melhor compreensão sobre o processo de aprendizagem dos alunos.

Sun e May (2009) tratam de serviços móveis para grandes eventos esportivos, com foco em melhorar a experiência do usuário. Nos fatores contextuais eles consideram: usuário, a tarefa, o tempo, a questão social, a questão cultural, o dispositivo móvel, os eventos e o ambiente, para adaptar o conteúdo, o serviço fornecido, os aspectos temporais e a interação com o dispositivo. Em relação à cultura, elementos presentes são a nacionalidade e idioma do usuário. Em relação ao dispositivo móvel, os elementos são o tamanho da tela, a bateria e a facilidade de uso. O trabalho realizou três estudos, com 24 espectadores chineses, e mais estudos com uma população demográfica maior devem ser realizados, mas os autores puderam verificar que as interações sociais são pontos chave para a experiência do usuário. Especialmente em relação às questões culturais, a nacionalidade é um atributo importante para o design da interação social. Os estudos demonstraram como os chineses tiveram interesse em informações relacionadas a que lugar eles vieram, refletindo a vontade dos mesmos em pertencerem a um grupo.

Sobre os trabalhos relacionados com as situações e cenários, um exemplo é a pesquisa apresentada em Yang (2006), que propõe modelar cenários adaptativos e sensíveis ao contexto, com base: na teoria didática; no modelo de domínio, no modelo do aluno e no modelo contextual. Para o desenvolvimento do cenário, primeiramente são construídos vários cenários com base em um cenário de aprendizagem comum, em seguida eles usam uma teoria em antropologia didática do conhecimento para adquirir o modelo de cenário e o ambiente didático, e depois, o modelo didático baseado no cenário é transformado em um modelo de tarefas computacional com base hierárquica. Diferente deste trabalho, eles não trabalham com a descrição de uma situação automática do usuário, mas com a descrição de cenários adaptativos.

Alguns mecanismos de personalização constroem seus modelos de usuários analisando o comportamento de navegação (Eirinaki e Vazirgiannis, 2003). Uma abordagem mais detalhada para rastreamento do comportamento do usuário é descrito em (Schmidt et al. 2007), onde um modelo do usuário rico semanticamente é construído

através da combinação da tecnologia web para o desenvolvimento AJAX e a web semântica. As vantagens desta abordagem estão na adaptação *on-the-fly*, que remove a necessidade de recarregar uma página e na capacidade de registrar movimentos do usuário (Schmidt et al. 2007).

Há várias abordagens de perfis de usuários baseados em ontologias para representação de contexto (Abowd et al. 1999; Kofod-Petersen e Mikalsen 2005). No entanto, elas focam no uso de ontologias para descrever o domínio da aplicação e, normalmente, não consideram as características contextuais que são invariáveis durante determinados intervalos de tempo.

Já alguns trabalhos que se destinam a descrever a situação em que determinadas informações dos usuários são capturadas, consideram apenas o mínimo de informações contextuais, como a URL, data ou tempo.

Dockhorn Costa et al. (2006) propõem fundamentos de bases conceituais para a modelagem de contexto. Especificamente, eles sugerem uma separação entre os conceitos de uma *entidade* e o *contexto*. Segundo os autores, o contexto só tem sentido com relação a uma entidade. Enquanto uma entidade é algo que pode existir por si mesma, o contexto é o que pode ser dito sobre uma entidade. Portanto, o contexto não pode existir por si só, isto é, ele existencialmente depende de outras entidades. Embora os autores tenham estendido seus modelos com o conceito ontológico da situação, eles somente o apresentaram utilizando uma notação gráfica. Mais tarde, em 2007, Dockhorn Costa et al. (2007) continuaram o seu trabalho para propor uma abordagem para a especificação e realização de detecção de situação para aplicações sensíveis ao contexto.

Em relação à utilização de contexto e ontologias em *e-learning*, Jovanovic et al. (2007) apresentam uma estrutura ontológica para ambientes *e-learning* e a utilizam em duas aplicações com base nessa estrutura: (1) TANGRAM, para a reutilização das atuais unidades de conteúdo para dinamicamente gerar novos conteúdos de aprendizagem adaptados ao conhecimento do aluno, preferências e estilos de aprendizagem, e (2) o LOCO-Analyst, para ajudar instrutores a repensarem a qualidade dos conteúdos educacionais e de projeto de cursos que ensinam. Jovanovic et al. (2009) discute sobre o modelo de contexto, apresentando o LOCO (Learning Object Context Ontologies), um framework ontológico que permite representações formais no contexto de aprendizagem, determinado pela atividade de aprendizagem, o conteúdo de aprendizagem e o(s) aluno(s) envolvidos. Neste trabalho os autores dividem claramente o modelo de adaptação, o modelo de ensino, o modelo do domínio, o modelo do aluno e o modelo de contexto. Para cada um desses componentes, eles apresentam os benefícios do paradigma da web semântica social.

A importância do contexto de trabalho do usuário (dado pela plataforma do usuário, sua localização, e seu estado afetivo) em sistemas adaptativos educacionais é discutida em Brusilovsky e Millan (2007).

### 3.2 Trabalhos Relacionados às Questões Culturais

Especificamente sobre os aspectos culturais, Blanchard e Mizoguchi (2008) descrevem uma ontologia de nível superior preliminar da cultura. O trabalho objetiva identificar os principais aspectos a serem considerados em relação a qualquer tipo de questão cultural, sem ter de aceitar um *framework* para a representação de uma

determinada cultura e, assim, eles criaram um meta-nível da cultura. Eles usam essa estratégia para lidar com sistemas tutores inteligentes cientes culturalmente (CATS - *Culturally-Aware Tutoring Systems*) com questões relacionadas a fornecer formalismo para a representação cultural.

Savard, Bourdeau e Paquette (2008) concentram seu trabalho sobre a diversidade cultural nos sistemas a distância assistidos por computador. O objetivo de sua investigação é o de permitir uma aprendizagem significativa e mais autêntica por meio de um método de cenários instrucionais que integram o processamento de variáveis culturais através da utilização de uma base de conhecimento.

Salgado, Leitão e Souza (2013) destacam o uso de metáforas para guiar o *design* de sistemas interativos interculturais. O trabalho foca na Engenharia Semiótica, que investiga os signos e significados na metacomunicação do designer e usuário. Uma ferramenta epistêmica, chamada CVM ( *Cultural Viewpoint Metaphors*), é apresentada, com a intenção de informar e guiar o design da interação e a avaliação quando a comunicação explícita sobre a diversidade cultural é parte do design. O público-alvo da ferramenta são pesquisadores e profissionais de IHC.

O trabalho de Cyr, Head e Larios (2010) apresenta uma avaliação por três métodos para analisar como a cor afeta a confiança e a satisfação por parte de quem as visualiza. O trabalho contou com a participação de 90 pessoas, sendo 30 de cada país (Canadá, Alemanha e Japão), em um laboratório experimental. A escolha dos países foi feita com base no trabalho de Hofstede, observando suas diferenças culturais. A avaliação contou com um sistema de *eye-tracking*, questionário e entrevistas. O trabalho apresentou diversos resultados positivos, destacando entre eles que a confiança e a satisfação foram confirmadas como antecedentes da fidelização eletrônica, validados pelos vários tratamentos de cores manipulados.

Anacleto et al. (2008) apresentam o desenvolvimento de aplicações sensíveis a cultura com base no conhecimento do senso comum. O trabalho adota uma abordagem através da linguagem natural para popular a base de conhecimento armazenada, que pode ser facilmente manipulada por procedimentos de inferência. O trabalho fornece uma arquitetura para a utilização do conhecimento de senso comum, desde a aquisição de conhecimento, sua representação e utilização.

Diferentes vídeos foram coletados em diferentes culturas para a análise de gravações de vídeos de interações face a face multimodais entre seres humanos no trabalho de Rehm (2013). Essa pesquisa destacou diferentes vieses culturais na análise devido ao background cultural dos anotadores. Para o desenvolvimento de robôs cientes da cultura, adotou-se a estratégia em levar em consideração este viés cultural como uma característica do processo de desenvolvimento, integrando os possíveis grupos de usuários de diferentes culturas no processo. Esse processo foi aplicado a um estudo de caso nos movimentos afetivos corporais de um robô humanoide.

Sieg, Mobasher e Burke (2007) propuseram um *framework* que integra elementos essenciais que compõem o contexto do usuário: o comportamento de curto prazo do usuário, conhecimento semântico a partir de ontologias que fornecem representações explícitas do domínio de interesse, e perfis de usuários de longo prazo revelando interesses e tendências. Eles apresentam uma nova abordagem para a construção de perfis ontológicos de usuário, atribuindo notas de interesse para cada conceito existente em uma ontologia de domínio.

O trabalho de Dhillon (2010) testa o efeito das interfaces adaptadas culturalmente no desempenho dos usuários. O trabalho é motivado pela expectativa de que interfaces gráficas customizadas pela cultura melhoram o desempenho e a satisfação do usuário. Para tanto, o trabalho testou algumas hipóteses sobre a customização da interface em relação à incorporação da estrutura hierárquica da sociedade versus PDI e UAI do país. O trabalho criou quatro diferentes interfaces para suportar a combinação dos baixos e altos escores. A análise foi em relação ao desempenho do usuário, onde a eficiência foi medida sobre o tempo para completar cada tarefa e o número de erros cometidos para tal, e a satisfação do usuário, medida com um questionário de usabilidade adaptado. Diferentemente dos resultados apresentados e discutidos na seção 2.8.3 (sobre IHC e as Dimensões de Hofstede) que propõem adaptações culturais com base em resultados positivos, os resultados deste trabalho não obtiveram uma significância estatística, e o autor indica que o *design* de interfaces para as diferentes culturas ainda precisa ser mais explorado visto sua complexidade.

O *Framework* CLUE (*Culturally Localized User Experience*) incorpora métodos e conceitos chave da teoria da atividade, de estudos culturais britânicos e de teorias gerais de gênero. A abordagem integra ações e significados no diálogo do processo de *design*, engajando usuários locais através de práticas sociais culturais significativas (Sun 2012).

Chandramouli et al. (2008) introduzem a noção da Ontologia CAE-L para modelar estereótipos de artefatos cultural nos sistemas adaptativo educacionais. Eles usam um questionário sobre Artefatos Culturais em Educação (do acrônimo CAE- *Cultural Artifacts in Education*) para coletar as informações necessárias para determinar se existe um viés cultural significativo na educação *on-line*, especificamente nos sistemas adaptativo educacionais. A ontologia é mostrada na Figura 3.1.

A ontologia é uma tecnologia promissora para apoiar contexto. Por exemplo, Motz et al. (2005) e apresentam uma arquitetura utilizada no projeto *e-learning* EduCa, com base em um amplo uso de ontologias para a recuperação, gestão e agregação de recursos eletrônicos de aprendizagem de acordo com os aspectos culturais de um usuário, como o grau de impaciência, a atitude, o tratamento, linguagem, estilos de aprendizagem e atividades. Esses aspectos culturais são especificados em uma Ontologia de aspectos multiculturais, que segue o padrão LOM (*Learning Object Metadata*) e utiliza a linguagem OWL (Web Ontology Language). A visualização gráfica da ontologia é descrita em outro trabalho do grupo (GUZMÁN E MOTZ 2005) e é apresentada na Figura 3.2.

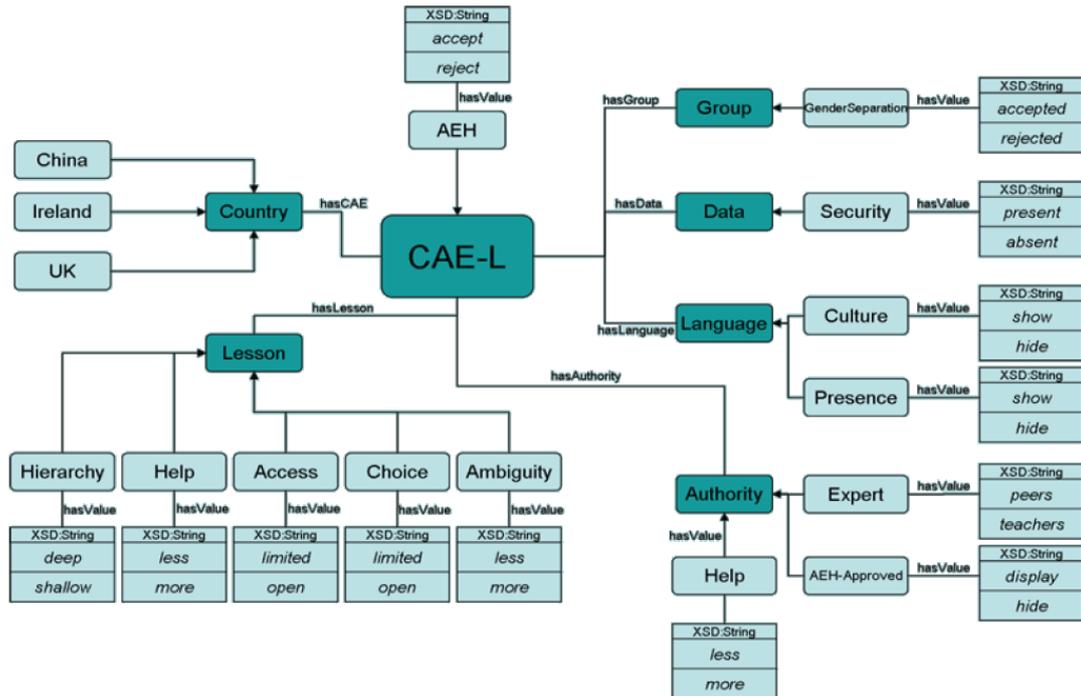


Figura 3.1: Ontologia CAE-L (CHANDRAMOULI ET AL. 2008)

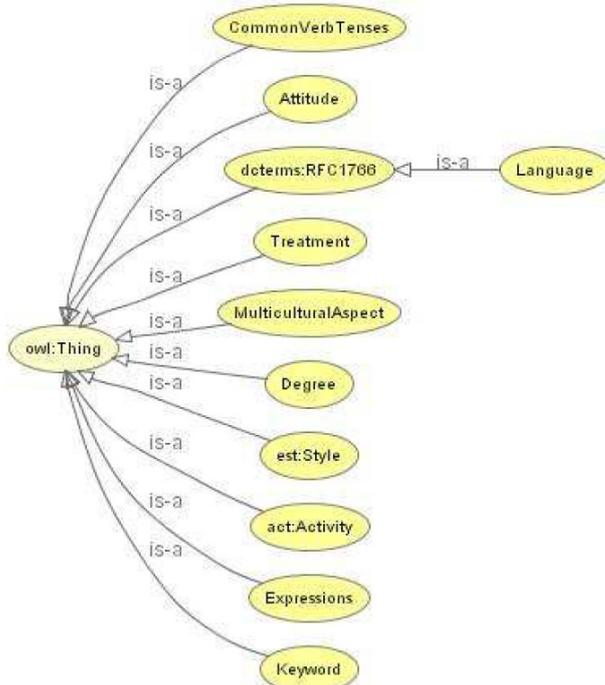


Figura 3.2: Ontologia Cultural (GUZMÁN E MOTZ, 2005).

O trabalho de Bossard (2008) apresenta a personalização cultural de aplicações móveis através de uma ontologia, ilustrada na Figura 3.3. Os indivíduos da classe *HofstedeValues* contém as dimensões culturais em cinco propriedades: *hasIndividualism*, *hasLongTermOrientation*, *hasMasculinity*, *hasPowerDistance* e *hasUncertaintyAvoidance*. Se um desses cinco escores não é configurado, um escore

médio é aplicado. Ligando indivíduos de outras classes com um indivíduo desta classe, é possível atribuir os escores de Hofstede para eles (BOSSARD 2008).

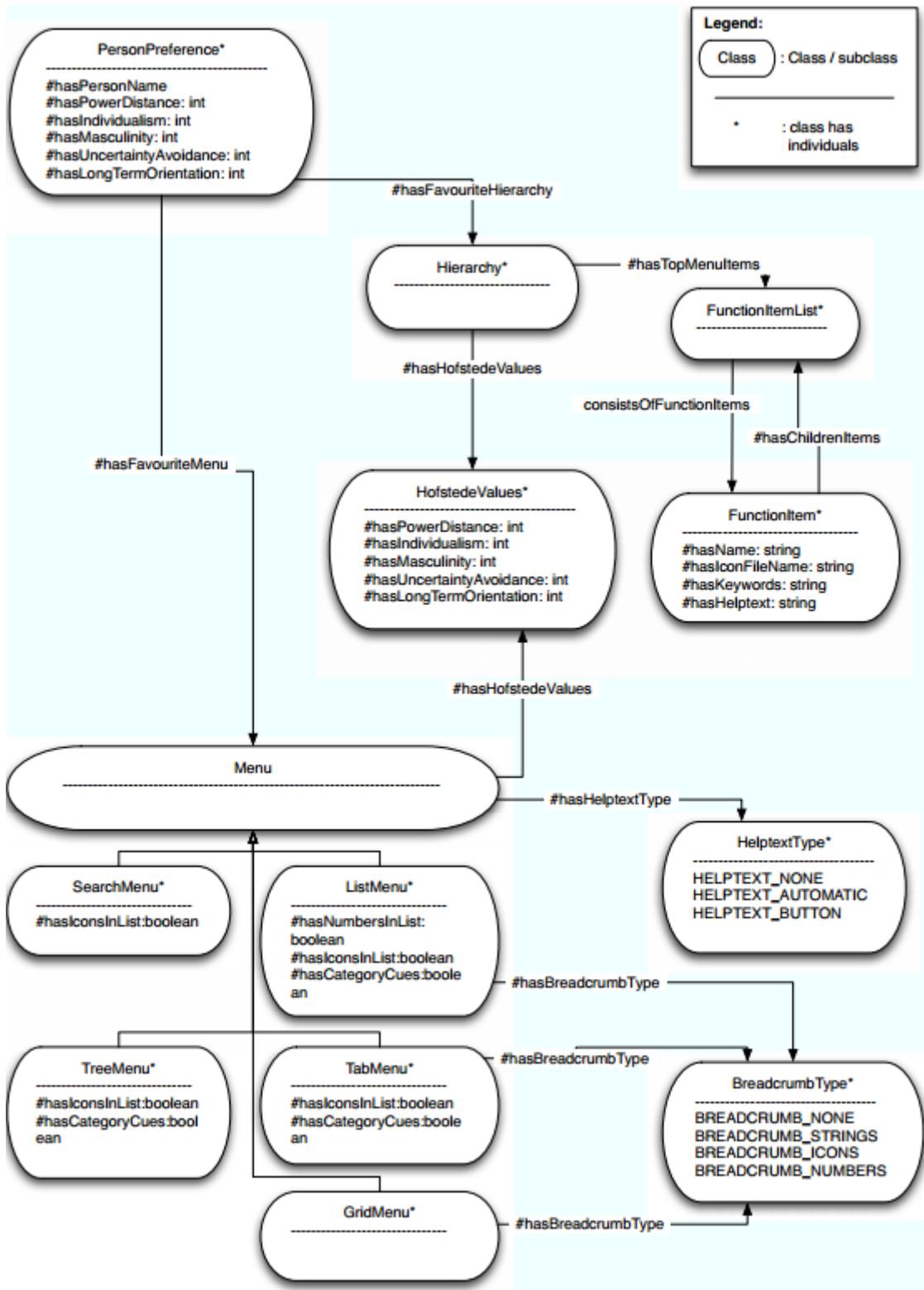


Figura 3.3: Ontologia para personalização cultural (BOSSARD, 2008).

Reinecke, Reif, Bernstein (2007) apresentam a ontologia CUMO (*Cultural User Model Ontology* – ou Ontologia do modelo cultural do usuário) que contém informações tais como os diferentes locais de residência de uma pessoa, a nacionalidade de seus pais,

as línguas faladas, e religião. Além disso, a ontologia CUMO contém informações sobre as cinco dimensões de Hofstede (2001) e seus valores. No entanto, de acordo com Reinecke, Reif e Bernstein (2007), a pontuação atribuída a um usuário e suas dimensões culturais não são estáticas para todos que residem em um mesmo país, e portanto, não se assemelham a uma “cultura nacional”, como sugerido por Hofstede. Ao invés disso, eles levam em consideração todos os locais de residência de um usuário e calculam a sua influência sobre as dimensões do usuário de acordo com o tempo de permanência do mesmo nesses lugares.

A ontologia foi explorada e apresentada em Reinecke e Bernstein (2013), conforme a Figura 3.4.

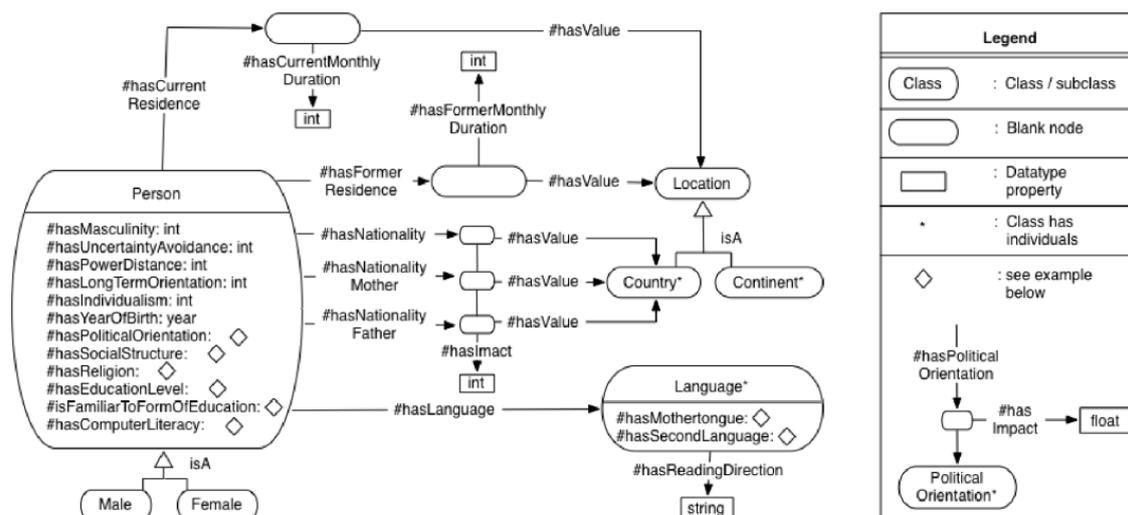


Figura 3.4: Ontologia CUMO (REINECKE E BERNSTEIN, 2013).

Reinecke e Bernstein (2009) propuseram uma ferramenta de lista de tarefas baseada na web, culturalmente adaptável, chamada MOCCA (*MOdelling Culture for Cultural Adaptivity*), que permite os usuários gerenciarem suas tarefas de modo *on-line*. Seu objetivo é se adaptar automaticamente às preferências culturais dos seus usuários. Eles apresentaram dez diferentes aspectos da interação do usuário e observaram a influência da cultura na percepção da interface. Essa influência foi avaliada em uma pesquisa experimental com 30 participantes e foi compilada em uma lista de diretrizes gerais de adaptação.

Os aspectos culturais são as preferências e formas de comportamento determinadas pela cultura de uma pessoa. Quanto aos sistemas educacionais, os aspectos culturais são as características que distinguem entre as preferências dos alunos de diferentes regiões (GUZMAN E MOTZ 2005). No entanto, a consideração da cultura para personalizar sistemas educacionais é uma nova abordagem. Assim como outros sistemas e aplicações de *software*, os *e-learning* são geralmente restritos a uma estratégia de personalização para cada país. No entanto, uma personalização predefinida localizada não pode ser atribuída a todas as pessoas de uma nação, como alguns podem ter muitas influências culturais e são, portanto, culturalmente ambíguos (REINECKE E BERNSTEIN 2008). Isso significa que o sistema *e-learning* deve ser personalizado em relação a um determinado conjunto de características e propriedades culturais dos alunos. Assim, a modelagem de perfis culturais pode ser uma forma de melhorar a ciência da cultura em sistemas de conhecimento globais e no processo de aprendizagem. As características

culturais podem ser descritas em diferentes níveis, tais como as características nacionais e regionais, no nível organizacional, social, profissional e individual.

### 3.3 Discussão do capítulo

Comparado a esses trabalhos, esta pesquisa tem um ponto de vista diferente: em vez de representar e lidar com esses aspectos culturais e do contexto de uma forma separada, é objetivo deste trabalho integrar os aspectos culturais, pessoais, tecnológicos e pedagógicos como parte do modelo contextual do usuário, que faz sentido em uma situação especial, em um dado momento. Tal situação especial é chamada de **cenário**, e tem diversas facetas para representar um determinado aluno. Assim, para cada cenário, o ambiente *e-learning* é ajustado dinamicamente dependendo da informação de contexto disponível. Apesar da considerável produção científica sobre a personalização em *e-learning*, surpreendentemente, há muito pouca pesquisa dedicada ao trabalho de como incorporar aspectos de contexto e cultura para esses sistemas.

Como resultado da análise dos trabalhos relacionados, pudemos analisar e iniciar a modelagem, que foi consolidada posteriormente no próximo capítulo.

Relacionados aos temas deste capítulo, alguns artigos científicos foram publicados:

GASPARINI, I.; BOUZEGHOUB, A.; PALAZZO M. de Oliveira, J.; PIMENTA, M. S. An adaptive e-learning environment based on user's context. In: 3rd International Workshop on Culturally-Aware Tutoring Systems (CATS), em conjunto com 10th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS2010), 2010, Pittsburg.

- Sobre este evento específico da área da tese: em 2010 fui convidada para ser do comitê de programa. No evento pude conhecer e estreitar parceria científica com o seu organizador, de modo que o 4º. CATS foi coorganizado por mim e estamos planejando a 5ª edição para 2014.

GASPARINI, I. ; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J.; BOUZEGHOUB, A. Combining ontologies and scenarios for context-aware e-learning environments. In: 28th ACM International Conference on Design of Communication (ACM SIGDOC), 2010, São Carlos. Proceedings of the 28th ACM International Conference on Design of Communication (ACM SIGDOC), 2010. p. 229-236.

- Esse artigo destaca o uso de ontologias e apresenta nossa proposta inicial para a modelagem.

EYHARABIDE, V.; GASPARINI, I.; SCHIAFFINO, S.; PIMENTA, M. S.; AMANDI, A. Ambientes personalizados de e-learning: considerando os contextos dos alunos. *Informática na Educação*, v. 12, p. 57-66, 2009.

EYHARABIDE, V.; GASPARINI, I.; SCHIAFFINO, S.; PIMENTA, M. S.; AMANDI, A. Personalized e-Learning Environments: Considering Students Contexts. In: *Education and Technology for a Better World -IFIP AICT 302 -Advances in Information and Communication Technology (Best papers of WCCE)*, 2009, Bento Gonçalves, v. 302. p. 48-57.

- Esses dois artigos são o início da parceria do projeto, e da identificação inicial de como o modelo pode ser realizado para SA e agentes.

## 4 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

Este capítulo apresenta o detalhamento da proposta da tese e está estruturado como segue. A seção 4.1 descreve a visão geral do trabalho. A seção 4.2 detalha a abordagem proposta. A seção 4.3 apresenta o ambiente AdaptWeb. A seção 4.4 detalha as características culturais para o mecanismo de adaptação. A seção 4.5 aborda a implementação e a seção 4.6 sintetiza as discussões do capítulo.

### 4.1 Visão Geral

Hoje em dia é muito importante que sistemas EAD globalizados sejam contextualizados. O contexto varia de uma aplicação para a outra. Pode consistir do conceito a ser ensinado, das estratégias de aprendizagem, dos objetivos educacionais, das experiências passadas aos alunos, das características tecnológicas do ambiente de trabalho do aluno e das características culturais dos usuários. As características culturais podem ser modeladas em diferentes níveis, como em nível nacional, organizacional ou individual. Pode incluir a língua do aluno, ou seus aspectos ideológicos, políticos ou religiosos (Pawlowski, 2008).

Tipicamente, sistemas personalizados/adaptativos utilizam características como: idade, grau de formação escolar, *background*, gênero, entre outras, para prover adaptabilidade. Entretanto, se o foco é adaptar sistemas EAD via web (ou *e-learning*), características mais específicas e algumas vezes mais culturais e tecnológicas são necessárias, como por exemplo, diferentes linguagens, valores, normas, aspectos sociais e étnicos, tipo e versão de navegador, sistema operacional, endereço IP, dispositivos, processador, resolução do monitor, largura de banda da rede, opções de conectividade, localização, etc.

Em um sentido mais amplo, o contexto descreve as circunstâncias pelas quais algo acontece, como também a inter-relação entre essas circunstâncias. Tais inter-relações fornecem uma perspectiva semântica que restringe e estreita conceitos. O processo de aprendizagem deve prover conteúdo contextualizado que deve ser ligado com o contexto da informação, podendo assim ser reutilizado em outro contexto. Este processo deve levar em consideração o contexto do usuário, e tal contexto pode descrever as perspectivas educacional/pedagógica, pessoal, tecnológica e cultural dos alunos. No contexto educacional têm-se os conceitos que estão sendo estudados, as estratégias de aprendizagem e os objetivos educacionais. O contexto pessoal descreve características pessoais e individuais dos usuários. O contexto tecnológico está preocupado com as características tecnológicas do ambiente de aprendizagem, e o contexto cultural é expresso pelos aspectos e *background* culturais do usuário. Deste modo, devem-se analisar três pontos de vista: (i) o aluno; (ii) as atividades de aprendizagem e (iii) o

ambiente (seus aspectos técnicos e físicos), dispositivos, localização, tempo (Bouzeghoub et al. 2007).

Um ambiente *e-learning* fornece ao usuário o material exato que ele necessita, e apropriado para seu nível de conhecimento, e que faz sentido em uma situação especial de aprendizagem, chamada de **cenário**. Deste modo, para cada cenário, um ambiente *e-learning* é dinamicamente adaptado dependendo da informação contextual disponível.

Várias estratégias estão sendo propostas para modelar o contexto do usuário. Entre elas, a mais promissora é o uso de Ontologia (Abarca et al. 2006). Ontologias são as descrições das entidades, relações e restrições de um domínio, expressa em uma linguagem formal, para habilitar o entendimento de máquina. O contexto pode ser considerado como um espaço multidimensional onde cada dimensão é representada por uma ontologia diferente, que pode ser tratada separadamente, por exemplo, ontologia do aluno, das atividades de aprendizagem, do ambiente, localização e tempo (Yang et al. 2006), (Bouzeghoub et al. 2007). Assim, ontologias podem ser utilizadas não somente para modelar a informação do domínio, mas principalmente para personalizar os serviços oferecidos para o usuário (Eyharabide e Amandi 2008).

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito de alguns projetos de pesquisa. O projeto de cooperação internacional CAPES-SECyT “Adapt-SUR - ADAPTabilidade de sistemas baseados em modelos de perfis de uSUários, análise de comportamento e Reconhecimento de planos”, celebrado pelo Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), coordenado pelo prof. Dr. Marcelo S. Pimenta, e pelo grupo ISISTAN da Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEM). A aluna realizou uma missão de estudos em outubro-novembro de 2008 em Tandil, tendo como resultados principais o estabelecimento inicial do modelo proposto da tese e o desenvolvimento de artigos científicos.

A bolsa de estudos foi financiada pelo projeto Edital CT-Info/CNPq no. 17/2007 (2ª. Chamada) “ADAPTabilidade de sistemas Web baseados em modelos de perfis de uSUários”. Pelo projeto de cooperação internacional AdContext – “Adaptabilidade com mobilidade contextual e ubiqüidade”- CAPES-COFECUB, coordenado pelo prof. Dr. José Palazzo M. de Oliveira, e celebrado entre o Instituto de Informática da UFRGS, Telecom & Management SudParis, Telecom & Management Brest e Université Lille, a aluna desenvolveu seu doutorado sanduíche em 2010, com co-orientação da professora Dra. Amel Bouzeghoub, da TELECOM SudParis. Neste período, participou das reuniões do grupo de pesquisa, realizou contatos, e como resultados principais obteve o estudo mais detalhado das questões contextuais e de cultura, participação como membro do comitê de programa do Workshop CATS (3<sup>rd</sup> *International Workshop on Culturally-Aware Tutoring Systems* (CATS2010), específico sobre a área de sua tese, e obteve algumas publicações. Após o sanduíche, continuou a desenvolver a pesquisa com a co-orientadora da TELECOM, realizando mais algumas publicações em conjunto. Com o desenvolvimento da pesquisa deste trabalho e também de outros do grupo de pesquisa dos projetos, foram aprovados outros projetos nos quais a pesquisadora desta tese faz parte: o projeto PROSUL2010 “Avaliação multicultural do comportamento em ambiente Web”, projeto pelo qual os experimentos da tese foram realizados, o Universal2010 “Adaptabilidade da interação na Web”, e o ASISC ‘Ambientes Sociais Inteligentes Sensíveis ao Contexto’ - Universal CNPq 2012, coordenados pelo professor Dr. José Palazzo M. de Oliveira.

## 4.2 Abordagem Proposta

Tradicionalmente, as principais características que compõem o modelo do usuário (ou o modelo do aluno em ambientes *e-learning*) são seu conhecimento, suas características pessoais tais como preferências e estilos de aprendizagem, suas experiências e objetivos (Brusilovsky e Millan 2007). Porém com a grande quantidade de informação disponível atualmente, bem como a diversidade de formatos, padrões, estruturas e línguas, é necessário um modelo do usuário **mais rico**, levando em conta o contexto do usuário, para que a adaptação também seja mais rica e personalizada.

Existem algumas abordagens que utilizam técnicas de adaptação/personalização para melhorar a usabilidade de sistemas *e-learning*. Por exemplo, os sistemas adaptativos (SA) adaptam a apresentação do conteúdo (informação), a interface e a navegação pelos conteúdos de acordo com o perfil contido no modelo do usuário. Exemplos de SAs são MLTutor (Smith e Blandford, 2003), MAS-PLANG (Peña et al., 2002), e KBS-Hyperbook (Henze & Nejd, 2001), entre outros. Além dos SAs, os sistemas tutores inteligentes (ou agentes) utilizam outra abordagem para fornecer adaptabilidade, através da recomendação de materiais e atividades educacionais dentro do ambiente *e-learning*, de acordo com perfil do aluno. Exemplos de agentes inteligentes em diferentes domínios são SQL-Tutor (Mitrovic, 2003); German Tutor (Heift & Nicholson, 2001) e ITSPOKE (Forbes-Riley, Litman, & Rotaru, 2008). O foco deste trabalho está nos sistemas adaptativos, porém o modelo proposto pode ser integrado tanto nos SAs quanto em sistemas tutores inteligentes.

Nesta seção nossa abordagem para a modelagem de contexto e cultura em sistemas adaptativos educacionais é apresentada. A abordagem é fundamentada nas pesquisas realizadas no projeto AdaptSur, um projeto conjunto entre o Brasil e a Argentina, onde o Modelo Conceitual inicial foi desenvolvido em uma parceria entre as instituições e para ser adotado em dois ambientes *e-learning* distintos – o AdaptWeb<sup>®</sup> (Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na Web, <http://sourceforge.net/projects/adaptweb>) um sistema adaptativo desenvolvido no Brasil – foco desta tese; e o eTeacher+SAVER (<http://www.e-unicen.edu.ar>) um agente inteligente argentino, tratado em outros trabalhos. Esta seção é iniciada pela descrição de nosso modelo de contexto multidimensional e pela explicação de como o uso deste modelo pode aperfeiçoar as capacidades de adaptação/personalização de um sistema *e-learning* adaptativo.

A aprendizagem ubíqua permite ao estudante aprender a qualquer tempo e qualquer lugar. Adaptabilidade possui um papel importante na aprendizagem ubíqua, com o objetivo de fornecer ao aluno adaptação nos diferentes materiais de aprendizagem, nas suas atividades, com a informação no lugar e momento corretos. Porém, para fornecer uma **rica** adaptação, o modelo do aluno precisa ser capaz de coletar uma variedade de informações sobre os alunos (Graf et al., 2009b) e a adaptabilidade, que pode melhorar o processo de aprendizagem, é fornecida em poucos ambientes *e-learning* atualmente (Graf, 2005).

### 4.2.1 Modelagem Contextual do Usuário em Ambientes *E-learning*

Esta seção apresenta a abordagem proposta para modelagem de contexto e cultura nos ambientes *e-learning*. Especialmente, foram aprimorados os modelos utilizados no ambiente AdaptWeb<sup>®</sup> no intuito de incorporar a noção de contexto, em especial o contexto cultural. A noção de contexto foi adicionada ao modelo do usuário existente para fornecer um processo de personalização/adaptação mais rico. Para ser efetivo, o

processo de aprendizagem deve ser adaptado não somente ao perfil do aluno, mas também ao contexto do aluno, criando algum tipo de correspondência entre contexto e perfil para prover por exemplo conteúdos, navegação e recomendações mais apropriadas.

Em um sentido mais amplo, *contexto* descreve as circunstâncias em que algo ocorre, bem como as inter-relações dessas circunstâncias. Tais inter-relações fornecem uma perspectiva semântica que restringe e reduz o significado de “algo” (Abarca et al. 2006). Um ambiente *e-learning* contextualizado é uma aplicação que adapta seu comportamento de acordo com o contexto dos alunos. A consideração do contexto leva a um melhor entendimento e personalização. Desta forma, o contexto é vital para melhorar a personalização nos ambientes *e-learning*, seja este um sistema adaptativo ou um agente. As aplicações sensíveis ao contexto não apenas usam as informações de contexto para reagir a um pedido do usuário, mas também toma a iniciativa como um resultado das atividades de raciocínio do contexto (Dockhorn Costa et al. 2007). Assim, uma melhoria na informação contextual do usuário leva a uma melhor compreensão do comportamento dos usuários, a fim de se adaptar (i) o conteúdo, (ii) a interface, e (iii) a assistência oferecida aos usuários.

Ambientes educacionais (ou *e-learning*) contextualizados proporcionam ao aluno o material exato que ele precisa, e adequado ao seu nível de conhecimento e que faz sentido em uma situação especial de aprendizagem. No entanto, enquanto a aprendizagem é um processo intensamente relacionado com a noção de contexto e situação, na maioria dos ambientes educacionais eles são apenas implicitamente mencionados e não explicitamente modelados. A fim de apoiar a adaptação contextual é necessário modelar e especificar o contexto e a situação (Bouzeghoub et al. 2007). Mais precisamente, há uma ligação complexa e uma transformação contínua das situações, em combinação com os contextos sobrepostos, onde o sentido muda de acordo com o contexto e com as diferentes preferências dos participantes. Neste sentido, a adaptação de sistemas *e-learning* é dependente do contexto e não pode ser gerenciada de forma independente. Assim, nossa abordagem de personalização contextual é apresentada.

Um modelo baseado em uma ontologia de nível superior (também chamada de topo) foi desenvolvida em Eyharabide e Amandi (2007). Neste modelo, um usuário pode estar envolvido em diversos contextos sobrepostos, e conseqüentemente, sua atividade educacional pode ser influenciada pelas interações entre esses contextos. Contextos sobrepostos contribuem e influenciam as interações e experiências que as pessoas têm ao executar determinadas atividades (Bouzeghoub e Do Ngoc 2008), (Yang et al. 2006), (Eyharabide e Amandi 2008). A definição de contexto sobreposto não é nova. Contexto pode ser considerado como um espaço multidimensional onde cada dimensão é representada por uma ontologia diferente, que deve ser tratada separadamente (Bouzeghoub et al. 2007; Yang et al. 2006). Tal contexto pode ser descrito pelas perspectivas pedagógicas, tecnológicas e de aprendizagem (Yang et al. 2006; Abarca et al. 2006).

Os processos de aprendizagem devem providenciar conteúdos extremamente contextualizados que são altamente acoplados com a informação contextual, limitando seu reuso em algum outro contexto. Se a informação contextual é representada de forma independente das informações de conteúdo, as possibilidades de reuso aumentam. Assim, ontologias podem ser usadas não apenas para modelar a informação de domínio, mas principalmente para personalizar os serviços prestados aos usuários, tanto em

sistemas adaptativos (como o ambiente AdaptWeb<sup>®</sup>), ou os baseados em agentes (como o eTeacher) (Eyharabide e Amandi, 2008).

De fato, ontologias são amplamente utilizadas para modelar contexto. Em Eyharabide e Amandi (2007), é apresentada uma abordagem para a modelagem do contexto usando ontologias de nível superior. Nosso modelo é baseado nesta abordagem e tem três níveis: um meta-modelo, um modelo e um nível de objeto (Figura 4.1). O nível de meta-modelo é representado por uma ontologia de nível superior (ou de topo), o nível do modelo é representado por várias ontologias para descrever contexto, e o nível mais baixo contém as instâncias das ontologias de contexto. Em outras palavras, os conceitos da ontologia de um nível são as instâncias de seu nível superior hierárquico. Assim, os conceitos em nível de objetos são instâncias do nível do modelo, que é ainda formado por instâncias do nível meta-modelo. Neste trabalho o modelo de nível superior é utilizado como uma estrutura para descrever o contexto para *e-learning*. Foram investigadas as maneiras de integrar as vantagens dos modelos ontológicos em sistemas adaptativos educacionais. O objetivo é incrementar em grandes proporções as capacidades dos recursos de personalização dos sistemas atuais, fazendo uso de ontologias para modelar o contexto cultural do usuário em diferentes cenários.

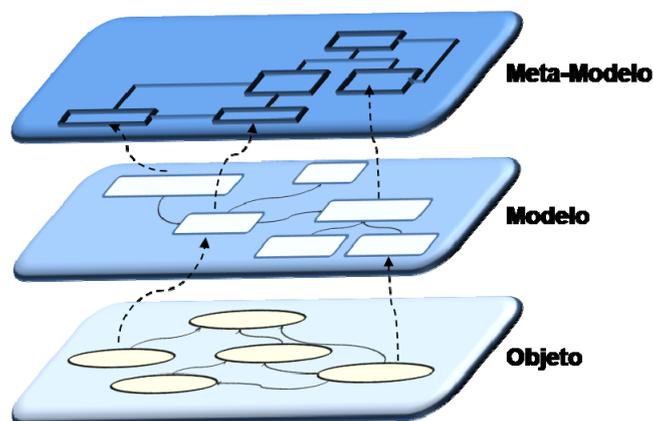


Figura 4.1: Modelo Contextual proposto por EYHARABIDE E AMANDI (2007)

Existem duas razões principais para modelar o contexto nos ambientes educacionais: o foco na orientação a tarefas e o reuso. Primeiro, o professor pode não saber quais são as diferenças contextuais entre os alunos. Mesmo que ele saiba, ele deve se concentrar no material didático, sem ter de assumir a tarefa de adaptar o material para diferentes alunos. Em segundo lugar, o contexto pode ser o mesmo para diferentes alunos entre os diferentes cursos. Portanto, o ambiente *e-learning* pode fornecer suporte para reutilizar essas descrições de contexto repetitivas.

Entre todas as informações possíveis adquiridas no modelo do aluno, este trabalho tem especial interesse nos cenários porque eles se modificam de acordo com o contexto. Cenários podem depender da situação em que o aluno está no momento e nos fatores externos. Por isso, é importante modelar em qual contexto o aluno prefere alguma coisa. Os cenários ajudam alunos e professores a concretizarem e a desenvolverem uma compreensão compartilhada da informação contextual proposta.

Os *cenários* são fortemente relacionados às informações contextuais e descrevem uma simples perspectiva para a execução de uma ação situada (Suchman 1987). O termo *ação situada* enfatiza a inter-relação entre uma ação e seu contexto de execução e a noção de que o comportamento de uma pessoa é contextualizado, ou seja, a situação é

um fator importante na determinação do que as pessoas vão fazer. *Cenário* é definido como uma tupla contendo uma *entidade* que um aluno prefere em uma dada *situação*, uma *relevância* que denota a preferência do aluno para essa *entidade*, um *grau de certeza* representando o quanto se está certo sobre o aluno possuir aquela preferência e a data que indica quando a preferência foi armazenada:

$$\text{Cenário} = \{\text{entidade, situação, relevância, certeza, data}\}$$

As *situações* são a chave para incluir os aspectos temporais do contexto de uma ontologia para a modelagem de contexto, pois podem ser relacionadas a noções de tempo (Dockhom Costa et al. 2006). Como o contexto varia durante determinados intervalos de tempo, é essencial considerá-la dentro do conceito de situação. Exemplos de situações poderiam ser “João estava em casa usando o seu notebook para ler a lição número 3 da disciplina de Interação Humano-Computador” ou “Um professor japonês que fala Inglês, está adicionando novos exercícios para o curso Introdução a PHP usando uma conexão de alta velocidade, enquanto ela viaja de trem”. Portanto, situação é definida como um conjunto de informações contextuais em um determinado período de tempo:

$$\text{Situação} = \{\text{contexto, tempo inicial, tempo final}\}$$

Um exemplo de informação contextual seria: “O aluno João está lendo a lição número 3”. Esta é uma descrição relativa de uma entidade (o aluno João) a outra entidade (a lição número 3) através de uma propriedade (está lendo). A representação destas informações contextuais ficam (Pessoa.joao, **estaLendo**, Licao.licao#3). O contexto é definido como um conjunto composto por conceitos, instâncias e relações entre eles. É importante ressaltar que os conceitos e instâncias podem pertencer a uma mesma ontologia ou a diferentes ontologias contextuais:

$$\text{Contexto} = \{(C_{a1}.I_{a1}, R_1, C_{b1}.I_{b1}), \dots, (C_{aN}.I_{aN}, R_N, C_{BN}.I_{BN}); (C: \text{conceito}; I: \text{instância e } R: \text{relação})\}$$

Para clarear essas ideias, considere novamente o exemplo de João. João prefere ler materiais de aprendizagem em uma situação quando ele está em casa, usando seu notebook para ler a lição número 3 da disciplina de Interação Humano-Computador. Portanto, o contexto 1 correspondente será:

$$\begin{aligned} \text{Contexto1} = \{ \\ & (\text{Pessoa.João, localizadaEm, Local.casa}), \\ & (\text{Pessoa.João, usa, Dispositivo.notebook}), \\ & (\text{Pessoa.João, lê, Licao.licao\#3}), \\ & (\text{Licao.licao\#3, pertenceA, Disciplina.IHC}) \}; \end{aligned}$$

$$\text{Situação1} = \{\text{Contexto1, 4:00PM, 7:00PM}\} \text{ e } \text{Cenário1} = \{\text{Usuário, Situação1, relevância.alta, certeza.95\%, data.05-02-2013}\}$$

#### 4.2.2 Dimensões de Contexto e Contexto Cultural

Esta seção apresenta o detalhamento do modelo e as ontologias criadas. A Figura 4.2 apresenta uma exemplificação do modelo proposto, adaptado do projeto Adapt-SUR. O meta-modelo é uma ontologia de nível superior (de topo) sobre conceitos abstratos como o usuário, a aplicação, o perfil do usuário, a situação ou data. O modelo descreve as diferentes dimensões contextuais. Cada dimensão contextual é representada por uma

ontologia diferente. Este trabalho propôs uma ontologia cultural (com conceitos como nacionalidade, valores, idioma, etc.), uma ontologia educacional/pedagógica (curso, disciplina, estilo de aprendizagem, etc.), uma ontologia pessoal (nome, gênero, preferências de navegação, data de aniversário, etc.) e uma ontologia tecnológica (sistema operacional, navegador, largura de banda de rede, etc.). Finalmente, o modelo de objetos incluem instâncias que descrevem o contexto de um usuário em particular, como um nome concreto (João Silva), uma disciplina (Interação Humano Computador - IHC) ou um determinado idioma (português).

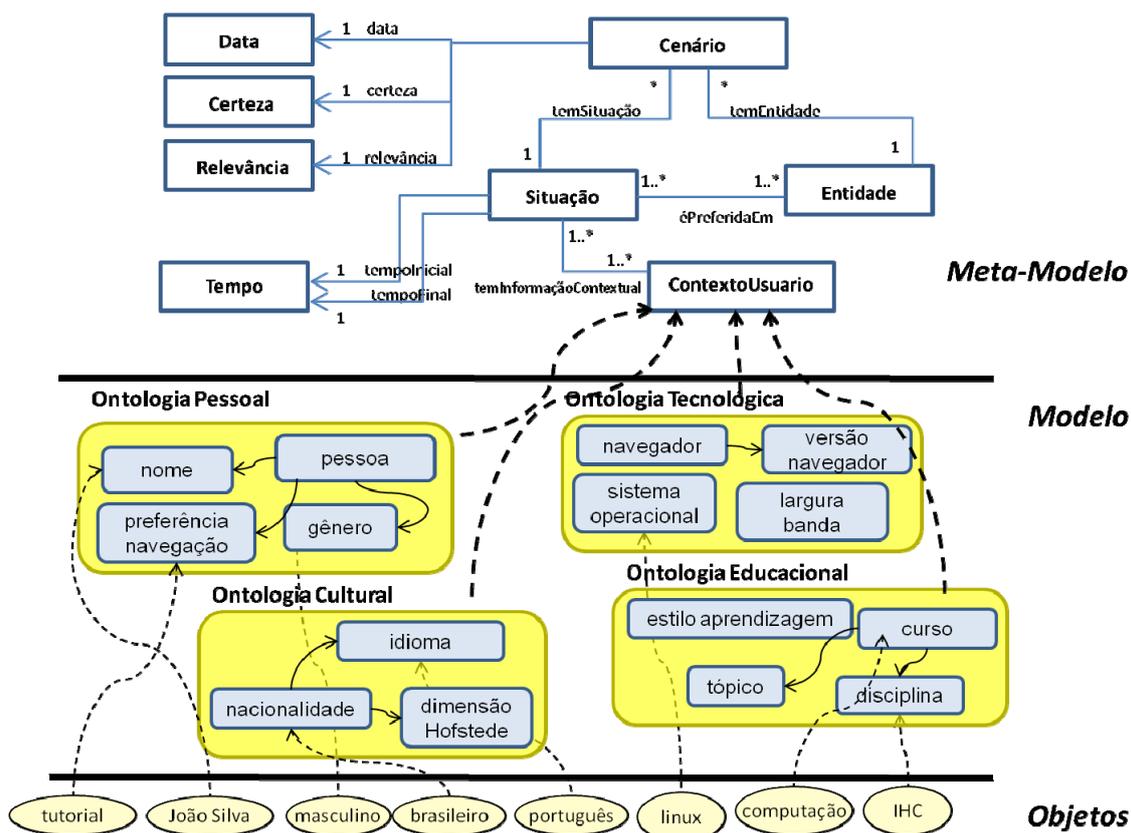


Figura 4.2: Exemplificação do modelo proposto

A adaptação em um ambiente *e-learning* é feita para cada usuário de acordo com as informações armazenadas no modelo do usuário. Este trabalho estende as típicas características do perfil do usuário, para incluir as dimensões de contexto com os aspectos pessoais, culturais, tecnológicos e educacionais. Cada dimensão de contexto foi modelada neste trabalho através de uma ontologia, que representa uma faceta do modelo contextual do usuário e que pode ser utilizada isoladamente ou orquestrada de forma a fornecer uma adaptação mais rica. A ideia do contexto multifacetado fornece uma adaptação mais rica, porém, acreditamos que outras dimensões podem ser agregadas futuramente, tais como regras institucionais e sociais. A seguir cada contexto é explorado.

O **contexto pessoal** é amplamente considerado em ambientes *e-learning*. Este tipo de contexto é geralmente encontrado no perfil do usuário. Para fins gerais, as características típicas de perfis de usuário incluem a idade, escolaridade, gênero, entre outros. Ele considera a informação pessoal do aluno (como nome ou endereço) e também algumas preferências pessoais do aluno (como cores e *layouts*). Neste trabalho as informações pessoais e preferências individuais dos alunos incluídas no modelo do

usuário incluem idade, gênero, formação, preferência pelo modo de navegação (tutorial ou livre), e se relacionam com algumas informações sobre o domínio, incluindo informações sobre o curso (por exemplo, Ciência da Computação, Matemática, etc.) e disciplina (por exemplo, Inteligência Artificial, Banco de Dados, etc.). O contexto pessoal é representado pela ontologia pessoal apresentada na Figura 4.3.

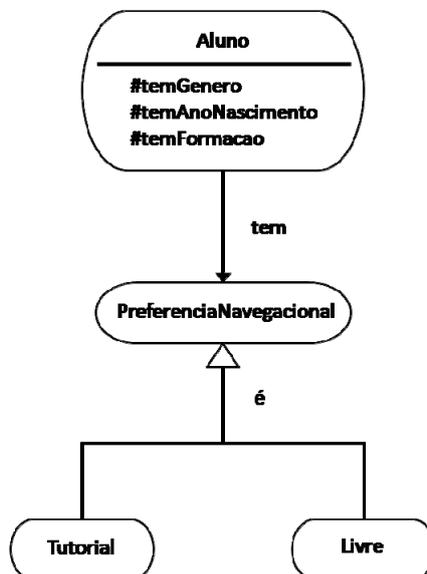


Figura 4.3: Ontologia pessoal

O *contexto educacional* é o conhecimento relacionado aos diferentes pontos de vista sobre as informações educacionais (também chamadas pedagógicas) necessárias para personalizar ambientes educacionais. Na prática, muitos sistemas adaptativos aproveitam o conhecimento dos usuários sobre o assunto a ser ensinado ou a representação de domínio no hiperespaço. O conhecimento é frequentemente o único recurso modelado e adaptado aos diferentes sistemas educacionais. Recentemente, várias pesquisas começaram a utilizar outras características, tais como estilos de aprendizagem (Schiaffino, García e Amandi, 2008). Em geral, para sistemas educacionais via web ou ambientes *e-learning*, deve se preocupar com alguns aspectos específicos relacionados ao papel do usuário (*user role*) ou as informações relacionadas com as atividades nas quais o aluno está envolvido, como suas experiências ou preferências, seus objetivos, sua experiência relacionada aos ambientes web, seu estilo de aprendizagem, seu estereótipo de personalidade, ou ainda seus aspectos culturais e contextuais.

O contexto educacional proposto é representado pela ontologia educacional a qual considera o conhecimento do usuário sobre o assunto, além dos estilos de aprendizagem de acordo com Felder e Brent (2005). Para coletar as quatro dimensões do estilo de aprendizagem proposto por Felder e Brent (2005), ao se cadastrar no ambiente, o aluno deve responder um questionário traduzido de Felder e Soloman (2013) incorporado no sistema por este trabalho. Após o aluno responder as 44 questões, o sistema consegue calcular seu estilo de aprendizagem segundo as quatro dimensões (percepção, entrada, processamento e compreensão). Planejamos no futuro estender este modelo com outros modelos de estilos de aprendizagem, por exemplo, a taxonomia de aprendizagem de Bloom, o modelo de Ford-Chen, o modelo de Kolb, ou até mesmo incorporar aspectos emotivos e de personalidade.

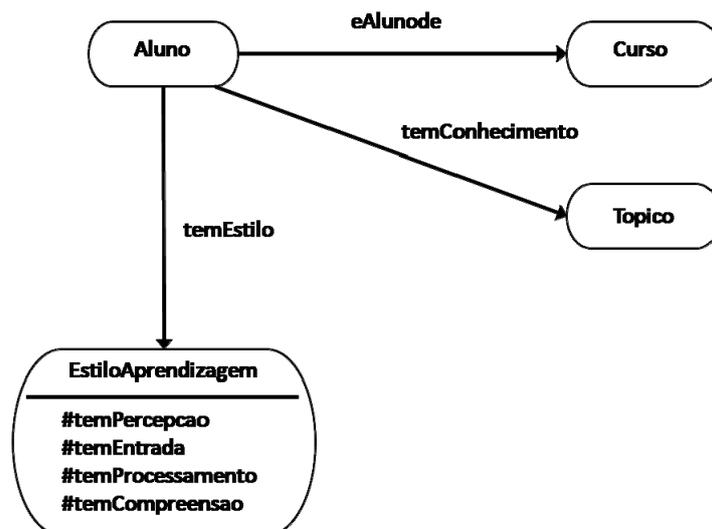


Figura 4.4: Ontologia educacional

O *contexto tecnológico* está relacionado com diversas restrições tecnológicas (por exemplo, o poder de processamento do dispositivo, a capacidade de exibição, a largura de banda da rede, as opções de conectividade, a localização e o tempo). A adaptação cultural e tecnológica são tópicos de pesquisa importantes e inovadores, que no entanto, ainda não são suportados pela maioria dos ambientes *e-learning*, apesar de alguns trabalhos pioneiros serem relatados por Abarca et al. (2006). O contexto tecnológico proposto é modelado pela ontologia tecnológica e inclui a detecção dos conceitos: resolução de tela, tipo do dispositivo (se é um dispositivo móvel ou não), sistema operacional, tipo e versão do navegador, velocidade de navegação, taxa de *download*, endereço IP e área de localização (cidade, estado e país), provedor de internet e conexão de rede (largura de banda). Futuramente pretende-se incorporar outras funcionalidades na captura, como por exemplo, a detecção do que está entorno ao aluno (e.g. um outro estudante, uma impressora, etc.).

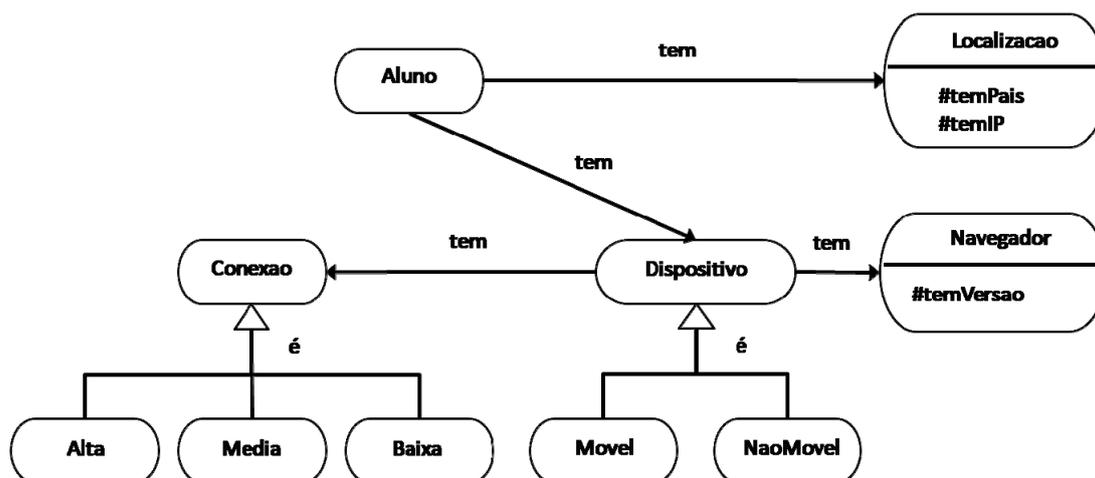


Figura 4.5: Ontologia tecnológica

O *contexto cultural* é também vital para ambientes *e-learning*. Os aspectos culturais são as preferências e padrões de comportamento determinado pela cultura de uma pessoa. O contexto cultural inclui a formação cultural do aluno e pode ter um grande impacto sobre a sua eficiência e capacidade de aprender um determinado conjunto de conteúdos (Chandramouli et al. 2008). O contexto cultural refere-se a diferentes

linguagens, valores, normas, gênero, aspectos sociais ou étnicos. Ele descreve as características culturais em diferentes níveis, como os aspectos nacionais e regionais, aspectos organizacionais, aspectos profissionais e campos de atuação, aspectos sociais e individuais, e em todos os níveis da Interação Humano-Computador, como na apresentação (fonte, cor, formato de dados, etc.), *design* de interação (estrutura, conceito de navegação, etc.), e no projeto de diálogo (caixa de diálogo, menu, etc.) (Heimgartner, Holzinger, Adams 2008).

Nossa ontologia cultural utiliza as dimensões culturais proposta por Hofstede sobre a dimensão nacional, a nacionalidade e língua materna do aluno, as línguas estrangeiras em que o aluno possui alguma habilidade, a formação educacional do aluno e os países onde já moraram e por quanto tempo, e se participou de programas de intercâmbio. Também se verifica a localização atual do estudante (endereço IP), porque as pessoas podem estar em um país diferente do seu nascimento, e então, podemos mostrar-lhes, além de objetos de aprendizagem relacionados com a sua cultura, alguns da cultura em que estão envolvidos naquele momento. Queremos, no futuro, estender este modelo para incorporar outros aspectos relacionados a outras dimensões culturais (i.e., organizacional, social e pessoal) e outros modelos, por exemplo, Hall, Trompenaars e Hampden-Turner. No entanto, primeiro iremos realizar mais experimentos com diferentes grupos de estudantes para analisar e validar a nossa abordagem.

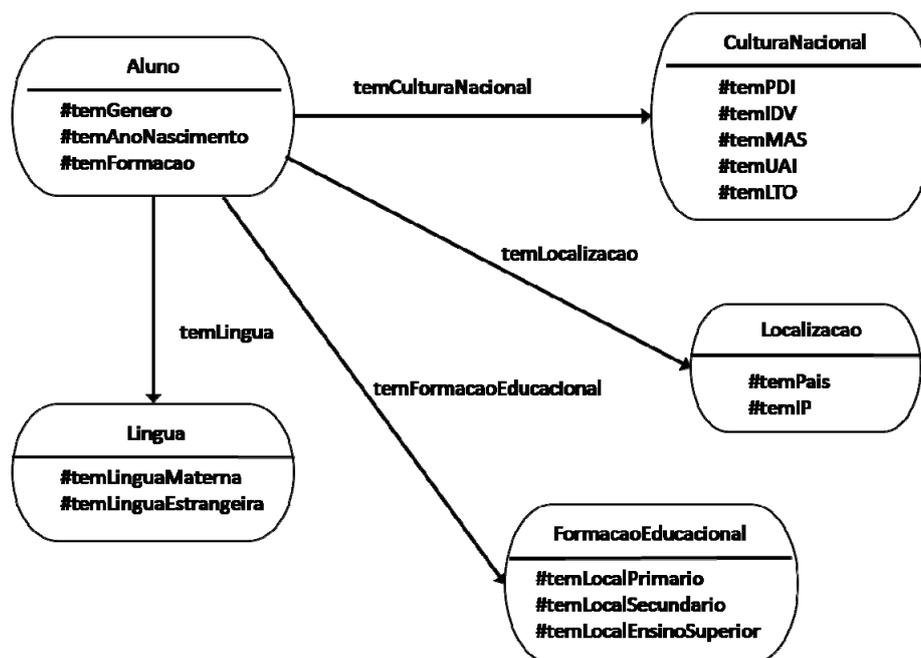


Figura 4.6: Ontologia cultural

### 4.2.3 Aumentando a capacidade de Personalização através do Contexto do Usuário

Esta seção explica como este trabalho pode aumentar as capacidades de personalização em ambientes *e-learning*. Particularmente, foram incorporadas as características contextuais, especialmente em relação aos aspectos culturais, dentro do modelo do aluno, esperando que a adaptação se torne mais rica para o aluno de um ambiente *e-learning*.

Para cada situação, o sistema é dinamicamente personalizado, dependendo das informações de contexto disponíveis. Uma vez que a situação de aprendizagem é

modelada, é importante associar uma (ou mais) situação para cada atividade de aprendizagem para contextualizar as preferências dos alunos. Ou seja, em uma situação 1 o aluno prefere a atividade A; ao contrário, quando ele está na situação 2, o usuário prefere a atividade B. Por exemplo, Paulo prefere estudar materiais de aprendizagem do tipo visual quando ele está estudando a disciplina de “Inteligência Artificial” e ele tem uma conexão de rede com largura de banda alta. No entanto, Paulo prefere ouvir as explicações do professor quando a disciplina é “Álgebra” e a sua conexão de rede é lenta. Para explicar as adaptações contextuais, inicialmente são descritas algumas diferentes situações de aprendizagem e em seguida, são detalhadas como essas situações podem desencadear a correspondente adaptação contextual em um sistema adaptativo. São mostrados alguns exemplos de contextos possíveis em uma disciplina de Interação Humano-Computador. Com o objetivo de simplificação, apenas algumas variáveis são apresentadas: o conhecimento do aluno, assunto, conexão de rede, o estilo de aprendizagem, Idioma (Linguagem), Nível do Idioma (proficiência) e país.

No Contexto 1, Joaquim é um estudante que vive no Brasil, sua língua materna é o Português e ele tem um baixo nível de conhecimento (proficiência) em Inglês. Ele está tentando aprender sobre o assunto “Projeto Centrado no Usuário”, que é explicado em Inglês. Ele está fazendo exercícios sobre esse assunto, mas infelizmente ele não está se saindo bem. Além disso, ele tem uma conexão de rede de alta velocidade e de acordo com o modelo de Felder (Felder e Brent 2005), ele é ativo. Como os outros alunos estão *on-line*, a melhor ação é sugerir ao estudante a falar com seus colegas através do *chat*, a fim de resolver os exercícios e adquirir conhecimentos sobre esse assunto. Assim, o sistema adaptativo pode habilitar o link de “chat” em uma cor diferente e em destaque.

Em outro Contexto 2, a aluna Marie vive na França e sua língua materna é o Francês. Ao contrário de Joaquim, Marie tem um nível avançado em Inglês. Ela também está aprendendo o tópico “Projeto Centrado no Usuário” e não está conseguindo bons resultados. Ela tem uma conexão de rede de baixa velocidade e de acordo com o modelo de Felder, seu estilo de aprendizagem é reflexivo. Em consequência, o sistema pode enviar uma mensagem por e-mail para seu professor aconselhando-o a manter contato com o aluno e alterar a ordem dos *links*, colocando *links* relacionados a vídeos com baixa qualidade de resolução no final da lista e também desativar links relacionados com os materiais de vídeos com alta qualidade de resolução (aqueles que são pesados e difíceis de ver).

Considerando o Contexto 3, em que Joaquim (o mesmo estudante no Contexto 1), está agora aprendendo sobre “Usabilidade” e ele tem conhecimento suficiente sobre o assunto. Desta vez ele está em uma conexão de rede mediana e possui o mesmo estilo de aprendizagem de Felder. O sistema adaptativo pode esconder links para assuntos já aprendidos e destacar aqueles que apontam para novos tópicos. Esses contextos são formalizados como segue, de acordo com a notação apresentada nas seções anteriores e exemplificados na Figura 4.7.

```
Context1 = {
  (Aluno.Joaquim, estáAprendendo, Assunto.projetoCentradoNoUsuario),
  (Assunto.projetoCentradoNoUsuario, estáExplicadoEm, Idioma.inglês),
  (Aluno.Joaquim, temConhecimento, Conhecimento.ruim),
  (Aluno.Joaquim, temConexão, ConexãoRede.alta),
  (Aluno.Joaquim, temEstilo, EstiloAprendizagem.ativo),
  (Aluno.Joaquim, temLínguaMaterna, Idioma.português),
  (Aluno.Joaquim, temHabilidadeNoIdioma, Idioma.inglês),
  (Aluno.Joaquim, nívelDoIdiomaInglês, NivelDoIdioma.baixo),
  (Aluno.Joaquim, éCidadãoDe, País.Brasil)}
```

```
Context2 = {
(Aluno.Marie, estáAprendendo, Assunto. projetoCentradoNoUsuario),
(Aluno.Marie, temConhecimento, Conhecimento.ruim),
(Aluno.Marie, temConexão, ConexãoRede.baixa),
(Aluno.Marie, temEstilo, EstiloAprendizagem.reflexivo),
(Aluno.Marie, temLínguaMaterna, Idioma.francês),
(Aluno.Marie, temHabilidadeNoIdioma, Idioma.inglês),
(Aluno.Marie, nívelDoIdiomaInglês, NivelDoIdioma.alto),
(Aluno.Marie, éCidadãoDe, País.França)}
```

```
Context3 = {
(Aluno.Joaquim, estáAprendendo, Assunto.usabilidade),
(Aluno.Joaquim, temConhecimento, Conhecimento.bom),
(Aluno.Joaquim, temConexão, , ConexãoRede.mediana),
(Aluno.Joaquim, temEstilo, EstiloAprendizagem.ativo),
(Aluno.Joaquim, temLínguaMaterna, Idioma.português),
(Aluno.Joaquim, temHabilidadeNoIdioma, Idioma.inglês),
(Aluno.Joaquim, nívelDoIdiomaInglês, NivelDoIdioma.baixo),
(Aluno.Joaquim, éCidadãoDe, País.Brasil)}
```

Sumarizando, os mecanismos de adaptação em um ambiente adaptativo podem seguir as seguintes ações de adaptação:

Contexto1 → “enviar notificações para o aluno somente em Português” + “mostrar os links destacados” + recomendar objetos de aprendizagem e conteúdo sobre o mesmo assunto em Português e com um baixo nível de dificuldade e “destacar o link de chat”. O sistema pode destacar o link da ferramenta de “chat” como uma maneira de chamar a atenção do usuário para esse recurso, utilizando a técnica de anotação de links. O objetivo desta técnica é aumentar a qualidade dos links adicionando alguns comentários, os quais ajudam o aluno a visualizar seu estado corrente na aplicação (Brusilovsky, 2001).

Contexto 2 → “ordenação dos links” + “ocultação ou desabilitação de links” + “apresentação dos links destacados” + “recomendar objetos de aprendizagem e conteúdo sobre o assunto tanto em Francês quanto em Inglês”. Para isso, o sistema deve utilizar algumas técnicas presentes nos sistemas adaptativos como a classificação dos links, a ocultação de links, a desabilitação de links e a anotação de links.

Contexto 3 → “esconder os conteúdos em que o aluno já possui conhecimento” + “recomendar novos objetos de aprendizagem e conteúdo sobre um novo assunto, escrito tanto em Francês quanto em Inglês”. O sistema pode realizar a adaptação navegacional através das técnicas de ocultação de links e anotação de links.

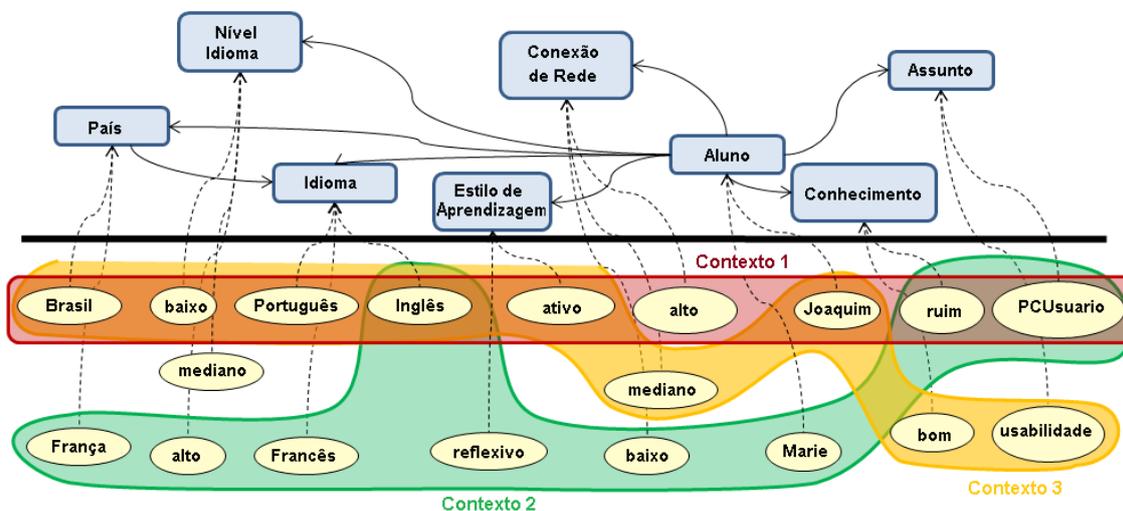


Figura 4.7: Exemplificação com base nos cenários descritos

Esses contextos podem ser utilizados para gerenciar contexto em ordem para realizar adaptações mais ricas ou gerar recomendações. Este é um exemplo onde um contexto prototípico ( $Context_i$ ) pode ser utilizado:

```
Contexti = {
(Aluno.A, estáAprendendo, Assunto.s),
(Aluno.A, estáUsando, ObjetoDeAprendizagem.oa),
(Assunto.a, estáExplicadoEm, Idioma.i),
(Aluno.A, temConhecimento, Conhecimento.ruim),
(Aluno.A, temConexão, ConexãoRede.alta),
(Aluno.A, temEstilo, EstiloAprendizagem.ativo),
(Aluno.A, temLínguaMaterna, Idioma.i),
(Aluno.A, temHabilidadeNoIdioma, Idioma.i),
(Aluno.A, nívelDoIdiomaInglês, NivelDoIdioma.baixo),
(Aluno.A, éCidadãoDe, País.p)}
```

Se A está no Contexto<sub>i</sub> **então** recomendar novos OA (Objetos de Aprendizagem), tais como: OA.Assunto=oa.assunto e OA.idioma=A.linguaMaterna e OA.nível é menor que oa.nível.

### 4.3 Ambiente AdaptWeb

Este trabalho aplica o modelo contextual do usuário, bem como o mecanismo de adaptação em um Sistema Adaptativo Educacional, chamado AdaptWeb<sup>®</sup> (Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na Web). A escolha do ambiente se deve ao fato deste ser o ambiente de pesquisa do grupo desde sua criação, relacionada à pesquisa de mestrado da autora (Gasparini 2003), facilitando assim o acesso à codificação e a validação da proposta, que pode ser feita através de experimentos com usuários. Desta forma, esta seção apresenta resumidamente o ambiente AdaptWeb<sup>®</sup>.

O AdaptWeb<sup>®</sup> é um sistema hipermídia adaptativo de educação a distância baseado na Web que tem como objetivo adaptar a apresentação, conteúdo e navegação de acordo com o perfil do usuário. É um ambiente de autoria e apresentação de cursos na Web que tem por finalidade proporcionar aos alunos de diferentes cursos a apresentação do conteúdo de forma personalizada, adequada às suas preferências individuais (Palazzo M. de Oliveira et. al. 2003). O ambiente foi inicialmente desenvolvido através de um projeto de pesquisa realizado pela UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a UEL - Universidade Estadual de Londrina e apoio do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Atualmente a UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina participa no desenvolvimento de novas soluções no ambiente. É um ambiente *opensource*, gratuito, disponível no Sourceforge e operacional em algumas instituições.

O AdaptWeb<sup>®</sup> visa à autoria e a apresentação adaptativa das disciplinas, tendo a finalidade de proporcionar aos diversos alunos de diferentes cursos a apresentação de conteúdos de formas diferenciadas, adequada às suas necessidades (PALAZZO M. de OLIVEIRA et al., 2003). O Modelo do Usuário (MU) do AdaptWeb<sup>®</sup> realiza a adaptação de algumas características do aluno: (i) conhecimento, que indica se o usuário possui ou não conhecimento prévio para poder visualizar alguns conceitos; (ii) preferência navegacional do usuário, que pode ser tutorial ou livre. No modo tutorial o sistema guia o aluno, fazendo com que a sua navegação seja realizada levando em consideração os conceitos que são pré-requisitos a outros conceitos, definidos pelo professor. Já no modo livre o aluno pode acessar a disciplina de forma livre, podendo visualizar todos os conceitos que ele acredita conhecer sem a interferência do sistema; e

(iii) *background* (formação) - o AdaptWeb<sup>®</sup> utiliza essa denominação devido à adaptação ser realizada através da observação a que curso pertencente o aluno. Um aluno de 'Física' e outro da 'Computação' devem ver a disciplina de 'Lógica de Programação' com níveis de detalhamento e abrangência diferenciados, por exemplo.

O ambiente AdaptWeb<sup>®</sup> é baseado em um conjunto de ferramentas que suportam as fases de pré-autoria, gerenciamento do conteúdo e de navegação. O ambiente foi implementado na linguagem de programação PHP (*Hypertext Preprocessor*), utiliza o gerenciador de banco de dados MySQL e a linguagem XML (*Extensible Markup Language*) para a organizar e disponibilizar as disciplinas (modelo do domínio). Ele é composto por quatro módulos distintos denominados: (1) módulo de autoria; (2) módulo de armazenamento em XML; (3) módulo de adaptação de conteúdo baseado no modelo do aluno e; (4) módulo de interface adaptativa. A arquitetura do AdaptWeb<sup>®</sup> é apresentada na Figura 4.8 (Gasparini 2003).

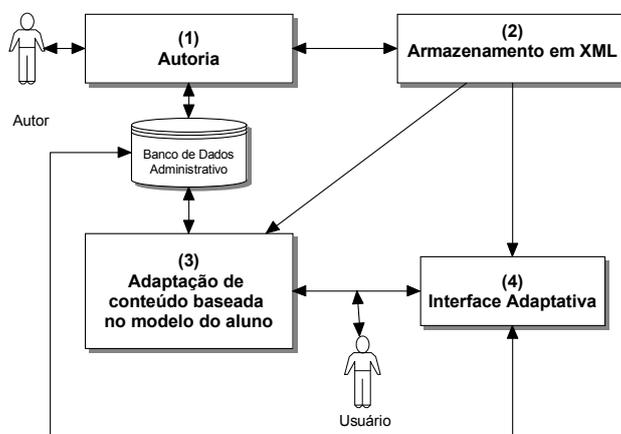


Figura 4.8: Arquitetura do ambiente AdaptWeb<sup>®</sup> (GASPARINI, 2003)

O módulo de autoria consiste na organização do conteúdo instrucional a ser disponibilizado para o aluno. A estruturação de cada disciplina é baseada em conceitos. Para estruturação do conteúdo o autor tem como base uma sistemática para pré-autoria e uma ferramenta de autoria. A sistemática de pré-autoria auxilia na organização da estrutura geral da disciplina e na identificação dos arquivos relacionados a esta estrutura. A ferramenta de autoria possibilita criar a estrutura de conceitos através da sistemática de pré-autoria e classificar e associar os arquivos. Os arquivos associados a cada conceito podem ser classificados em quatro categorias: conceito propriamente dito, exemplos, exercícios e material complementar que por sua vez estão em uma única estrutura adaptada para os diferentes cursos (diferentes grupos podem assistir a uma mesma disciplina), conforme apresentado na Figura 4.9.

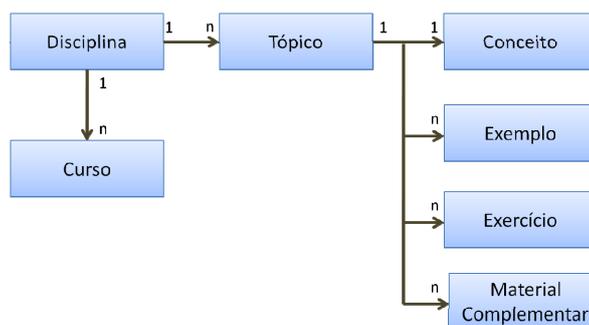


Figura 4.9: Esquema de cada disciplina no ambiente

O módulo de armazenamento é responsável pela organização dos arquivos fornecidos pelo autor, através do módulo de autoria, para XML. Também é nesta fase que os dados da autoria serão organizados para posterior utilização no ambiente. Para criar os arquivos XML, este módulo utiliza como entrada a estrutura de dados passada pela fase de autoria, onde todos os dados definidos pelo autor estão armazenados. Essa representação serve como base para a geração dos arquivos utilizados nas demais etapas do ambiente, a fim de ser apresentado ao usuário adequadamente, observando seu perfil. A saída de dados da presente fase é composta pelos arquivos XML. Existe um arquivo XML para a estrutura dos conceitos (chamado *estrutura\_topico.xml*) e um arquivo XML relacionado a cada conceito cadastrado pelo autor (AMARAL 2002).

Esta organização permite uma estruturação dos dados de forma hierárquica, pois sempre existe um único arquivo XML com a estrutura de conceitos da disciplina e tantos arquivos XML com conteúdo quantos forem os tópicos definidos. Para exemplificar: se o autor cadastra dez conceitos na ferramenta de autoria então são criados onze documentos XML através do algoritmo, um para armazenar toda a estrutura de conceitos (como um índice), e um arquivo XML para cada um dos dez conceitos. A Figura 4.10 mostra a exemplificação de uma representação de uma estrutura, onde cada nó é um conceito. A utilização desta estrutura de nós leva a uma organização hierárquica de elementos.

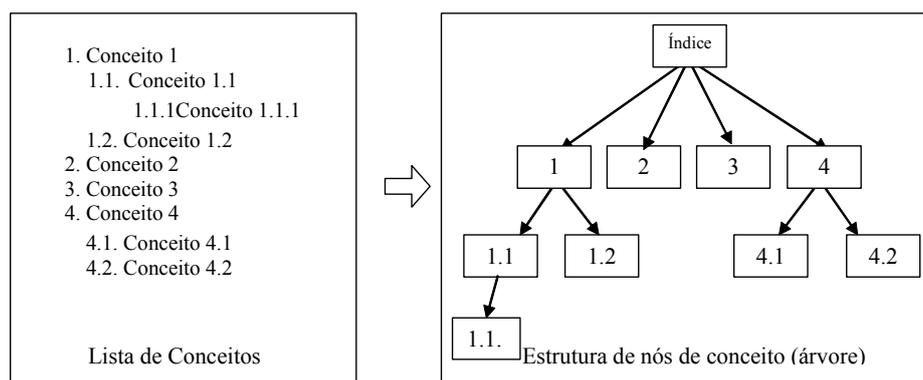


Figura 4.10: Organização da estrutura no ambiente

Os módulos de adaptação de conteúdo e de interface adaptativa são responsáveis por adaptar o ambiente para o usuário, tanto para recuperar e adaptar o material instrucional, quanto para adaptar sua navegação e apresentação do ambiente de acordo com o modelo do usuário.

A Figura 4.11 mostra um exemplo de uma disciplina de Linguagem de Programação, disponível no ambiente para três diferentes cursos: engenharia, matemática e computação.

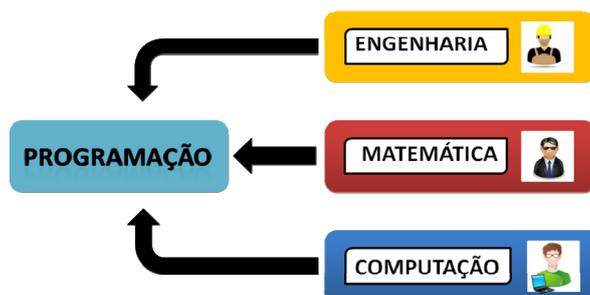


Figura 4.11: Uma mesma disciplina acessada por três diferentes cursos.

A árvore dos conceitos da disciplina para cada curso pode ser distinta, conforme exemplo da Figura 4.12. Pode-se observar que os conceitos 1 e 2 estão nas estruturas de todos os cursos, mas os conceitos 2.1 e 2.2, somente para dois cursos.

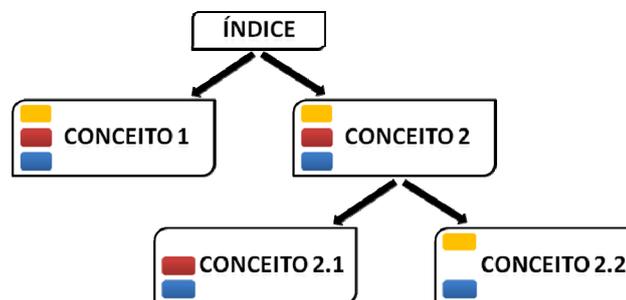


Figura 4.12: Estrutura dos conceitos da disciplina para cada curso

De modo semelhante, as estruturas dos exemplos, exercícios e materiais complementares podem ser diferentes para cada curso, e cada elemento é adaptado de acordo com o curso do aluno.

Duas tecnologias diferentes para fornecer adaptabilidade são a adaptação do conteúdo das páginas (*content-level adaptation*) e a adaptação de seus *links*, páginas de índices e mapas (*link-level adaptation*), mostradas como duas classes de adaptação chamadas respectivamente de **apresentação adaptativa** (*adaptive presentation*) e **suporte de navegação adaptativa** (*adaptive navigation support*).

As técnicas utilizadas para fornecer adaptabilidade quanto à característica formação do aluno (*background*) são:

- **Fragmento variante:** Para adaptar o conteúdo das páginas de acordo com a formação do usuário, o módulo de adaptação de conteúdo utiliza a técnica de fragmento variante, que produz diversas variações de uma mesma página. Essa adaptação é feita para os exemplos, exercícios e materiais complementares.
- **Remoção de links:** Para adaptar a navegação pela formação do usuário, o módulo de interface adaptativa aplica a técnica, removendo os *links* de todos os conceitos que o autor não selecionou para um determinado curso.
- **Orientação direta:** a técnica adapta a apresentação dos tópicos (conceito, exemplo, exercício e material complementar) e é apresentada em dois elementos da interface. O primeiro é o “caminho hierárquico”, visível e clicável, apresentando ao usuário sua localização na hierarquia de acordo com a estrutura elaborada pela autoria e também se existem os tópicos da determinada categoria (conceito, exemplo, exercício e material complementar). Já o segundo elemento somente é apresentado no modo de navegação livre. Neste modo de navegação, o *layout* possui “setas” que apresentam os possíveis caminhos diretos a serem seguidos pelo usuário em relação a sua hierarquia. Deste modo, as setas apresentam até quatro possíveis caminhos: (i) para o tópico pai; (ii) para o próximo irmão; (iii) para o irmão anterior e (iv) para o filho imediato. Caso não existam esses tópicos associados, a seta não aparece, utilizando-se a remoção de *links*.
- **Desabilitação de links e Anotação de links:** As técnicas são utilizadas para as categorias exemplo, exercício, material complementar. A estrutura da disciplina é baseada em conceitos, e por essa razão, se um conceito não existir para um

grupo de usuários, então também não existirão exemplos, exercícios e material complementar deste conceito para aquele grupo. Mas se o conceito existir, os exemplos, exercícios e os materiais complementares podem ou não existir. Se não existir, as técnicas são aplicadas demonstrando que não existem exemplos (ou exercícios, ou materiais complementares) para aquele tópico conceito.

As técnicas utilizadas para fornecer adaptabilidade quanto à característica conhecimento do usuário são:

- **Desabilitação de links e Anotação de links:** para diferenciar links visitados (conhecimento adquirido), não visitados (ainda não possui o conhecimento) e o atual (em aprendizagem). Essa característica é observada juntamente com o modo de navegação escolhido pelo usuário.

A técnica utilizada para fornecer adaptabilidade quanto à característica preferência navegacional do usuário é:

- **Página variante:** para adaptar a navegação e a apresentação da interface de acordo com a preferência navegacional do usuário, o sistema implementa, além das técnicas de adaptação dos links descritas sobre o conhecimento, a técnica de página variante.

As Figuras 4.13 e 4.14 apresentam as interfaces do ambiente do aluno no modo livre (4.13) e no modo tutorial (4.14).

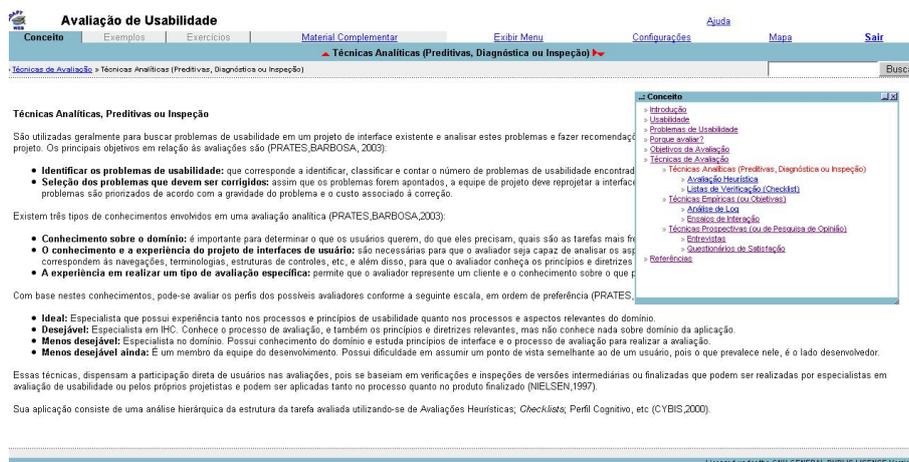


Figura 4.13: Interface no ambiente do aluno no modo livre



Figura 4.14: Interface no ambiente do aluno no modo tutorial

Para a inserção do novo modelo do aluno, levando em considerações os aspectos contextuais, foi necessária uma extensão da arquitetura do ambiente. A seção 4.3.1 apresenta a extensão realizada.

#### 4.3.1 Extensão da Arquitetura do AdaptWeb®

A arquitetura do ambiente AdaptWeb® foi estendida para suportar a sensibilidade ao contexto e a situação, sendo adaptado a cenários específicos, como, a mobilidade, a interação social, as características culturais e a independência do dispositivo. A arquitetura estendida do ambiente AdaptWeb® é apresentada na Figura 4.15. Além dos novos módulos, a figura apresenta os três servidores que foram propostos no projeto CAPES/COFECUB 'AdContext' para armazenar e modelar os dados de contexto.

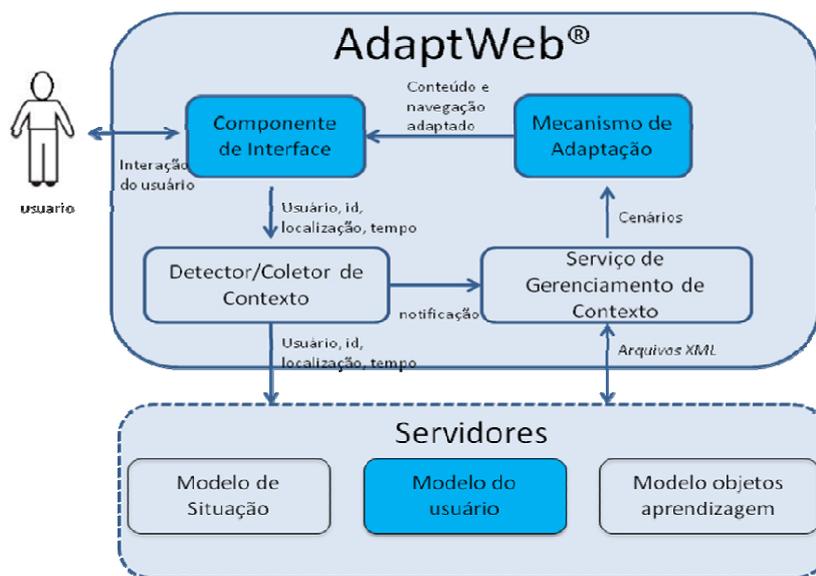


Figura 4.15: Arquitetura estendida do Ambiente AdaptWeb®

Este trabalho focaliza em três partes da arquitetura, destacadas na Figura 4.15: o componente de interface, o mecanismo de adaptação e no modelo do usuário (aluno). Outros trabalhos de parceiros do projeto enfocam outras partes da arquitetura. Pode-se citar o trabalho de doutorado de Pernas (2012) que modela semanticamente a sensibilidade da situação em sistemas educacionais via web. A seguir a arquitetura estendida é explicada.

O Componente de Interface do Usuário é responsável por obter os dados do usuário e apresentar as adaptações processadas pelo ambiente. Na verdade, o ambiente AdaptWeb® já armazena as informações relacionadas com o *login* (autenticação), a disciplina escolhida e as notificações do autor para os alunos. Assim, é possível agregar os dados do contexto do usuário para serem obtidos através da interação do aluno com o ambiente, analisando também os objetos de aprendizagem que estão realmente em uso e o caminho feito pelo aluno durante a utilização do AdaptWeb®. Conhecendo esse caminho, pode-se descobrir a ocorrência de eventos de aprendizagem que são importantes para iniciar uma adaptação. Estes eventos são detectados pelo Detector/coletor de contexto e, dependendo do evento, notifica-se o Serviço de Gerenciamento de Contexto.

A arquitetura estendida é baseada em três servidores que irão operar em conjunto para fornecer e gerenciar dados contextualizados de acordo com os cenários dos alunos.

Cada servidor gerencia dados específicos relacionados ao contexto do usuário, sendo responsáveis respectivamente pelo armazenamento e adaptação de (i) contexto do ambiente (informações relacionadas com o ambiente do usuário e a situação de aprendizagem, mais detalhes em PERNAS 2012); (ii) informações sobre os alunos e seu contexto (dados pessoais, preferências, objetivos, formação, conhecimentos, comportamentos, estilos de aprendizagem, contexto cultural, etc.), e (iii) as informações sobre os objetos de aprendizagem (os documentos fornecidos pelo ambiente educacional para os seus usuários para a sua aprendizagem). Um objeto de aprendizagem (OA) é definido como “qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada para aprendizagem, educação ou treinamento” (IEEE 2002).

O Serviço de gerenciamento de contexto é responsável por analisar o contexto gerenciado pelos servidores, gerando diferentes cenários que podem ser vivenciados pelos estudantes em um período específico. Esses cenários são utilizados para orientar a adaptação (no Mecanismo de Adaptação), e materializados na interface apresentada ao usuário.

Essa arquitetura estendida foi elaborada pelo grupo de pesquisa, pensando nos diversos trabalhos do grupo que estão relacionados a esta tese, tais como a tese de Pernas (2012) que trabalha com o modelo de situação e a detecção e gerenciamento do contexto, e os trabalhos relacionados com o modelo do domínio e objetos de aprendizagem, iniciados por Muñoz (2004) e que está sendo continuado por Hinz (2011).

Os principais objetivos da arquitetura estendida são: (i) a facilidade de reutilização de recursos educacionais, uma vez que o mesmo será adaptado para o cenário do usuário enquanto o conteúdo armazenado permanece o mesmo, (ii) a integração com a arquitetura já existente, uma vez que a nova arquitetura aproveita as funcionalidades já existentes e (iii) a extensibilidade (capacidade que o sistema tem em crescer pela adição de novos componentes) para outros sistemas educacionais, utilizando tecnologias padrão. A personalização é possível com a combinação de dados contextuais relacionados a *quem* o usuário é, *onde* o usuário está, *o que está fazendo*, e *o que ele necessita* para atingir suas metas educacionais.

Este trabalho foca nos (1) Servidor do Modelo do Usuário; (2) Mecanismo de Adaptação e (3) Componente de Interface do usuário. O Servidor do Modelo do Usuário utiliza as informações propostas neste trabalho e apresentadas na seção 4.2. Para o desenvolvimento deste trabalho e para a realização dos experimentos os modelos da arquitetura ainda não estavam integrados, mas como os trabalhos paralelos foram desenvolvidos pelo mesmo grupo de pesquisa, teve-se a preocupação com a padronização e organização dos dados. O Mecanismo de Adaptação recebe as informações contextuais sobre o usuário e realiza a adaptação através de técnicas de apresentação e navegação adaptativas. As características de design da interação relacionadas às dimensões de Hofstede, selecionadas para a adaptação da interface são apresentadas na seção 4.4. O componente de interface do usuário foi reprojetoado com base nas novas informações coletadas e detectadas, e é descrita na seção 4.5.1. A adaptação da interface com base nas informações contextuais dos alunos é explicada na seção 4.5.3.

#### 4.4 Características Culturais para o Mecanismo de Adaptação no AdaptWeb®

Essa seção apresenta as características de *design* da interação relacionadas às dimensões de Hofstede, selecionadas para a adaptação da interface. A Tabela 4.1 apresenta os escores das cinco dimensões culturais (PDI, IDV, MAS, UAI e LTO) para cada país envolvido nos experimentos da tese. São eles: Brasil, Argentina e Uruguai. A tabela também apresenta os valores médios de cada dimensão. Pode-se verificar que para a dimensão LTO, o trabalho de Hofstede não apresenta valores para a Argentina e Uruguai, e deste modo, essa dimensão não foi utilizada para adaptações no ambiente.

Tabela 4.1: Valores escore das dimensões de Hofstede para cada país envolvido nos experimentos da tese

Dimensões de Hofstede	Países selecionados e seus escores			
	Brasil	Argentina	Uruguai	Valores Médios
PDI	69	49	61	55
IDV	38	46	36	43
MAS	49	56	38	50
UAI	76	86	100	64
LTO	65	-	-	45

Após este levantamento, foi realizada um análise do ambiente AdaptWeb® para verificar que aspectos do *design* da interação já contemplavam as recomendações analisadas na seção 2.8.3 e que alterações o ambiente necessitava para auxiliar estes grupos de usuários. Desta forma, os elementos da interface que devem ser alterados de acordo com os aspectos culturais são apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Recomendações para as alterações do ambiente AdaptWeb®

Hofstede	Elementos da Interface do Usuário (IU) x recomendações de adaptação		
	Elemento da IU	Recomendações para escores intermediários	Outras recomendações para valores distintos
PDI	Navegação/estrutura	Navegação mais plana (ou <i>flat</i> ), menus em árvore (árvore de navegação) e ícones para representar as funcionalidades e tarefas do sistema	<não aplicável>
	Navegação	Mais opções (formas alternativas) de navegação	<não aplicável>
	Hierarquia	Diminuir a rolagem do mapa e a hierarquia, associando conceitos com exemplos, exercícios e materiais complementares	<não aplicável>
	Densidade de informação	Maior densidade pela adição de funcionalidades	<não aplicável>
IDV	Imagem	Inclusão de ícones para as funcionalidades principais (associação de imagens e rótulos) e para indicar a adaptação pelo idioma	Manter atual

	Estrutura	Separação dos elementos por cor e pela localização (agrupamento de informações)	Os elementos são separados dinamicamente pelo seu alinhamento e localização
	Cor	Número mediado de cores	Pouca distinção relacionada a cores
MAS	Saturação da cor	Saturação e contraste mediano	<não aplicável>
UAI	Orientação	Manter o foco do usuário através da indicação constante de posicionamento (onde ele está) na interface	Fornecer dicas ao usuário dentro do processo de diálogo

## 4.5 Implementação

Esta seção apresenta as alterações no ambiente AdaptWeb<sup>®</sup> para a implantação do contexto cultural e de sua respectiva adaptação para o aluno.

Atualmente o ambiente é implementado em PHP 4.x, com as descrições do modelo do domínio em XML e armazenamento em banco de dados MySQL. O ambiente incorporou novas funcionalidades e foi traduzido para os idiomas Espanhol (ES), Inglês (EN), Francês (FR) além de sua versão em português (PT-BR). A tradução para os outros idiomas foi facilmente suportada visto a estrutura do ambiente que separa as variáveis de rótulos da interface.

O ambiente de autoria (professor) teve uma pequena modificação para a inclusão do idioma do material (objeto de aprendizagem) inserido na disciplina. Para cada material complementar que o professor insere na disciplina, ele pode agora informar qual é o idioma. Para tanto, o XML foi alterado, indicando o idioma em questão. Um exemplo é apresentado na Figura 4.16. Restringimos neste momento a inclusão de materiais em alguns idiomas, porém, pretendemos estender para outros idiomas em breve.

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="no"?>
<!DOCTYPE textomaterial SYSTEM "/dtd/Elementos_Topico.dtd">
<textomaterial disciplina="383" numtop="4">
<conceito arquivo="4introducao.html">
<conteudo>
</conteudo>
<curso identcurso="387"/>
</conceito>
<matcomp idmatcomp="1" nomematcomp="_PT_" descmatcomp="Introdução a linguagem SQL" palchavematcomp="material" arqmatcomp="m_pt_SQL.pdf" >
<conteudo>
</conteudo>
<curso identcurso="387"/>
</matcomp>
<matcomp idmatcomp="1" nomematcomp="_ES_" descmatcomp="Lenguaje SQL: DDL y DML " palchavematcomp="material" arqmatcomp="m_es.pdf" >
<conteudo>
</conteudo>
<curso identcurso="387"/>
</matcomp>
<matcomp idmatcomp="1" nomematcomp="_EN_" descmatcomp="SQL reference " palchavematcomp="material" arqmatcomp="m_en_sqlreference.html" >
<conteudo>
</conteudo>
<curso identcurso="387"/>
</matcomp>
</textomaterial>

```

Figura 4.16: Alterações no XML para identificação da cultura

O banco de dados MySQL também foi alterado para armazenar todas as novas informações do aluno. Para podermos realizar os experimentos, utilizamos as ontologias do contexto do usuário como um modelo conceitual, e pretendemos, depois de analisar os dados coletados nos experimentos, povoar as ontologias, e testar as regras de inferência, de modo que elas sejam incorporadas no ambiente, juntamente com as ontologias dos outros módulos da arquitetura estendida.

#### 4.5.1 Alterações no Ambiente Aluno do AdaptWeb®

O ambiente do aluno foi todo reprojetoado com base nas recomendações selecionadas na Tabela 4.2. A Figura 4.17 apresenta uma prototipação via *wireframes* do ambiente aluno. A prototipação foi avaliada por um conjunto pequeno de alunos da UDESC (Brasil), que já utilizavam o ambiente AdaptWeb®. Os alunos fizeram um ensaio de interação, onde deveriam acessar um exemplo, um exercício e um material complementar de um conceito específico. Eles tiveram acesso ao protótipo funcional. Após o ensaio fizemos uma entrevista em grupo (grupo de foco) para analisar as modificações, que foram bem aceitas pelos alunos. Após esse ensaio, adotou-se também a adaptação via orientação direta na interface, que já estava presente no modo livre do ambiente, visto que os alunos sentiram falta dessa funcionalidade.

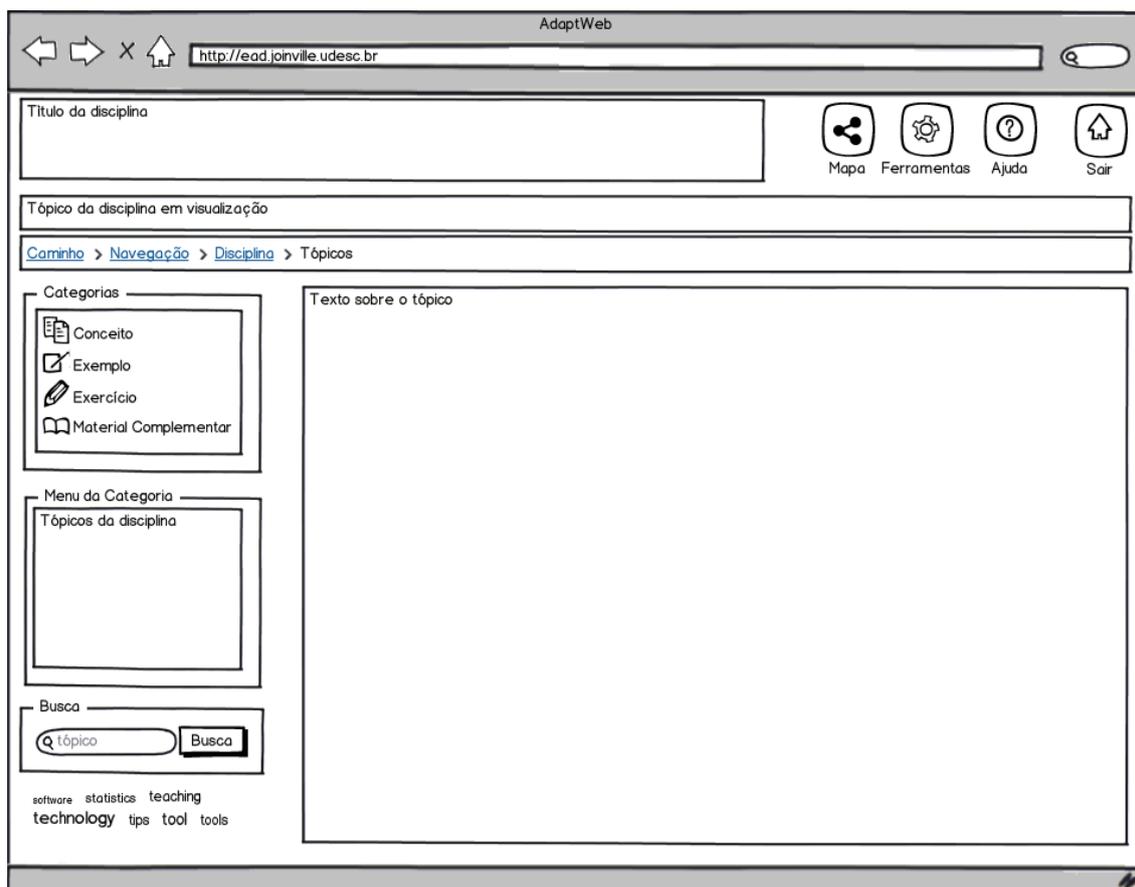


Figura 4.17: Prototipação do Ambiente aluno do AdaptWeb®

A Figura 4.18 apresenta o resultado das modificações na interface no ambiente aluno. Na área (1) foram inseridos ícones, para destacar as funcionalidades de Mapa, Configuração, Ajuda e Sair. A área (2) apresenta a orientação direta, onde os alunos podem navegar para os tópicos ‘pai’, ‘irmão anterior’, ‘irmão posterior’ e ‘filho’. Os símbolos ficam desabilitados (de modo mais claro no ambiente) se esses tópicos não existem para aquele tópico específico. A área 3 das categorias foi totalmente modificada. Primeiro pela sua localização, segundo pela inserção de ícones para cada categoria, e também pela presença de cores individuais para cada categoria, destacando com mais intensidade qual é a categoria em que o aluno está. Além disso, o link da categoria atual que o aluno está no momento fica destacado.

A área 4, do menu navegacional também foi alterada, visto que antes o menu era flutuante, e se destacava como um problema de usabilidade para os alunos, que tinham que fechá-lo sempre que desejassem ler um novo material. A área 5 é a área de busca. As alterações foram em relação a sua localização e sua utilidade, visto que a busca era restrita ao nome do tópico, e agora a busca se faz por todos os elementos do XML e as respostas apresentadas são links que podem ir diretamente ao material encontrado. A área 6 representa uma nova funcionalidade do ambiente, a nuvem de *tags* dos conceitos, de acordo com sua quantidade o tópico aparece com mais intensidade. A área 7 é utilizada para o conteúdo, adaptado também as questões culturais.

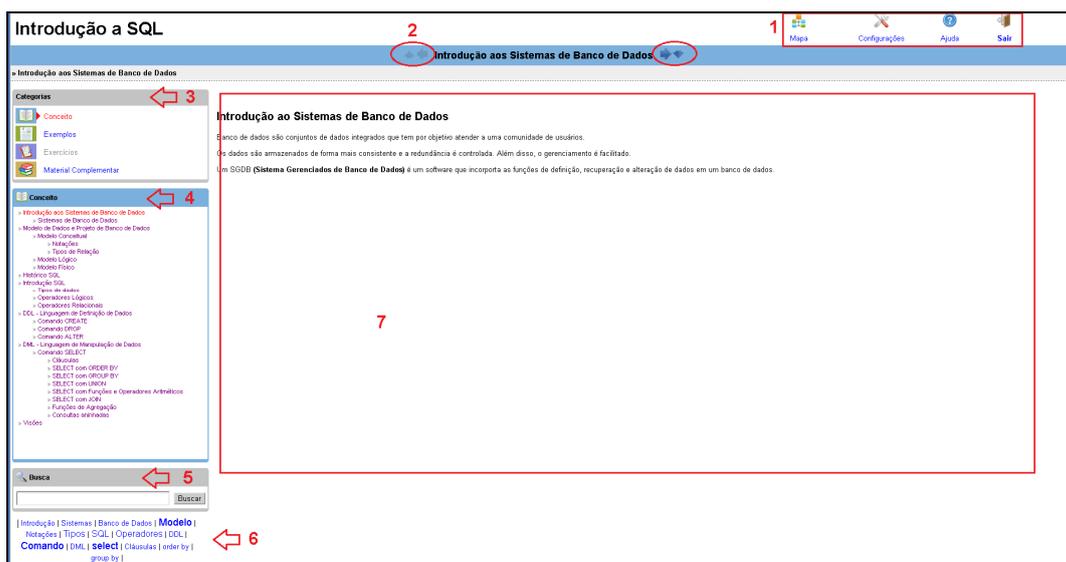


Figura 4.18: Nova interface do ambiente aluno do AdaptWeb<sup>®</sup>

Também foi implementado um novo mapa navegacional, que comportasse todas as informações da disciplina em uma mesma tela (Figura 4.19) Como a disciplina sempre tem seus conceitos, esses aparecem do lado esquerdo do menu. Já os exemplos, exercícios e materiais complementares, são respectivamente as outras colunas para cada tópico. Se existir um exemplo para o tópico, o indicador fica colorido com a cor da categoria. Isso vale para as demais categorias. Quando o conceito não possui exemplos, exercícios ou materiais complementares, o indicador fica ‘desabilitado’ na cor cinza.

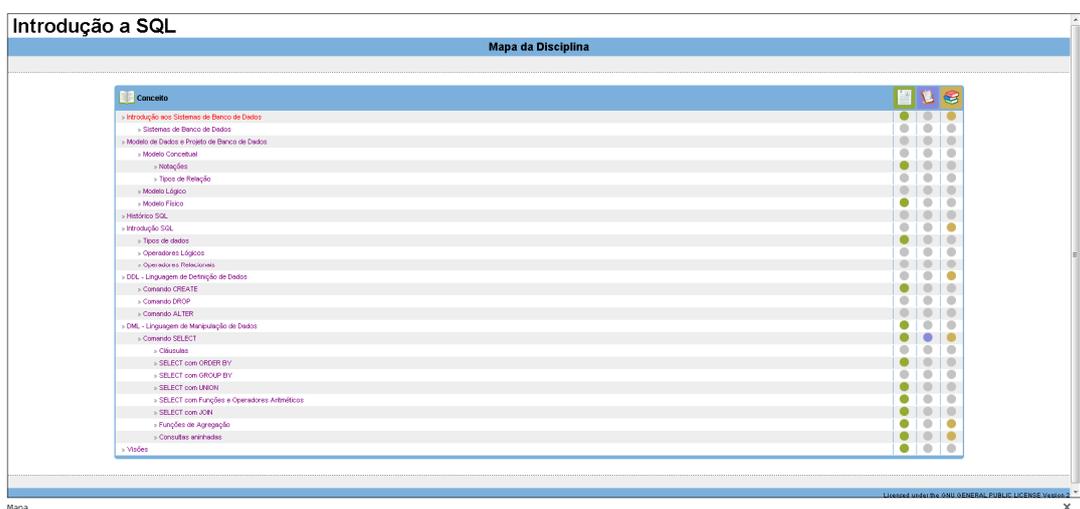


Figura 4.19: Novo mapa navegacional do ambiente aluno do AdaptWeb<sup>®</sup>

Para a categoria material complementar, para cada objeto de aprendizagem que o professor coloca em outro idioma para os alunos, um ícone com uma bandeira é apresentado, relacionando o material com o idioma em questão. Um exemplo pode ser visto na Figura 4.20.

Figura 4.20: Materiais complementares para um aluno da Argentina

Este trabalho fez o re-projeto da interface do aluno com intuito de ajustar a interface de acordo com as características culturais dos alunos da Argentina, Uruguai e Brasil. Também tivemos a preocupação com a diversidade de dispositivos que podem acessar o sistema, em especial os dispositivos móveis. Um trabalho relacionado à tese está em desenvolvimento, onde técnicas de *responsive web design* estão sendo estudadas para serem inseridas no ambiente (KIMURA ET AL. 2012).

#### 4.5.2 Captura e Evolução das Informações Contextuais e Técnicas de Adaptação

O cadastro no ambiente foi adaptado para receber as informações iniciais sobre o contexto cultural, educacional e pessoal do aluno. O cadastro foi dividido em três etapas para os experimentos. A etapa 1 contém todas as informações pessoais, culturais e sobre a formação educacional do aluno. O Apêndice A apresenta essa etapa. A etapa 2 trata do questionário de Felder e Soloman (2013) traduzido, para a descoberta do estilo de aprendizagem do aluno (Apêndice B). A etapa 3 mostra o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C) apresentado a todos que participaram dos experimentos. O mesmo termo também foi impresso e levado para o dia do experimento.

A etapa 1 coletou as seguintes informações: nome, sobrenome, email, data de nascimento, sexo, nacionalidade, língua materna, outros idiomas, em termos de leitura, escrita, fala, compreensão e fluência, com as seguintes possibilidades (pouco, razoavelmente, bem ou muito bem), se aluno já morou em outro país, qual(is), quando e por quanto tempo; dados educacionais sobre países onde estudou ensino fundamental,

ensino médio e ensino superior, e se para cada um, o aluno participou de algum intercâmbio; nome da universidade, curso, ano de ingresso; dados sobre uso de tecnologia: sobre tipos de dispositivos que utiliza, que ferramentas computacionais; dados sobre *e-learning* que ambiente utiliza.

A localização do usuário (do contexto cultural) foi obtida através de programação PHP. Uma API (*Application Programming interface*) de geolocalização chamada Utrace foi utilizada para informações de coordenada de latitude, longitude e cidade. Os dados sobre recursos do usuário (resolução de tela, sistema operacional, navegador e versão) foram detectados através de códigos *javascript*. Para calcularmos a velocidade de navegação e a taxa de *download* simulamos um processo de *download* no servidor quando o aluno se autentica no sistema.

À medida que o aluno interage com o ambiente, atualizações no modelo do usuário são realizadas, especialmente observando algumas características, como o conhecimento sobre o domínio, as preferências navegacionais e a detecção de localização, utilizada para o contexto cultural, onde o sistema faz a sugestão de materiais no idioma onde o usuário está localizado, caso a disciplina possua objetos de aprendizagem neste idioma.

As técnicas utilizadas para a adaptação cultural envolvem técnicas de adaptação:

- Técnica de adaptação de conteúdo- alteração de fragmentos (KNUTOV, DE BRA, PECHENIZKIY 2009), para apresentar objetos de aprendizagem relacionados a habilidade nos idiomas e/ou na localização do usuário;
- Técnica de adaptação da apresentação – Layout – rearranjo (KNUTOV, DE BRA, PECHENIZKIY 2009), onde o layout com os conteúdos é rearranjado de acordo com os conteúdos a serem apresentados, bem como a apresentação de ícones indicando objetos em outras línguas;
- Técnica de adaptação da navegação – Geração de Links e na Orientação (KNUTOV, DE BRA, PECHENIZKIY 2009), realizada em conjunto com outras características do aluno, o menu navegacional, a orientação direta, as buscas, nuvem de *tags* e mapa navegacional será adaptado de acordo com o perfil do usuário.

#### 4.5.3 Cenários de uso reais

As Figuras 4.21 e 4.22 apresentam exemplos de cenários de dois alunos, um brasileiro e outro argentino que utilizaram o ambiente. As imagens do ambiente são imagens reais de utilização de uma disciplina preparada para ser utilizada pelos alunos para eles adquirirem familiaridade com o sistema, antes do dia dos experimentos.

A Figura 4.21 apresenta uma tela de um aluno de ciência da computação, brasileiro, que está estudando a disciplina de Introdução a Realidade Virtual. Ele está visualizando o tópico de Introdução, na parte de materiais complementares. Apesar deste tópico possuir objetos de aprendizagem em três idiomas (português, inglês, espanhol), como ele tem habilidade somente em espanhol, objetos em inglês não são apresentados.

**Introdução a Realidade Virtual**

Mapa Configurações Ajuda Sair

Introdução

**Categorias**

- Conceito
- Exemplos
- Exercícios
- Material Complementar

**Material Complementar**

- Introdução
  - Realidade Virtual
    - Interação, Interacción e Imaginação/Envolvimento
    - Tipos de Sistemas de Realidade Virtual
    - Realidade Aumentada
    - Dispositivos de saída de dados
      - Dispositivos visuais
        - HMD (Head Mounted Display)
        - HCD (Head-Coupled Display)
      - Dispositivos auditivos
      - Dispositivos hápticos
    - Dispositivos de entrada
  - Técnicas de interação
    - Técnicas de Manipulação e Seleção
    - Técnicas de navegação
  - Aplicações
    - Aplicações industriais
    - Aplicações em Medicina
    - Aplicações educacionais
    - Aplicações de entretenimento

Busca

Introdução | **Realidade Virtual** | Realidade Aumentada | Dispositivos | HMC | HCD | Técnicas | Aplicações

**Lista de Material Complementar**

- Mini-curso introdução a Realidade Virtual;
- Sistemas de Realidade Virtual;
- Introducción a la Realidad Virtual;

```
Contexto1 = {
  (Aluno.A, ealunode, Curso.CienciaComputacao),
  (Aluno.A, estaCursando, Disciplina.IntroducaoRV),
  (Disciplina.IntroducaoRV temAssunto, Assunto.Introducao),
  (Aluno.A, estaAprendendo, Assunto.Introducao),
  (Disciplina.IntroducaoRV, temMaterialComplementar, Idioma.ingles),
  (Disciplina.IntroducaoRV, temMaterialComplementar, Idioma.espanhol),
  (Disciplina.IntroducaoRV, temMaterialComplementar, Idioma.portugues),
  (Aluno.A, temConexao, ConexaoRede.alta),
  (Aluno.A, temEstilo, EstiloAprendizagem.ativo),
  (Aluno.A, temLinguaMaterna, Idioma.portugues),
  (Aluno.A, temHabilidadeNoldioma, Idioma.espanhol),
  (Aluno.A, nivelDoldiomaEspanhol, Niveloldioma.medio),
  (Aluno.A, eCidadoDe, Pais.brasil)}

```

Figura 4.21: Cenário 1 do aluno brasileiro

A Figura 4.22 apresenta uma tela de um aluno de ciência da computação, argentino, que está estudando a disciplina de Introdução a Realidade Virtual. Ele está visualizando o tópico de Introdução, na parte de materiais complementares. Apesar deste tópico possuir objetos de aprendizagem em três idiomas (português, inglês, espanhol), como ele tem habilidade somente em inglês, objetos em português não são apresentados.

**Introducción a la Realidad Virtual**

Mapa Configuración Ayuda Salir

Introducción

**Categorías**

- Concepto
- Ejemplos
- Ejercicios
- Material complementario

**Material Complementario**

- Introducción
  - Realidad Virtual
    - Intersión, interacción e imaginación
    - Tipos de Sistemas de Realidad Virtual
    - Realidad Aumentada
    - Dispositivos de salida de datos
      - Dispositivos visuales
        - HMD (Head Mounted Display)
        - HCD (Head-Coupled Display)
      - Dispositivos auditivos
      - Dispositivos hápticos
    - Dispositivos de entrada
  - Técnicas de interacción
    - Técnicas de Manipulación y Selección
    - Técnicas de navegación
  - Aplicaciones
    - Aplicaciones Industriales
    - Aplicaciones en Medicina
    - Aplicaciones educativas
    - Aplicaciones de entretenimiento

Búsqueda

Introducción | **Realidad Virtual** | Inmersión | Interacción | imaginación | Sistemas | Realidad Aumentada | Dispositivos | salida de datos | HMD | HCD | entrada | Técnicas | Aplicaciones

**Lista de material**

- Introducción a la Realidad Virtual;
- Virtual Reality:How Much Immersion Is Enough?;

```
Contexto2 = {
  (Aluno.B, ealunode, Curso.CienciaComputacao),
  (Aluno.B, estaCursando, Disciplina.IntroducaoRV),
  (Disciplina.IntroducaoRV temAssunto, Assunto.Introducao),
  (Aluno.B, estaAprendendo, Assunto.Introducao),
  (Disciplina.IntroducaoRV, temMaterialComplementar, Idioma.ingles),
  (Disciplina.IntroducaoRV, temMaterialComplementar, Idioma.espanhol),
  (Disciplina.IntroducaoRV, temMaterialComplementar, Idioma.portugues),
  (Aluno.A, temConexao, ConexaoRede.alta),
  (Aluno.A, temEstilo, EstiloAprendizagem.ativo),
  (Aluno.A, temLinguaMaterna, Idioma.espanhol),
  (Aluno.A, temHabilidadeNoldioma, Idioma.ingles),
  (Aluno.A, nivelDoldiomaIngles, Niveloldioma.alto),
  (Aluno.A, eCidadoDe, Pais.argentina)}

```

Figura 4.22: Cenário 2 do aluno argentino

## 4.6 Discussão do capítulo

Este capítulo apresentou a descrição da proposta da tese. Primeiramente foi descrita a visão geral do trabalho, seguindo do detalhamento da abordagem proposta. O ambiente utilizado para validar a proposta é descrito, destacando-se a arquitetura estendida. As características culturais para o mecanismo de adaptação são detalhadas e a implementação no ambiente é apresentada, de modo a fornecer a adaptação cultural no ambiente. Com a proposta desenvolvida, iniciou-se a fase de experimentação e validação do trabalho, apresentada no capítulo 5.

Como resultados deste capítulo, alguns artigos científicos foram publicados:

GASPARINI, I.; EYHARABIDE, V.; SCHIAFFINO, S.; PIMENTA, M. S.; AMANDI, A.; PALAZZO M de Oliveira, J. Improving User Profiling for a Richer Personalization. In: Sabine Graf; Fuhua Lin; Kinshuk; Rory McGreal (Org.). Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers. IGI Global, 2012, p. 182-197.

GASPARINI, I. ; KEMCZINSKI, A.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Modelo do usuário sensível ao contexto cultural em um sistema e-learning adaptativo. Informática na Educação, v. 14, p. 123-135, 2011.

GASPARINI, I. ; PERNAS, A. M. ; PIMENTA, M. S. ; PALAZZO M. de Oliveira, J.; KEMCZINSKI, A.; CAVALHEIRO, G. G. H. m-AdaptWeb : AN ADAPTIVE E-LEARNING ENVIRONMENT FACING MOBILITY - Adaptation and Recommendation Processes based on Context. In: 4th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), 2012, Porto. p. 395-400.

GASPARINI, I. ; WEITZEL, L.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Adaptive e-learning for all: integrating cultural-awareness as context in user modeling. In: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications 2011 (ED-MEDIA), 2011, Lisboa. Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2011, 2011. p. 1321-1326.

GASPARINI, I.; BOUZEGHOUB, A.; PALAZZO M. de Oliveira, J. ; PIMENTA, Marcelo S. IMPROVING ADAPTIVE APPROACHES IN E-LEARNING: COMBINING ONTOLOGIES FOR CULTURAL-AWARE USER MODELING. In: IADIS International Conference WWW/Internet (ICWI) 2011, 2011, Rio de Janeiro, p. 489-494.

GASPARINI, ISABELA ; PIMENTA, Marcelo S. ; OLIVEIRA, JOSE PALAZZO M. DE . How to Apply Context-Awareness in an Adaptive e-Learning Environment to Improve Personalization Capabilities?. In: 30th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC), IEEE, 2011, Curicó, p. 161-170.

GASPARINI, I. ; PERNAS, A. M. ; Bouzeghoub, Amel ; PALAZZO M. de Oliveira, J.; LIMA, José Valdeni de ; PIMENTA, Marcelo S. . TAKING RICH CONTEXT AND SITUATION IN ACCOUNT FOR IMPROVING AN ADAPTIVE E-LEARNING SYSTEM. In: 3rd International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), 2011, Noordwijkerhout. p. 165-172.

## 5 EXPERIMENTAÇÃO

Este capítulo apresenta os experimentos conduzidos para a validação do modelo proposto. A experimentação é guiada pela seguinte pergunta: O ambiente adaptado culturalmente tem maior usabilidade do que o não adaptado culturalmente? No presente estudo, buscamos resposta para essa questão, examinando empiricamente o valor da adaptação cultural para os sistemas adaptativos. A hipótese específica testada foi:

H<sub>0</sub>: O design adaptado culturalmente não tem efeito na usabilidade.

H<sub>1</sub>: O design adaptado culturalmente tem efeito na usabilidade.

Esse capítulo explora os experimentos realizados no trabalho. Para tanto, o desenvolvimento (projeto, execução e avaliação) dos experimentos foi apoiado nas seguintes referências: Lazar, Feng e Hochheiser (2010), Cairns e Cox (2008), MacKenzie (2013), Rogers, Sharp e Preece (2013) e Purchase (2012). A seção 5.1 apresenta o projeto do experimento, explorando os aspectos principais para o planejamento, tais como a definição dos participantes, requisitos, variáveis, tarefas, randomização, proposta inicial de medidas de avaliação. A seção 5.2 especifica a elaboração dos instrumentos de avaliação. A seção 5.3 explora a realização dos experimentos, destacando o processo de execução, os testes pilotos realizados e a execução do experimento. A seção 5.4 trata da avaliação do experimento.

### 5.1 Projeto do Experimento

Para validar a proposta do trabalho, foi planejada a execução de experimentos reais. Para isso contamos com o projeto PROSUL2010 “Avaliação multicultural do comportamento em ambiente Web” coordenado pelo prof. Dr. José Palazzo M. de Oliveira para a execução dos experimentos. Solicitamos a colaboração dos parceiros argentino (LIFIA-UNLP Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada – Universidad Nacional de La Plata), com colaboração da profa. Dra. Alicia Díaz, e uruguaio (UDELAR - Universidad de la República), com colaboração da profa. Dra. Regina Motz, para realização dos experimentos. Algumas reuniões presenciais foram necessárias para o projeto e a condução dos experimentos.

Optou-se pela implantação de uma disciplina mais técnica no ambiente para os experimentos, chamada Introdução a SQL (*Structured Query Language*).

O ambiente AdaptWeb<sup>®</sup> foi modificado para que os dois ambientes do aluno (o existente sem adaptação cultural e o novo ambiente adaptado pela cultura) estivessem presentes. Para os experimentos, chamamos o ambiente não adaptado culturalmente de

*Discovery* e o ambiente adaptado culturalmente de *Atlantis*. Desta forma, o aluno entra no sistema, seleciona a disciplina que quer estudar e depois o modo de visualização que deseja: *Discovery* ou *Atlantis*.

### 5.1.1 Participantes e Requisitos técnicos

O público-alvo escolhido para os experimentos foram os alunos da área da computação, visto que esta é uma área bastante técnica, e os assuntos tratados também, e desta forma visou-se minimizar os problemas com fatores externos (variáveis intervenientes), onde outros aspectos culturais não avaliados poderiam invalidar a análise e resultados.

Como requisitos mínimos, os alunos: (i) não deveriam conhecer o ambiente AdaptWeb<sup>®</sup>, para evitar algum viés pela já familiaridade com o sistema antes da adaptação cultural; (ii) deveriam ter um mínimo de conhecimento sobre SQL. Isso implica que eles já deveriam ter cursado ou estarem cursando a disciplina que apresenta esse assunto.

Um mês antes do experimento, o grupo enviou convite aos possíveis participantes do experimento, solicitando seu cadastro no ambiente e que eles utilizassem o ambiente visualizando uma outra disciplina implantada no ambiente, chamada ‘Introdução a Realidade Virtual’ nos dois modos de navegação (*Discovery* e *Atlantis*). Esse procedimento era necessário antes do experimento, para que os participantes estivessem capacitados sobre o sistema. Somente os alunos que completaram essa etapa puderam participar do experimento.

Como métodos de avaliação de usabilidade, os experimentos contaram com os ensaios de interação em laboratório, e o uso de questionário de satisfação. Os laboratórios em questão são os mesmos que os alunos utilizam para suas aulas na universidade, pois eles já estavam familiarizados com os mesmos - o que evita um comportamento diferente por parte dos participantes, por não conhecerem ou estarem acostumados com o ambiente; e os dados de interação e do questionário foram gravados através de arquivos de *log*.

Sobre os moderadores dos experimentos, todos os experimentos (no Brasil, Argentina e Uruguai) foram coordenados e moderados pela pesquisadora deste trabalho, e auxiliados por moderadores locais, pesquisadores do projeto.

### 5.1.2 Variáveis e Tipo de Participação

Como *variáveis independentes* (aquelas que são manipuladas pelo investigador), tem-se o tipo de *design* com as condições: adaptado culturalmente (chamado *Atlantis* para os alunos) *versus* não adaptado culturalmente (chamado *Discovery*). Uma segunda variável independente, utilizada somente para algumas métricas é a variável usuário, com as condições: alunos da Argentina, Brasil e Uruguai.

As *variáveis dependentes* (aquelas que são medidas) deste trabalho são as metas de usabilidade sob a visão da ISO 9241-11 (1998): eficácia, eficiência e satisfação.

### 5.1.3 Desenvolvimento dos materiais

Criamos duas novas disciplinas no ambiente para os experimentos. Uma disciplina chamada ‘Introdução a Realidade Virtual’ que os alunos deveriam acessar como parte

da familiarização do sistema, antes do dia do experimento, e a disciplina de ‘Introdução a SQL’, utilizada para o experimento.

Tivemos o cuidado de elaborar os materiais técnicos, relacionados a cursos de computação, contendo conceitos, exemplos, exercícios e materiais complementares. Cada conceito foi desenvolvido nas duas línguas primárias dos alunos: português e espanhol. O material foi inicialmente todo desenvolvido em português, e depois traduzido para o espanhol. A tradução contou com a ajuda de um colega colombiano Javier Suarez, da *Universidad de Calca*, e que fez parte do mestrado na UFRGS, e com uma tradutora profissional. Além dos conceitos, exemplos e exercícios nesses dois idiomas, colocamos outros materiais complementares importantes em outros idiomas: Inglês (a grande maioria) e em Francês.

A Tabela 5.1 destaca toda a disciplina de ‘Introdução a Realidade Virtual’ desenvolvida. Ao total a disciplina contou com 63 objetos de aprendizagem.

Foram criados 20 conceitos, 12 exemplos, 9 exercícios nas línguas maternas dos alunos, ou seja, o grupo brasileiro visualizou em português e os grupos argentino e uruguaio em espanhol e mais 22 materiais complementares em outros idiomas (6 em português -PT, 5 em espanhol-ES e 13 em inglês-EN).

Tabela 5.1: Conteúdo da disciplina ‘Introdução a Realidade Virtual’

Nome Conceito	Exemplo	Exercício	Material complementar PT, EN, ES
1. Introdução		1	2PT, 1ES, 1EN
1.1 Realidade Virtual		4	1PT, 1ES, 4EN
1.1.1 Imersão, Interação e Imaginação/Envolvimento			
1.1.2 Tipos de Sistemas de Realidade Virtual			
1.2 Realidade Aumentada			
1.3 Dispositivos de saída de dados			2PT, 1ES, 3EN
1.3.1 Dispositivos visuais			
1.3.1.1 HMD (Head Mounted Display)	3		
1.3.1.2 HCD (Head-Coupled Display)	2		
1.3.2 Dispositivos auditivos			
1.3.3 Dispositivos hápticos			
1.4 Dispositivos de entrada			
2. Técnicas de interação			1PT, 2ES, 5EN
2.1 Técnicas de Manipulação e Seleção			
2.2 Técnicas de Navegação			
3. Aplicações		4	
3.1 Aplicações Industriais	1		
3.2 Aplicações em Medicina	2		
3.3 Aplicações Educacionais	1		
3.4 Aplicações de Entretenimento	3		

Para a elaboração do material do experimento (sobre SQL), pedimos auxílio dos tópicos abordados para:

- os parceiros do projeto PROSUL: UNLP - Universidad Nacional de La Plata – com auxílio da professora Alícia Díaz; UDELAR - Universidad de la República – com auxílio da professora Regina Motz; UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – com auxílio dos professores Carlos A. Heuser e Renata Galante, UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina – com auxílio dos professores Fabiano Baldo e Carla Diacui Medeiros Berkenbrock)
- uma universidade francesa, parceira do projeto COFECUB, a TELECOM SUDParis, onde a professora Amel Bouzeghoub atua e ministra a disciplina de banco de dados; e para o professor Daniel Lichtnow (atualmente na UFSM- Universidade Federal de Santa Maria), atuante na disciplina de banco de dados a mais de vinte anos.

Os professores nos cederam ementas, conteúdos programáticos, materiais didáticos e questões sobre esses conteúdos. A solicitação para a equipe francesa foi porque inicialmente os experimentos também iriam acontecer com os alunos da TELECOM, porém, esse experimento não pôde ser executado no tempo determinado. Planejamos no futuro realizar outros experimentos envolvendo a equipe francesa.

A Tabela 5.2 apresenta o conteúdo criado a partir da análise dos materiais e destaca toda a disciplina de ‘Introdução a SQL’ desenvolvida. Ao total a disciplina contou com 106 objetos de aprendizagem.

Foram criados 25 conceitos (nas duas línguas maternas - português e espanhol), 48 exemplos (em diferentes idiomas – 20 em português-PT, 17 em espanhol-ES, 11 em inglês-EN), 6 exercícios (que são exatamente as TAREFAS a serem realizadas pelo ensaio de interação, na língua materna) e 27 materiais complementares em alguns idiomas (7 em português-PT, 10 em espanhol-ES, 9 em inglês-EN e 1 em francês-FR).

Tabela 5.2: Conteúdo abordado da disciplina ‘Introdução a SQL’ no dia do experimento

Tópicos Conceitos	Exemplo	Exercício	Material Complementar
1. Introdução aos Sistemas de Banco de Dados	1 PT, 1 ES, 1 EN		1 PT, 4 ES, 1 EN, 1 FR
1.1. Sistemas de Banco de Dados			
2. Modelo de Dados e Projeto de Banco de Dados			
2.1 Modelo Conceitual			
2.1.1 Notações (Chen, galinha, IDEF1X)	1 PT, 1 ES, 1 EN		
2.1.2 Tipos de Relação (1-1, 1-n, n-n)			
2.2 Modelo Lógico (chave 1 <sup>ária</sup> , estrangeira)			
2.3 Modelo Físico	1 PT, 1 ES		
3. Histórico SQL			
4. Introdução SQL (DML, DDL, DCL, DTL, DQL)			1 PT, 1 ES, 1 EN
4.1 Tipos de dados (inteiro, booleano)	1 PT, 1 ES		
4.2 Operadores Lógicos			
4.3 Operadores Relacionais			
5. DDL - Linguagem de Definição de Dados			1 PT, 1 ES, 2 EN
5.1 Comando CREATE	1 PT, 1 ES, 1 EN		
5.2 Comando DROP			
5.3 Comando ALTER			
6. DML - Linguagem de Manipulação de Dados	1 PT, 1 ES		
6.1 Comando SELECT	1 PT, 1 ES	<b>6 tarefas</b>	1 PT, 1 ES, 2 EN

6.1.1 Cláusulas			
6.1.2 SELECT com ORDER BY	1 PT, 1 ES, 1 EN		
6.1.3 SELECT com GROUP BY			
6.1.4 SELECT com UNION	1 PT, 1 ES, 1 EN		
6.1.5 SELECT com Funções e Operadores Aritméticos	1 PT, 1 ES, 1 EN		
6.1.6 SELECT com JOIN	1 PT, 1 ES, 1 EN		
6.1.7 Funções de Agregação	6 PT 3 ES 2 EN		1 PT, 1 ES, 1 EN
6.1.8 Consultas aninhadas	2 PT, 2 ES, 1 EN		2 PT, 2 ES, 2 EN
8. Visões	1 PT, 1 ES, 1 EN		

### 5.1.4 Design experimental

Uma preocupação no *design* experimental é determinar quais participantes utilizar para quais condições em um experimento. A experiência de participar de uma condição irá afetar o desempenho dos participantes se convidados a participar de uma outra condição (Rogers, Sharp e Preece 2013).

No '*design* entre os sujeitos' (*between-group design*) cada participante é exposto a uma condição no experimento (Lazar, Feng e Hochheiser 2010). Essa abordagem possui a vantagem de que não há qualquer efeito de ordenamento ou treinamento causado pela influência da experiência dos participantes sobre um conjunto de tarefas sobre o seu desempenho na próxima tarefa, já que cada participante só atua em uma condição. Uma desvantagem é que é necessário um grande número de participantes para que o efeito de quaisquer diferenças individuais entre os participantes, tais como diferenças de experiência e de conhecimento especializado, seja minimizado.

O *design* com os mesmos participantes (também chamado de '*design* dentro dos sujeitos' – em inglês *within group design*), todos os participantes atuam em todas as condições, assim, apenas metade do número de participantes é necessário; a razão principal deste *design* é diminuir o impacto das diferenças individuais e ver como o desempenho varia de acordo com as condições para cada participante. Neste *design* experimental é importante assegurar que a ordem em que os participantes executam as tarefas não influencie os resultados obtidos. Uma técnica para minimizar o problema de aprendizado é garantir a aleatoriedade (randomização) dos participantes e das condições do teste. Por causa das vantagens do *within group design*, experimentos em IHC tendem a favorecer essa abordagem sobre a *between-group design* (MacKenzie, 2013). A Figura 5.1 apresenta o processo de escolha do *design* experimental adaptado de Lazar, Feng e Hochheiser (2010).

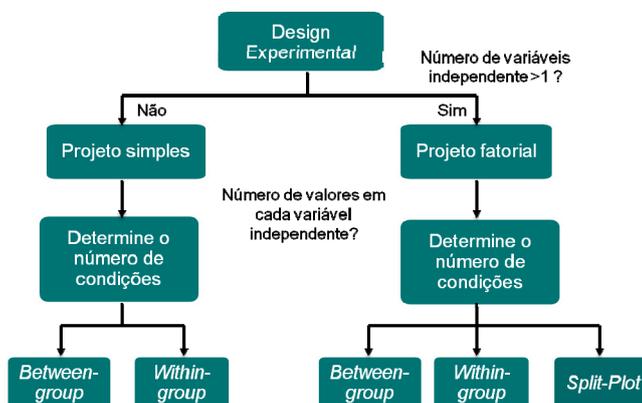


Figura 5.1: Processo de escolha do design experimental

Para os experimentos deste trabalho adotou-se a estratégia *within-group* em relação a participação de cada indivíduo, realizando todas as condições - tipo de *design* (utilizando a interface adaptada e a interface não adaptada), e a estratégia *between-group* em relação ao tipo de usuário, já que normalmente um indivíduo tem uma nacionalidade.

#### 5.1.4.1 Tarefas

Foram propostas seis tarefas relacionadas ao conteúdo apresentado de SQL. Os professores de banco de dados também auxiliaram no desenvolvimento das tarefas. Das seis tarefas, três (uma fácil, uma intermediária e uma difícil em termos pedagógicos) deveriam ser realizadas em cada ambiente (adaptado à cultura – *Atlantis* e não adaptado a cultura - *Discovery*). A Figura 5.2 apresenta o nome de cada tarefa.

	Fácil	Intermediária	Difícil
Tarefas 'Disco'	• Disco A	• Disco B	• Produto-Fabricante
Tarefas 'Vendas'	• Vendas A	• Vendas B	• Pesquisa-Professor

Figura 5.2: Tarefas a serem executadas no experimento

Essas tarefas foram randomizadas para auxiliar o *design* experimental com a utilização de *within-group*, conforme explicado na próxima seção.

#### 5.1.4.2 Randomização

Realizamos a randomização das tarefas para garantirmos a qualidade da avaliação e diminuir qualquer efeito de aprendizagem, seguindo as recomendações de Lazar, Feng e Hochheiser (2010), Cairns e Cox (2008) e Purchase (2012) quanto à execução do experimento. A Figura 5.3 apresenta a definição dos grupos do experimento, destacando os quatro grupos de usuários, com a randomização das tarefas. À medida que as pessoas chegavam para o teste, a folha com as tarefas era sempre alternada para grupo 1, depois para o grupo 2, e assim por diante. A 'Interface A' significa interface adaptada, e a 'Interface NA' não adaptada. Na solicitação ao participante, esses termos foram substituídos por terminologias genéricas, a interface adaptada à cultura se chamou 'Interface *Atlantis*' e a interface não adaptada à cultura se chamou 'Interface *Discovery*'.

Grupo	1ª tarefa	2ª. Tarefa	3ª. Tarefa	4ª. Tarefa	5ª. Tarefa	6ª. Tarefa
1	Interface A Tarefa DiscoA	Interface A Tarefa DiscoB	Interface A Tarefa Produto- Fabricante	Interface NA Tarefa VendasA	Interface NA Tarefa VendasB	Interface NA Tarefa Pesquisa- Professor
2	Interface NA Tarefa DiscoA	Interface NA Tarefa DiscoB	Interface NA Tarefa Produto- Fabricante	Interface A Tarefa VendasA	Interface A Tarefa VendasB	Interface A Tarefa Pesquisa- Professor
3	Interface A Tarefa VendasA	Interface A Tarefa VendasB	Interface A Tarefa Pesquisa- Professor	Interface NA Tarefa DiscoA	Interface NA Tarefa DiscoB	Interface NA Tarefa Produto- Fabricante
4	Interface NA Tarefa VendasA	Interface NA Tarefa VendasB	Interface NA Tarefa Pesquisa- Professor	Interface A Tarefa DiscoA	Interface A Tarefa DiscoB	Interface A Tarefa Produto- Fabricante

Figura 5.3: Randomização de cada tarefa

Não fizemos o *Latin Square* quadrático em relação a cada uma das tarefas visto que as tarefas tinham que ser feitas na sequência de dificuldade: fácil, intermediária e difícil, e a segunda tarefa (intermediária) está relacionada à primeira (fácil), mas em relação à execução aleatória em cada ambiente, pode-se dizer que o *Latin Square* foi 2x2, conforme a Tabela 5.3.

Tabela 5.3: *Latin Square* - Tarefas x Interface

	Tarefas	
Interface	Tarefas 'Disco' x Interface Discovery	Tarefas 'Vendas' x Interface Atlantis
	Tarefas 'Vendas' x Interface Atlantis	Tarefas 'Disco' x Interface Discovery
	Tarefas 'Disco' x Interface Atlantis	Tarefas 'Vendas' x Interface Discovery
	Tarefas 'Vendas' x Interface Discovery	Tarefas 'Disco' x Interface Atlantis

#### 5.1.4.3 Proposta inicial de Medidas de Avaliação de Usabilidade

A proposta inicial para a avaliação de usabilidade, seguindo a definição da ISO 9241-11 (1998) em termos de *eficácia*, *eficiência* e *satisfação* é apresentada na Figura 5.4. Para cada métrica de usabilidade, definimos alguns indicadores e recursos para alcançar a avaliação. Essa proposta inicial teve como base na norma ISO 9241-11 (1998), e nos trabalhos de Rogers, Sharp e Preece (2013), Folmer e Bosch (2004), Van Welie, Van Der Veer e Eliëns (1999).

Usabilidade	<b>Eficácia</b>	<b>Eficiência</b>	<b>Satisfação</b>
Indicadores	Precisão	Taxa erro Velocidade de uso	Escala de satisfação Preferências
Meios (recursos)	Média precisão tarefas completadas Porcentagem de objetivos alcançados Porcentagem de usuários completando a tarefa com sucesso	Tempo para completar tarefa Média tempo completar todas tarefas em cada interface N° ações para completar tarefa Médias ações Frequência uso sistema ajuda Tempo gasto sistema ajuda	Navegação Hierarquia Densidade de Informação Imagens e ícones Estrutura Cor e saturação Orientação Usabilidade Adaptação Preferência modo navegacional Pontos positivos Pontos negativos Sugestões melhorias

Figura 5.4: Proposta inicial para a Avaliação de Usabilidade

Essas medidas foram revistas na fase de avaliação. A próxima seção apresenta a elaboração dos instrumentos de avaliação.

## 5.2 Elaboração dos Instrumentos de avaliação

Para a avaliação dos experimentos os dados navegacionais e de interação com o ambiente foram armazenados em arquivos de *log* em banco de dados e a satisfação foi

medida através de um questionário de satisfação. A elaboração do questionário de satisfação é explorada na seção 5.2.1. O experimento em laboratório foi planejado e é explicado na seção 5.2.2.

### 5.2.1 Elaboração do Questionário de Satisfação

A avaliação de usabilidade através de questionários de satisfação permite ao avaliador ter acesso, interpretar e analisar concepções, opiniões, expectativas e comportamentos do usuário relacionados com sistemas interativos (Barbosa e Silva 2010). Os questionários podem investigar alternativas de *design*, problemas encontrados pelos usuários, suas expectativas com a tecnologia dentre outras informações.

Os questionários são uma técnica bem estabelecida para a coleta de dados demográficos e opiniões dos usuários (Rogers, Sharp e Preece 2013). São necessários esforço e habilidade para assegurar que as perguntas sejam claras e que os dados coletados possam ser analisados de forma eficiente. Questões redigidas de forma clara são particularmente importantes quando não há um pesquisador presente para incentivar o entrevistado e para resolver quaisquer ambiguidades ou má interpretação. Questionários bem elaborados são uma boa maneira de obter respostas a perguntas específicas de um grupo grande de pessoas. Os questionários podem ser usados sozinhos ou em conjunto com outros métodos para esclarecer ou aprofundar algum entendimento (Rogers, Sharp e Preece 2013).

O questionário proposto neste trabalho segue as recomendações de Rogers, Sharp e Preece (2013), porém, como os dados demográficos e de perfil do usuário são coletados na primeira fase do experimento (mais detalhes na seção 5.1 e Apêndices A e B), o questionário de satisfação, aplicado ao final dos experimentos, contempla somente as questões específicas sobre a avaliação dos aspectos de usabilidade. O questionário foi incorporado no ambiente computacional, para facilitar a análise posterior dos dados, gravando-os em banco de dados. O questionário, em português, está apresentando no Apêndice E. O questionário também foi traduzido para o espanhol, para a aplicação nos outros países. Para tanto, a tradução foi validada por um professor de espanhol. Os participantes deveriam responder ao questionário imediatamente após terem realizado todas as tarefas no ambiente. Pelo menos dois pesquisadores estavam presentes no laboratório, e poderiam ser inquiridos caso o participante tivesse alguma dificuldade para responder alguma pergunta.

Sobre a estruturação do questionário, primeiramente o questionário possui uma explicação inicial de como preenchê-lo, seguindo por trinta e seis perguntas fechadas, estruturadas na escala de cinco pontos de *Likert*, e mais seis perguntas abertas, com a finalidade de descobrir dados não previstos nas perguntas fechadas. Cada pergunta fechada está relacionada a um grupo de avaliação, relacionado a critérios de IHC alterados para a interface culturalmente adaptada (navegação, hierarquia, densidade de informação, imagens e ícones, cores e saturação, orientação), e também a critérios mais específicos de usabilidade do sistema e sobre a adaptação fornecida. Já as perguntas abertas estão relacionadas com as preferências dos usuários.

O objetivo das questões fechadas e da utilização da escala de *Likert* é a de coletar uma variedade de respostas para uma mesma pergunta, que podem ser comparadas entre os respondentes. As escalas de *Likert* se baseiam na identificação de um conjunto de afirmações que representam uma faixa de opiniões possíveis. As escalas de *Likert* são utilizadas para medir opiniões, atitudes e crenças e, conseqüentemente, elas são

amplamente utilizadas para avaliar a satisfação dos usuários com relação a produtos (Rogers, Sharp e Preece 2013).

Quanto ao número de pontos, o argumento para a utilização da escala de cinco pontos (com uma escala ímpar), fornece um ponto central claro, e consegue distinguir declarações de gostos/desgostos, sem esperar que os respondentes possam discernir com tanta precisão como a escala de sete pontos (Rogers, Sharp e Preece 2013).

### **5.2.2 Elaboração do Experimento em Laboratório**

Um dos objetivos dos experimentos e dos testes de usabilidade está relacionado a testar se o produto que está sendo desenvolvido é usável pela população de usuários para realizar as tarefas das quais foi projetado. Os experimentos podem acontecer em laboratórios de pesquisa, observando o usuário para investigar o quão bem o sistema desenvolvido apoia estas tarefas e os objetivos dos usuários. Os usuários podem ser observados diretamente pelo pesquisador enquanto exercem suas atividades, ou indiretamente através dos registros da atividade que são lidos mais tarde. Para a observação em laboratório, os indivíduos são observados executando tarefas específicas, solicitadas pelos avaliadores.

Coletar dados sobre o desempenho dos usuários frente às tarefas pré-definidas é um componente central dos experimentos e testes de usabilidade. Exemplos de tarefas que são dadas aos usuários incluem buscar informações, navegar por diferentes menus, etc. O tempo e número (quantidade) são duas medidas de desempenho utilizadas, em termos do tempo que usuários típicos levam para completar uma tarefa, tal como encontrar um determinado site, e o número de erros que os participantes fazem, tal como selecionar incorretamente as opções de menu ao criar uma planilha.

Para os experimentos deste trabalho, adotou-se a execução de seis tarefas, três em cada ambiente. Todas as interações e navegação do aluno foram registradas e armazenadas em arquivos de *log* dentro do ambiente. As tarefas respondidas pelo participante também foram armazenadas e depois avaliadas. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi planejado, de acordo com a resolução 196/96 do conselho nacional de saúde, que observa os princípios de: não maleficência, justiça e equidade, autonomia e beneficência. O termo contém explicações do objetivo do experimento, garantia de confidencialidade dos dados, riscos e benefícios para os participantes, liberdade do participante recusar em participar ou se retirar da pesquisa a qualquer momento. O Apêndice C apresenta o termo de consentimento. O Apêndice D as tarefas randomizadas para o grupo 1. Todos os laboratórios foram preparados, e o ambiente AdaptWeb foi previamente testado em cada local. Uma breve explicação antes do início dos experimentos foi dada, e as tarefas foram entregues de forma randomizada.

## **5.3 Realização dos Experimentos**

Essa seção apresenta o processo de execução do experimento (seção 5.3.1), os testes pilotos realizados (seção 5.3.2) e a execução do experimento nos três países (seção 5.3.3).

### **5.3.1 Processo de execução do Experimento**

O processo de execução do experimento pode ser dividido em quatro etapas principais, como apresentado no Diagrama de Estados da Figura 5.5.

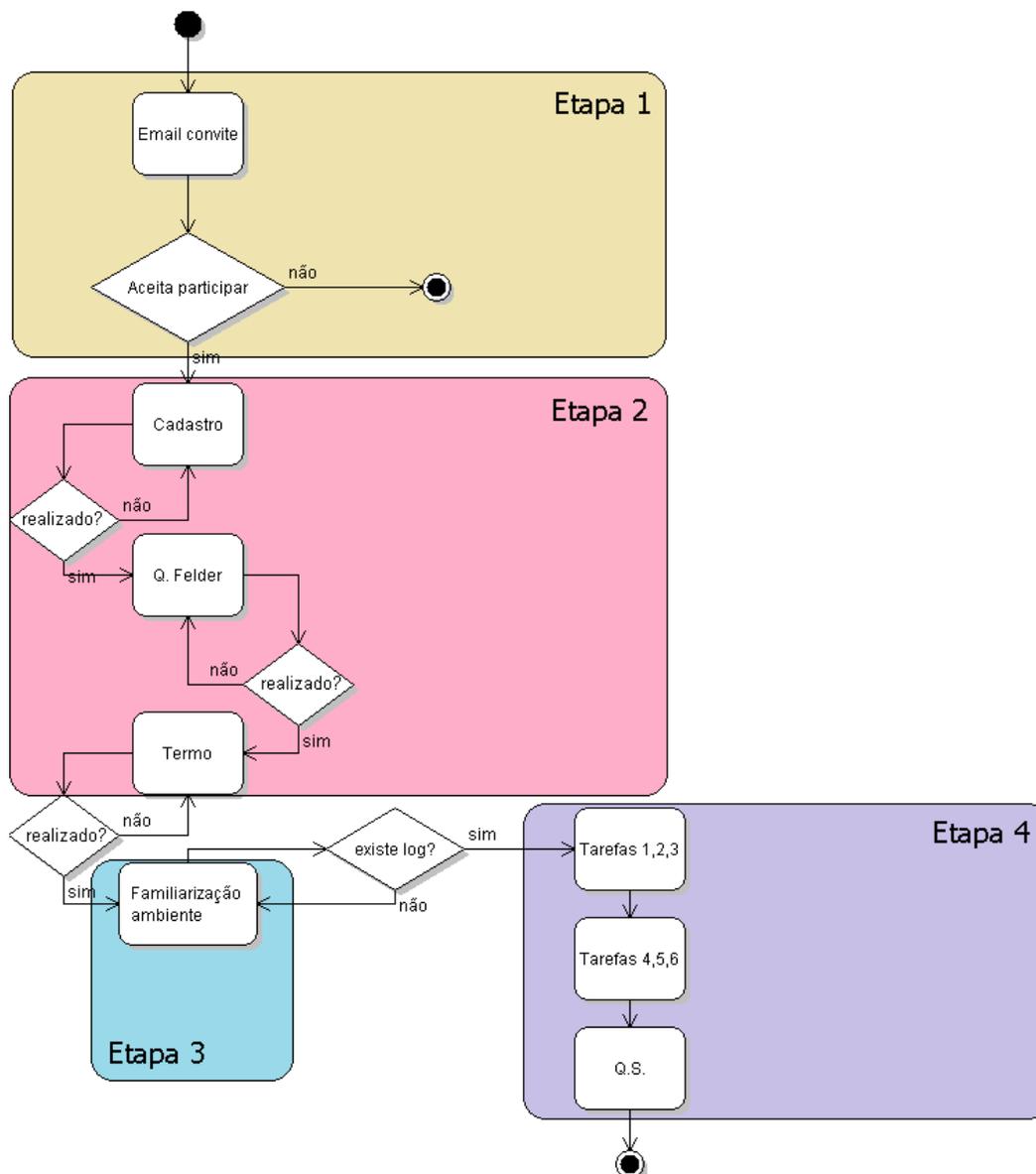


Figura 5.5: Diagrama de estados sobre o Processo de execução do experimento

A Etapa 1 consistiu em fazer o convite formal via email aos pesquisadores envolvidos no projeto, e que eles encaminhassem o mesmo para as listas de alunos do curso aptos a realizarem o experimento. No email convite foi anexado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C) explicando todo o experimento e riscos e benefícios em participar da realização do experimento. A Etapa 2 consiste no cadastro no ambiente. O cadastro possui três etapas, o cadastro dos dados pessoais, educacionais e culturais do usuário, seguido pelo questionário de Felder e Soloman traduzido, e no aceite do termo de consentimento no sistema computacional, termo que foi previamente enviado também via email. A Etapa 3 consiste na familiarização do sistema. Os alunos deveriam utilizar o ambiente, acessando a disciplina ‘Introdução a Realidade Virtual’ nas duas interfaces (Atlantis e Discovery). Lá deveriam acessar conteúdos (conceitos), exemplos, materiais complementares e fazer exercícios. A Etapa 4 consiste do dia do experimento. Todos os alunos que fizeram as etapas anteriores poderiam participar. No dia do experimento entregamos o termo de consentimento impresso para que eles assinassem e depois a folha com as atividades propostas (e

randomizadas) para cada participante. A folha com as tarefas e explicações está apresentada no Apêndice D. Cada participante deveria realizar 3 tarefas em cada ambiente e depois responder o questionário de satisfação. Depois disso, agradecemos a participação de cada voluntário.

### 5.3.2 Testes piloto e alterações necessárias

Um estudo (ou teste) piloto é uma execução experimental de um estudo principal. O objetivo é certificar-se que o método proposto é viável antes de iniciar o estudo real. Os participantes da coleta de dados podem ser (e geralmente são) muito imprevisíveis, mesmo quando muito tempo e esforço foi gasto para planejar cuidadosamente a coleta de dados. Os planos devem ser testados fazendo um estudo piloto antes do lançamento do estudo principal, deixando os instrumentos mais claros e viáveis. Os problemas potenciais podem ser identificados com antecedência de modo que eles possam ser corrigidos.

Foram realizados dois testes-pilotos, em agosto de 2011. Primeiramente um teste-piloto foi realizado com quatro alunos do programa de pós-graduação em computação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em laboratório da universidade. Foram detectados alguns problemas na captura de informação (no armazenamento dos dados) e no instrumento de avaliação via questionário. Fizemos alterações no código de captura das informações e alterações nas questões de modo a adequar o instrumento.

O segundo teste-piloto foi realizado com seis alunos de graduação da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), para verificar se as alterações na captura e nos instrumentos foram realizadas com sucesso. Para este segundo teste, também utilizamos a técnica de *thinking aloud protocol* no momento da execução das tarefas, e posteriormente foram realizadas entrevistas semi-estruturadas para verificar possíveis erros. O segundo teste-piloto foi realizado em um laboratório de pesquisa da universidade, na qual os alunos já estão familiarizados. Os dados foram capturados corretamente, e o questionário foi validado com sucesso.

### 5.3.3 Execução do experimento

A amostra final de participantes, que realizaram todas as etapas definidas no diagrama de estados, contou com 65 participantes. Todos os participantes são alunos da área de computação. Contou-se com a participação de 40 alunos da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) Joinville, SC, Brasil; 15 alunos da *Universidad Nacional de La Plata* (UNLP) La Plata, na Argentina e 10 alunos da *Universidad de la República*, Montevideu no Uruguai.

O período de realização dos experimentos deste a elaboração do material até a finalização dos experimentos e questionários de satisfação foi de junho a novembro de 2011. Os dias de experimento em cada local foram: Em Montevideu preparamos o laboratório nos dias 15/10 a 17/10, inclusive lembrando os alunos em sala de aula de finalizarem o processo inicial. No dia 18/10/2011 aconteceram os experimentos. Em La Plata preparamos o ambiente nos dias 19 e 20/10/2011. Os experimentos aconteceram nos dias 20 e 21. Em Joinville a preparação foi dos dias 20 a 22/11/2011. Os experimentos aconteceram no dia 23/11/2011 (turmas manhã, tarde e noite). Em cada experimento tivemos a coparticipação de pessoas da instituição local.

## 5.4 Análise dos dados

As próximas seções apresentam as análises do experimento. Para os testes estatísticos tivemos o auxílio do programa estatístico R (através do RStudio v. 0.97.551) e um Mestrando da UFPR (Universidade Federal do Paraná), Ricardo Miranda, estatístico com grande experiência em experimentos controlados.

### 5.4.1 Avaliação das tarefas

A primeira tarefa para a avaliação dos resultados foi a correção das 390 tarefas resultantes do experimento (6 tarefas vezes 65 participantes) sobre SQL. As métricas de avaliação de cada exercício tiveram como base as sugestões do professor Carlos Alberto Heuser, professor de banco de dados da UFRGS. Cada exercício foi avaliado sobre duas óticas distintas, uma mais simples, com uma escala de 3 pontos, e uma outra com uma escala de cinco pontos:

- 1ª. métrica de avaliação – escala de 3 pontos: os exercícios poderiam ter os seguintes resultados - realizado de forma correta (com sucesso), parcialmente, ou de forma errada. Neste caso, *com sucesso* significa nenhum erro cometido pelo aluno, *parcialmente* se a resposta do exercício tinha a lógica correta porém, se o SQL fosse executado o mesmo não funcionaria e *errado*, se a resposta não fazia nenhum sentido.
- 2ª. métrica de avaliação – escala de 5 pontos: as escalas são 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. Aqui a experiência com o domínio da aplicação (SQL) do prof. Heuser auxiliou a identificar quais seriam os erros em cada categoria. Resumidamente, 0% (errado), 25% (muitos erros lógicos cometidos), 50% (alguns erros lógicos e/ou muitos erros de sintaxe cometidos), 75% (poucos erros, com lógica correta, mas com alguns erros de sintaxe) e 100% (nenhum erro cometido).

Essas avaliações também foram armazenadas no banco de dados, junto com as informações já existentes da análise de *log* dos experimentos, tais como, horário de início e fim de cada tarefa, que depois se transformou em tempo (duração) para cada tarefa; número de ações e caminho percorrido para cada tarefa; se aluno realizou ou não cada tarefa, se aluno solicitou sistema de ajuda no período do experimento.

### 5.4.2 Métodos estatísticos para a avaliação do experimento

Uma pesquisa experimental requer o controle dos fatores que podem influenciar as variáveis dependentes, i.e., o controle de variáveis intervenientes e o controle dos riscos do Tipo 1 e do Tipo 2 (LAZAR, FENG E HOCHHEISER 2010). Teste de significância é o processo em que a hipótese nula ( $H_0$ ) é contrastada com a hipótese alternativa ( $H_1$ ) para determinar a probabilidade de a hipótese nula ser verdadeira. Como resultado do teste de hipótese, tem-se a rejeição ou não rejeição da hipótese nula  $H_0$ , com um nível de significância  $\alpha$ .

Os testes de significância estão sujeitos aos erros do Tipo 1 e 2. Um erro do Tipo 1 (também chamado de erro  $\alpha$  ou ‘falso positivo’), se refere sobre o engano de rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira e não deveria ser rejeitada. Um erro do Tipo 2 (também chamado de erro  $\beta$  ou ‘falso negativo’), se refere ao engano de não rejeitar a hipótese nula quando ela é falsa e deveria ser rejeitada (LAZAR, FENG E HOCHHEISER 2010).

Convenciona-se adotar um valor de  $p$  de 0.05 para controlar a ocorrência dos erros Tipo 1. Se um teste de hipótese retornar um valor de  $p < 0.05$ , isso significa que a probabilidade de cometer o erro Tipo 1 é menor que 0.05. Em outras palavras, a probabilidade de rejeitar erroneamente a hipótese nula está abaixo de 0.05. Para reduzir os erros do Tipo 2, se sugere a utilização de amostras relativamente grandes (LAZAR, FENG E HOCHHEISER 2010).

Tabela 5.4: Tipos de Erros

	$H_0$ verdadeira	$H_0$ falsa
Rejeita $H_0$	<b>Erro Tipo 1</b>	Decisão correta
Não Rejeita $H_0$	Decisão correta	<b>Erro Tipo 2</b>

Por definição, o valor de  $p$  é a probabilidade de se observar um resultado tão ou mais extremo que o da amostra, considerando que a hipótese nula seja verdadeira. Pode-se dizer que  $p$  é a probabilidade de, considerando a hipótese nula como verdadeira, observar-se um valor em um experimento por acaso.

Na prática, ao se definir um nível de significância para o teste de hipótese, se o valor de  $p$  for menor do que  $\alpha$ , rejeita-se  $H_0$ . Para exemplificar, abaixo na Figura 5.6 têm-se as regiões de rejeição de  $H_0$  em cinza. Se o valor de  $p$  estiver nessa região, a hipótese nula é rejeitada.

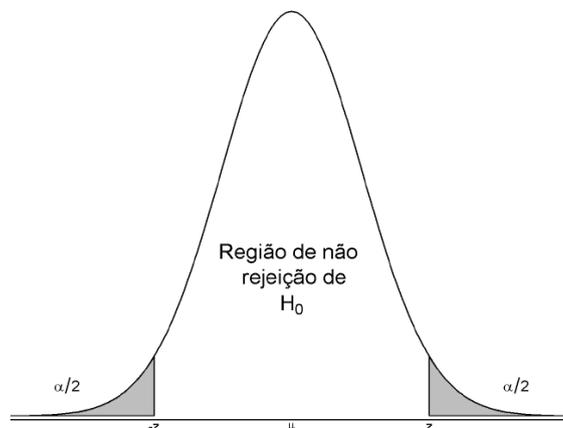


Figura 5.6: Regiões de um teste de hipóteses

#### 5.4.2.1 Avaliação de Normalidade

O teste de *Shapiro-Wilks* avalia se a amostra é proveniente de uma distribuição normalmente distribuída. A estatística de teste  $W$  de Shapiro-Wilks nos fornece evidência para avaliar as hipóteses quanto a normalidade dos dados. As hipóteses são:

$H_0$ : Dados possuem distribuição Normal.

$H_1$ : Dados não possuem distribuição Normal.

#### 5.4.2.2 Comparação grupos não pareados

O teste de *Wilcoxon Pareado* é um teste não paramétrico utilizado para avaliar se existe diferença entre duas amostras, que podem ser pareadas. Este teste é usado

alternativamente ao teste *t* de *Student* quando a suposição de distribuição normalmente distribuída não for verificada nos dados (PURCHASE 2012).

O único pressuposto que este teste exige é que a escala de mensuração da variável seja pelo menos ordinal. Assim, as seguintes hipóteses são testadas:

$H_0$ : A mediana da diferença dos pares é zero.

$H_1$ : A mediana diferença dos pares não é zero.

#### 5.4.2.3 Análise Fatorial

A Análise Fatorial (AF) é uma técnica de análise multivariada que tem por objetivo explicar as correlações entre um conjunto grande de variáveis em termos de um conjunto de poucas variáveis aleatórias não-observáveis chamadas fatores.

Na Figura 5.7 está representado o conceito geral da análise fatorial, que também pode ser resumido na seguinte forma:

- As variáveis aleatórias são agrupadas de acordo com suas correlações.
- Dentro de um grupo, as variáveis aleatórias são altamente correlacionadas entre si.
- De um grupo para outro as correlações são baixas.
- É admissível que cada grupo represente um fator, o qual é responsável pelas correlações observadas.

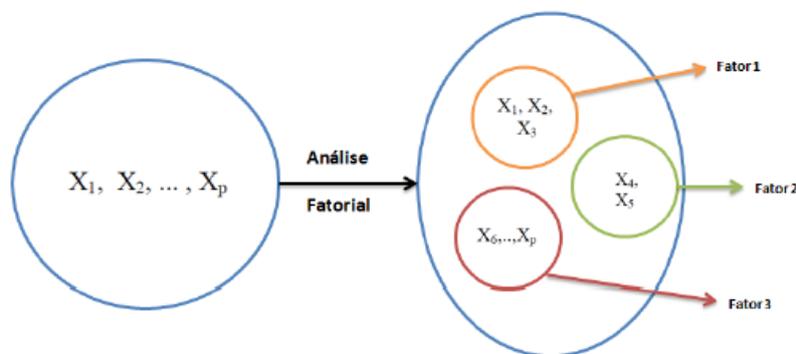


Figura 5.7: Representação do conceito de Análise Fatorial

#### Teste de Esfericidade de Bartlett

O teste de esfericidade de Bartlett testa a hipótese de que as variáveis não sejam correlacionadas na população. A hipótese básica diz que a matriz de correlação da população é uma matriz identidade a qual indica que o modelo fatorial é inapropriado.

A estatística do teste é dada por:

$$\chi^2 = - \left[ (n - 1) \frac{2p + 5}{6} \right] \ln|R|$$

que tem uma distribuição qui-quadrado com graus de liberdade  $\nu = \frac{p(p - 1)}{2}$  onde,

$n$  é o tamanho da amostra,  $p$  é o número de variáveis, e  $|R|$  é o determinante da matriz de correlação.

### Medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

Essa medida é representada por um Índice (MSA) que avalia a adequação da análise fatorial, sendo calculada por:

$$MSA = \frac{\sum_{j \neq k} \sum r_{jk}^2}{\sum_{j \neq k} \sum r_{jk}^2 + \sum_{j \neq k} \sum q_{jk}^2}$$

onde:

$r_{jk}^2$  é o quadrado dos elementos da matriz de correlação original (fora da diagonal), ou seja,  $r_{jk}$  representa o coeficiente de correlação linear simples entre as variáveis  $X_j$  e  $X_k$ ;

$q_{jk}^2$  é o quadrado dos elementos fora da diagonal da matriz anti-imagem da correlação, onde  $q_{jk}$  representa o coeficiente de correlação linear parcial entre as variáveis  $X_j$  e  $X_k$ ;

Valores altos (entre 0,5 e 1,0) indicam que a análise fatorial é apropriada, enquanto que valores baixos, abaixo de 0,5 indicam que a análise fatorial pode ser inadequada.

### Alfa de Cronbach

Esta análise visa avaliar a consistência interna do questionário em uma pesquisa. A estatística  $\alpha$  é calculada a partir da suposição de que é medida a soma das  $K$  componentes, assim  $X = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_k$ , então:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_X^2} \right)$$

onde,  $\sigma_x^2$  corresponde a variância total do questionário, determinada como a soma de todas as variâncias, e  $\sigma_y^2$  corresponde a variância de cada item.

## **5.5 Análises dos Resultados Obtidos**

As análises sobre o perfil dos participantes é apresentado na seção 5.5.1. A avaliação da satisfação do usuário foi medida através do questionário de satisfação e é apresentada na seção 5.5.2. A avaliação da eficácia e eficiência foram medidas através das análises de *log* e da avaliação das tarefas, e são apresentadas na seção 5.5.3.

### **5.5.1 Perfil dos participantes e Análise dos recursos tecnológicos**

Dos 65 participantes do experimento, 87.69% são do sexo masculino e 12.31% do sexo feminino. Dividindo por cada país, na Argentina participaram 93.33% do sexo masculino e 6.67% do sexo feminino; no Brasil 92.50% do sexo masculino e 7.50% do sexo feminino; e no Uruguai 60% do sexo masculino e 40% do sexo feminino. Sobre a faixa etária dos participantes, na Argentina todos os participantes tinham entre 18 a 25 anos; no Uruguai 90% tinham entre 18 a 25 anos e 10% entre 34 a 41 anos; no Brasil 85% dos participantes estão na faixa de 18 a 25 anos; 12.5% na faixa de 26 a 33 anos e 2.5% na faixa de 34 a 41 anos. A Figura 5.8 apresentam os gráficos relacionados ao gênero e faixa etária dos participantes.

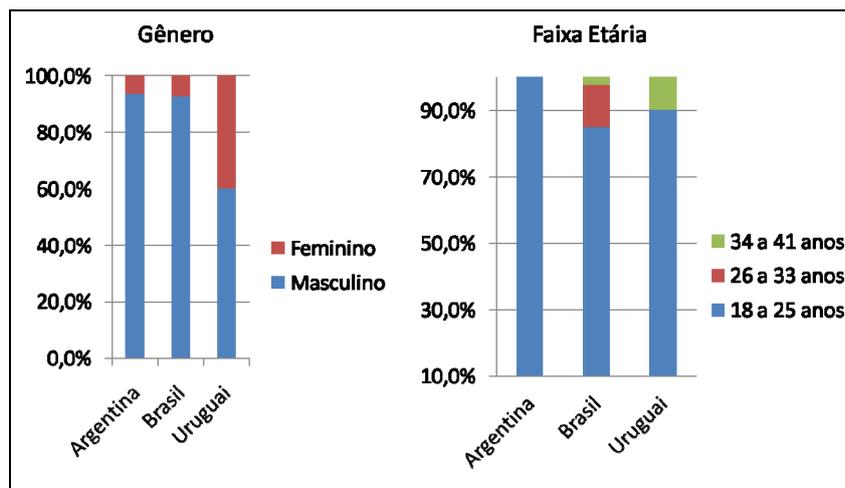


Figura 5.8: Perfil dos participantes quanto ao gênero e faixa etária

Em relação a outros idiomas, o perfil levantado na Argentina foi que 93,33% possuem conhecimento de outros idiomas. Todos que se enquadraram neste perfil conheciam o idioma inglês, sendo que um participante também conhece italiano e outro participante também o idioma japonês. A Figura 5.9 destaca a habilidade cadastrada para o idioma inglês para a leitura, escrita, fala, compreensão e fluência.

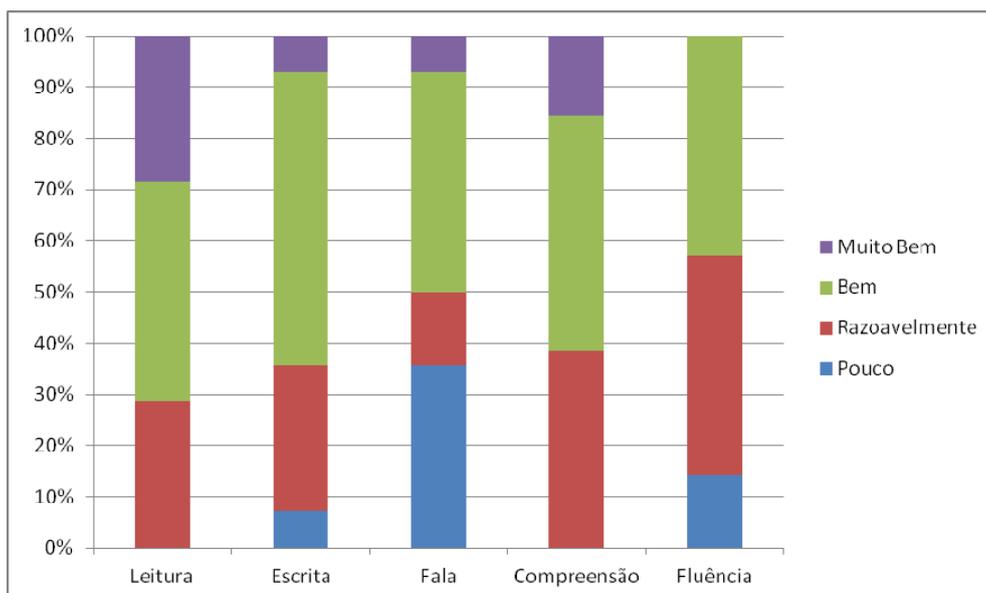


Figura 5.9: Perfil dos participantes argentinos com habilidade no idioma inglês

No Uruguai, 90% dos entrevistados conhecem outros idiomas. Destes, todos conhecem o idioma inglês, 22,22% conhecem também o idioma francês e 11,11% também o português. A Figura 5.10 apresenta o perfil dos participantes em relação a sua habilidade na língua inglesa.

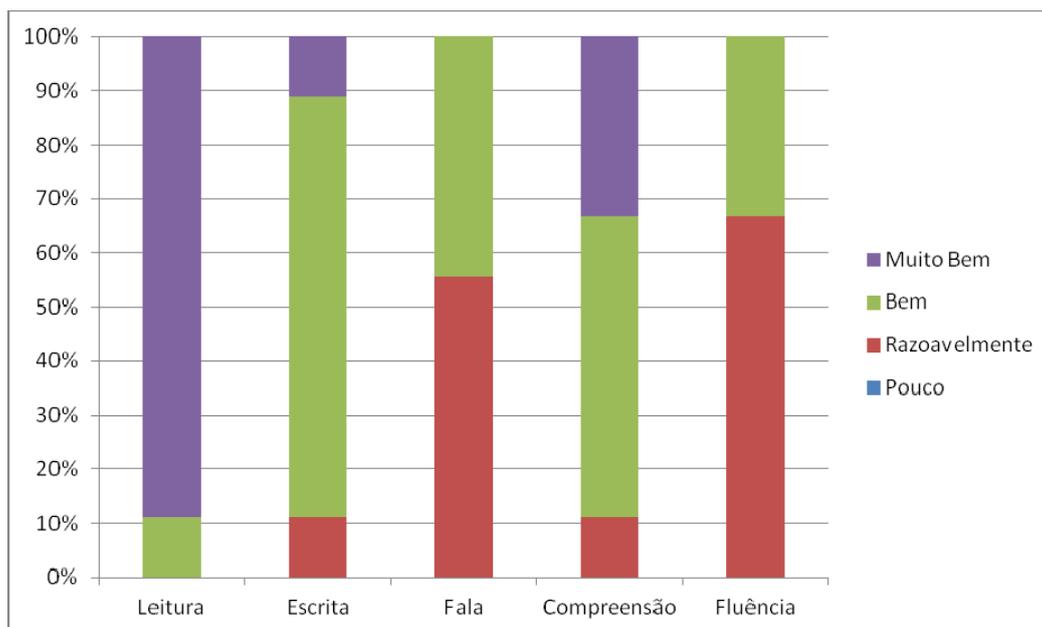


Figura 5.10: Perfil dos participantes uruguaios com habilidade no idioma inglês

No Brasil, 50% dos entrevistados conhecem outros idiomas diferentes à língua materna. Destes, 60% conhecem somente o idioma inglês; 5% conhece somente o espanhol; 20% inglês e espanhol; 5% inglês, espanhol e italiano; 5% inglês e francês; 5% inglês, espanhol e português. O idioma português apareceu nos resultados, pois tivemos um participante natural da Alemanha. De todos os participantes dos três países, somente dois brasileiros já moraram em outros países. A Figura 5.11 apresenta a habilidade dos participantes brasileiros no idioma inglês.

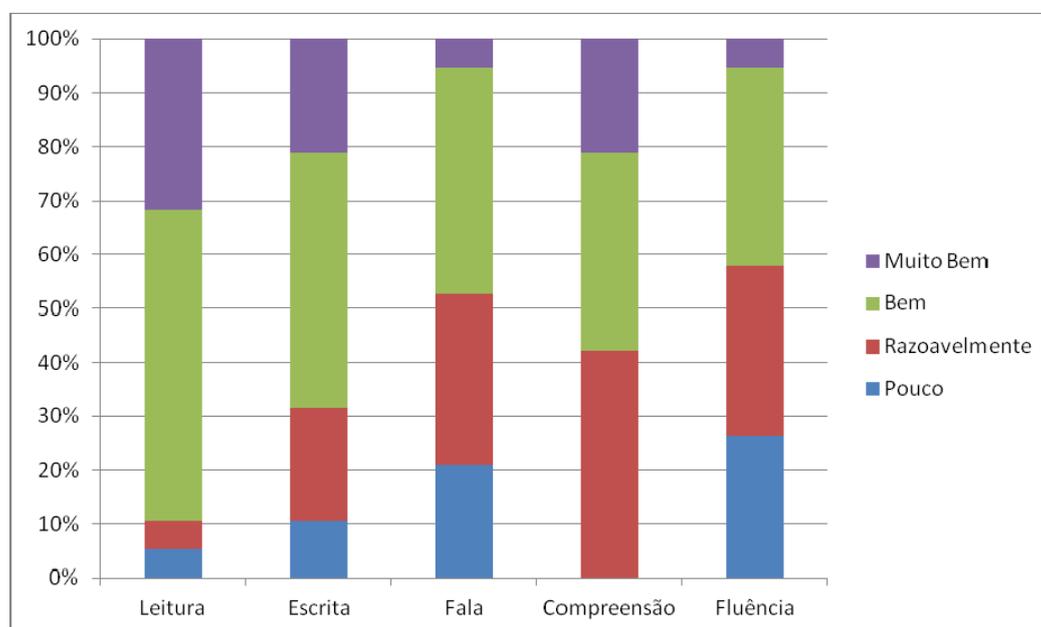


Figura 5.11: Perfil dos participantes brasileiros com habilidade no idioma inglês

Sobre o uso de computadores e de novas tecnologias, quando perguntados por quais dispositivos eles acessam seus sistemas, os resultados foram: 100% dos participantes argentinos acessam via desktop/pc/notebook e 93.3% também acessam via dispositivos móveis. No Uruguai, 100% acessam via desktop/pc/notebook e também via dispositivos

móveis. No Brasil, 100% acessam via desktop/pc/notebook, e 80% também via dispositivos móveis.

Sobre a experiência com outros ambientes *e-learning*, tivemos que 40% dos participantes da Argentina já tiveram experiência com outros sistemas, dentre eles, 83.3% conhecem o Moodle e 16.7% o Aulaclíc. No Uruguai, 30% dos participantes tem experiência no Moodle. No Brasil, 45% possuem experiência em outros ambientes, sendo que todos possuem experiência no ambiente Moodle, e 5.5% também têm experiência no Docebo.

Os estilos cognitivos de aprendizagem de Felder e Brent (2005) detectados para cada participante de cada país estão nas Tabela 5.5 (participantes argentinos), Tabela 5.6 (participantes uruguaios) e Tabela 5.7 (participantes brasileiros). Esses dados servirão como base para futuras adaptações no ambiente.

Tabela 5.5: Estilos Cognitivos de Aprendizagem dos participantes argentinos

	Balaceado	Moderado Ativo	Moderado Reflexivo	Forte Ativo	Forte Reflexivo
<b>Ativo/Reflexivo</b>	73.33%	20%	6.66%	0%	0%
	Balaceado	Moderado Sensorial	Moderado Intuitivo	Forte Sensorial	Forte Intuitivo
<b>Sensorial/Intuitivo</b>	40%	26.66%	20%	13.33%	0%
	Balaceado	Moderado Visual	Moderado Verbal	Forte Visual	Forte Verbal
<b>Visual/Verbal</b>	53.33%	26.7%	0%	20%	0%
	Balaceado	Moderado Sequencial	Moderado Global	Forte Sequencial	Forte Global
<b>Sequencial/Global</b>	46.66%	26.66%	26.66%	0%	0%

Tabela 5.6: Estilos Cognitivos de Aprendizagem dos participantes uruguaios

	Balaceado	Moderado Ativo	Moderado Reflexivo	Forte Ativo	Forte Reflexivo
<b>Ativo/Reflexivo</b>	40%	20%	10%	20%	10%
	Balaceado	Moderado Sensorial	Moderado Intuitivo	Forte Sensorial	Forte Intuitivo
<b>Sensorial/Intuitivo</b>	30%	30%	0%	20%	20%
	Balaceado	Moderado Visual	Moderado Verbal	Forte Visual	Forte Verbal
<b>Visual/Verbal</b>	10%	30%	20%	40%	0%
	Balaceado	Moderado Sequencial	Moderado Global	Forte Sequencial	Forte Global
<b>Sequencial/Global</b>	40%	20%	30%	10%	0%

Tabela 5.7: Estilos Cognitivos de Aprendizagem dos participantes brasileiros

	Balancedo	Moderado Ativo	Moderado Reflexivo	Forte Ativo	Forte Reflexivo
<b>Ativo/Reflexivo</b>	62.5%	17.5%	12.5%	5%	2.5%
	Balancedo	Moderado Sensorial	Moderado Intuitivo	Forte Sensorial	Forte Intuitivo
<b>Sensorial/Intuitivo</b>	42.5%	32.5%	12.5%	12.5%	0%
	Balancedo	Moderado Visual	Moderado Verbal	Forte Visual	Forte Verbal
<b>Visual/Verbal</b>	30%	37.5%	12.5%	17.5%	2.5%
	Balancedo	Moderado Sequencial	Moderado Global	Forte Sequencial	Forte Global
<b>Sequencial/Global</b>	75%	12.5%	10%	2.5%	0%

No dia do experimento, todos os alunos utilizaram os recursos do laboratório da sua universidade, desta forma, a utilização do ambiente foi somente via *desktop*. Sobre a resolução de tela, tivemos na Argentina uma grande variedade, como segue: 13.3% com resolução de 1920x1080, 33.3% com 1680x1050, 26.7% com 1600x1200, 20% com 1280x1024 e 6.7% com resolução de 1024x768. No Uruguai, todos os equipamentos estavam configurados com a resolução de 1440x900 e no Brasil todos com a resolução 1360x768.

O Sistema Operacional utilizado na Argentina foi o Microsoft Windows (73,3%) e o Linux (26,7%). No Uruguai e no Brasil todos os participantes utilizaram o Microsoft Windows. Sobre o navegador, o monitoramento do sistema verificou que na Argentina, 66.7% utilizaram o Mozilla Firefox e 33.3% o Google Chrome. No Uruguai, 90% utilizaram o Mozilla Firefox e 10% o Google Chrome; e no Brasil, 50% utilizaram o Mozilla Firefox, 47.50% o Google Chrome, e ainda 2.5% utilizaram o Internet Explorer. A Figura 5.12 apresenta o gráfico sobre o uso dos navegadores no experimento.

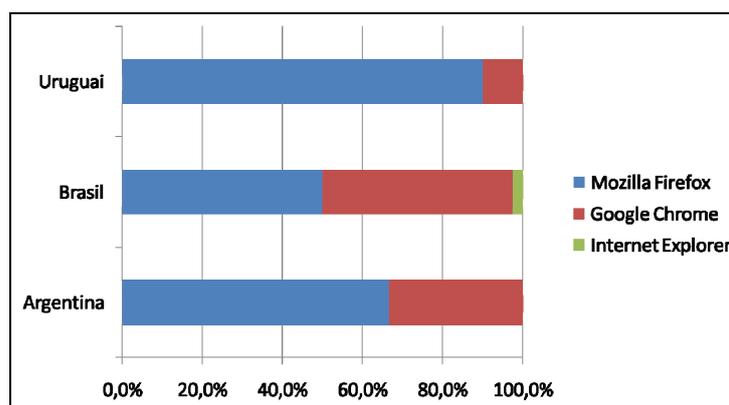


Figura 5.12: Navegadores utilizados no experimento

### 5.5.2 Quanto à satisfação do usuário

O experimento contou com a execução de seis tarefas e depois com a aplicação de um questionário de satisfação (Apêndice E), composto por 36 questões fechadas, com uma Escala de *Likert* de 5 pontos ('Discordo Totalmente'; 'Discordo Parcialmente';

‘Nem concordo nem discordo’; ‘Concordo Parcialmente’; ‘Concordo Totalmente’) e 6 questões abertas, sendo elas:

- 31 questões, divididas em 8 grupos relacionados com as adaptações de IHC que se relacionam com os aspectos culturais (navegação, hierarquia, densidade de informação, imagens e ícones, estrutura, cor e saturação, orientação, usabilidade) sobre as duas interfaces/ambientes (adaptado a cultura – ‘Atlantis’ e não adaptado – ‘Discovery’).
- 1 questão sobre a usabilidade nos dois modos de navegação e interfaces
- 4 questões sobre as adaptações realizadas (Escala de *Likert* de 5 pontos)
- 6 questões abertas sobre preferências

Visto que as adaptações na interface foram realizadas para atender as culturas dos três países, e a adaptação de conteúdo é feita com observação no modelo individual de cada participante, optamos por avaliar o grupo de forma homogênea, e não mais tratamos cada grupo como uma variável. Desta forma, testes estatísticos foram utilizados para a amostra total de participantes.

#### Teste de Normalidade

Para avaliar se há diferença significativa entre cada tópico abordado no questionário referente à interface, avalia-se primeiramente a normalidade dos dados. O teste de Shapiro-Wilks introduzido na seção anterior foi aplicado para avaliar a hipótese  $H_0$  de normalidade dos dados. Entretanto, alguns tópicos possuem somente uma pergunta para a interface adaptada e/ou para a interface não adaptada. Nesses casos, essas variáveis são ordinais, logo não há necessidade de testar a normalidade.

A seguir são listados os resultados dos testes de normalidade executados somente para os tópicos onde houve a necessidade de calcular a média para ambas as interfaces:

- *Navegação - Interface Adaptada*: Este tópico possui 3 perguntas, e foi contabilizado a média dos escores atribuídos para cada pergunta. A estatística de teste W do teste é 0.8642739 e, com valor de p associado de 3.969012e-06, resulta na rejeição da hipótese nula  $H_0$ , e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.
- *Navegação - Interface Não Adaptada*: Este tópico possui 2 perguntas, e foi contabilizado a média dos escores atribuídos para cada pergunta. A estatística de teste W do teste é 0.8010322 e, com valor de p associado de 5.946468e-08, resulta na rejeição da hipótese nula  $H_0$ , e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.
- *Estrutura - Interface Adaptada*: Este tópico possui 2 perguntas, e foi contabilizado a média dos escores atribuídos para cada pergunta. A estatística de teste W do teste é 0.8307027 e, com valor de p associado de 3.798482e-07, resulta na rejeição da hipótese nula  $H_0$ , e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.
- *Estrutura - Interface Não Adaptada*: Este tópico possui 2 perguntas, e foi contabilizado a média dos escores atribuídos para cada pergunta. A estatística de teste W do teste é 0.9345849 e, com valor de p associado de 0.001948803, resulta na rejeição da hipótese nula  $H_0$ , e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.

- Usabilidade - Interface Adaptada: Este tópico possui 5 perguntas, e foi contabilizado a média dos escores atribuídos para cada pergunta. A estatística de teste W do teste é 0.8895747 e, com valor de p associado de 2.908414e-05, resulta na rejeição da hipótese nula  $H_0$ , e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.
- Usabilidade - Interface Não Adaptada: Este tópico possui 5 perguntas, e foi contabilizado a média dos escores atribuídos para cada pergunta. A estatística de teste W do teste é 0.9327797 e, com valor de p associado de 0.001613317, resulta na rejeição da hipótese nula  $H_0$ , e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.

Como resultado final, conclui-se que todas as variáveis, mesmo aquelas contínuas obtidas através do cálculo da média, não possuem distribuição Normal. Deste modo, não é possível aplicar um teste paramétrico para avaliar diferença entre os níveis da interface.

### Comparação das Interfaces

Dado que as variáveis a serem comparadas são discretas ordinais, é aplicado o Teste de Wilcoxon Pareado para avaliar se a diferença entre as medianas para os níveis da interface é zero, ou seja, não há diferença entre as interfaces. Os testes realizados estão listados a seguir, e todos eles mostram que houve diferença significativa nas medianas dos grupos, ou seja, a amostra traz evidências de que há diferença significativa entre a interface adaptada e a não adaptada.

- Navegação: Com uma estatística de teste  $V = 1973$  e valor de p associado  $\ll 0.001$ , rejeita-se a hipótese nula de que a mediana da diferença entre os pares dos níveis é zero. Assim, conclui-se que a interface adaptada culturalmente (Nad) difere significativamente da interface não-adaptada (Nnad), tendo ela maior escore no tópico Navegação. A Figura 5.13 evidencia essa diferença onde a interface adaptada possui um escore mediano de valor 4 contra um escore mediano de 2.5 da interface não adaptada.
- Hierarquia: Com uma estatística de teste  $V = 1711$  e valor de p associado  $\ll 0.001$ , rejeita-se a hipótese nula de que a mediana da diferença entre os pares dos níveis é zero. Assim, conclui-se que a interface adaptada (Had) difere significativamente da interface não-adaptada (Hnad), tendo ela maior escore no tópico Hierarquia. A Figura 5.14 evidencia essa diferença onde a interface adaptada possui um escore mediano de valor 4 contra um escore mediano de 2 da interface não adaptada.
- Densidade: Com uma estatística de teste  $V = 1596$  e valor de p associado  $\ll 0.001$ , rejeita-se a hipótese nula de que a mediana da diferença entre os pares dos níveis é zero. Assim, conclui-se que a interface adaptada (Dad) difere significativamente da interface não-adaptada (Dnad), tendo ela maior escore no tópico Densidade. A Figura 5.15 evidencia essa diferença onde a interface adaptada possui um escore mediano de valor 4 contra um escore mediano de 3 da interface não-adaptada.
- Imagem: Com uma estatística de teste  $V = 1891$  e valor de p associado  $\ll 0.001$ , rejeita-se a hipótese nula de que a mediana da diferença entre os pares dos níveis é zero. Assim, conclui-se que a interface adaptada (Iad) difere

significativamente da interface não adaptada (Inad), tendo ela maior escore no tópico Imagem. A Figura 5.16 evidencia essa diferença onde a interface adaptada possui um escore mediano de valor 5 contra um escore mediano de 2 da interface não-adaptada.

- **Estrutura**: Com uma estatística de teste  $V = 1953$  e valor de  $p$  associado  $\ll 0.001$ , rejeita-se a hipótese nula de que a mediana da diferença entre os pares dos níveis é zero. Assim, conclui-se que a interface adaptada (Ead) difere significativamente da interface não adaptada (Enad), tendo ela maior escore no tópico Estrutura. A Figura 5.17 evidencia essa diferença onde a interface adaptada possui um escore mediano de valor 4 contra um escore mediano de 2.5 da interface não-adaptada.
- **Cor-Saturação**: Com uma estatística de teste  $V = 1830$  e valor de  $p$  associado  $\ll 0.001$ , rejeita-se a hipótese nula de que a mediana da diferença entre os pares dos níveis é zero. Assim, conclui-se que a interface adaptada (Cad) difere significativamente da interface não-adaptada (Cnad), tendo ela maior escore no tópico Cor-Saturação. A Figura 5.18 evidencia essa diferença onde a interface adaptada possui um escore mediano de valor 4 contra um escore mediano de 2 da interface não-adaptada.
- **Orientação**: Com uma estatística de teste  $V = 1176$  e valor de  $p$  associado  $\ll 0.001$ , rejeita-se a hipótese nula de que a mediana da diferença entre os pares dos níveis é zero. Assim, conclui-se que a interface adaptada (Gad) difere significativamente da interface não-adaptada (Gnad), tendo ela maior escore no tópico Orientação. A Figura 5.19 evidencia essa diferença onde a interface adaptada possui um escore mediano de valor 4 contra um escore mediano de 3 da interface não-adaptada.
- **Usabilidade**: Com uma estatística de teste  $V = 1891$  e valor de  $p$  associado  $\ll 0.001$ , rejeita-se a hipótese nula de que a mediana da diferença entre os pares dos níveis é zero. Assim, conclui-se que a interface adaptada (Uad) difere significativamente da interface não-adaptada (Unad), tendo ela maior escore no tópico Usabilidade. A Figura 5.20 evidencia essa diferença onde a interface adaptada possui um escore mediano de valor 4.2 contra um escore mediano de 2.2 da interface não-adaptada.

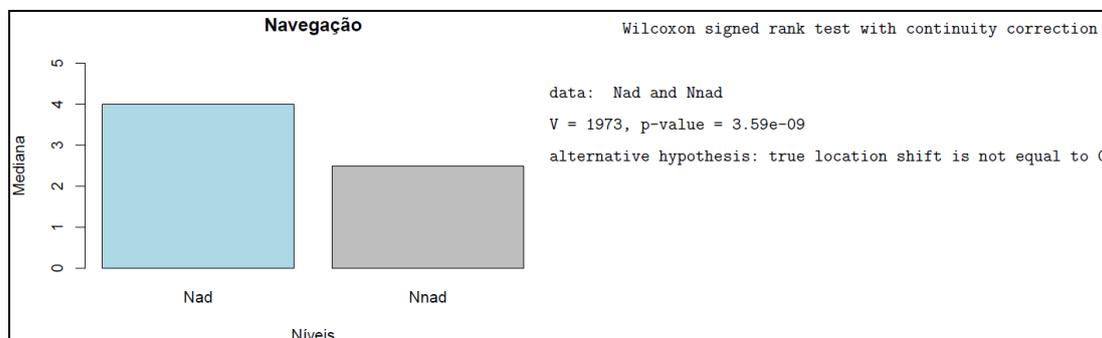


Figura 5.13: Comparação das interfaces tópico Navegação

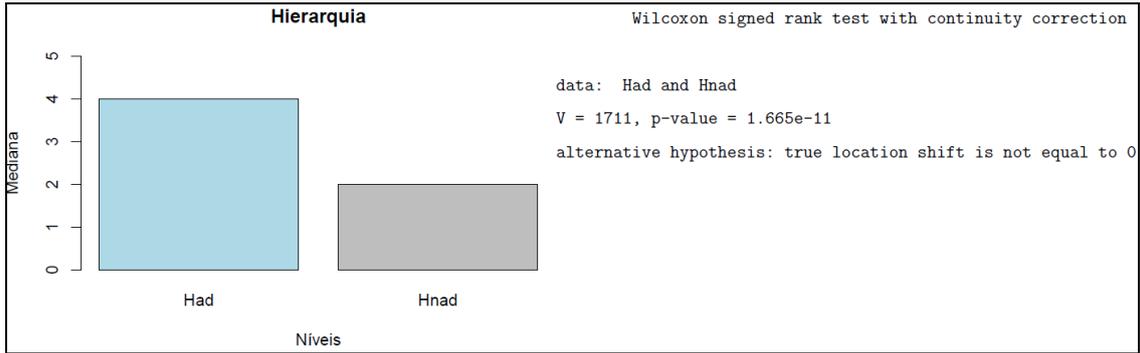


Figura 5.14: Comparação das interfaces tópico Hierarquia

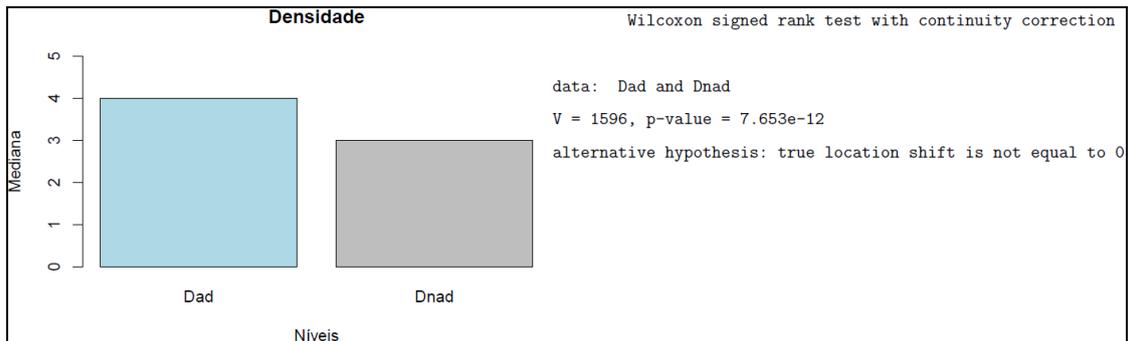


Figura 5.15: Comparação das interfaces tópico Densidade

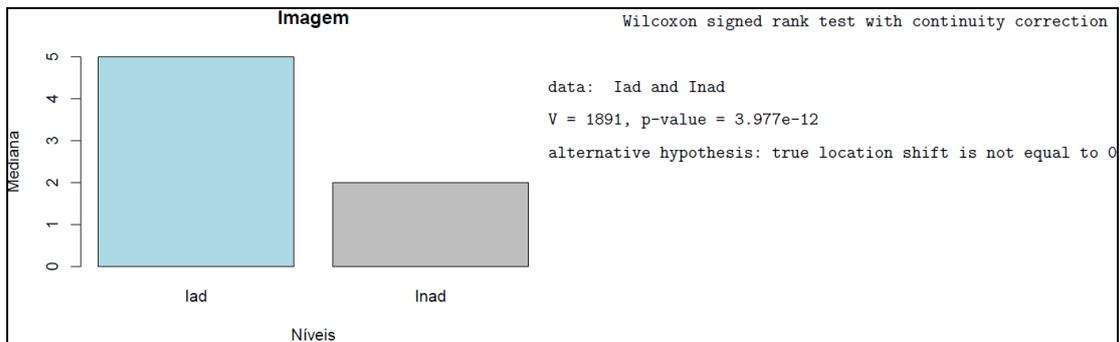


Figura 5.16: Comparação das interfaces tópico Imagem

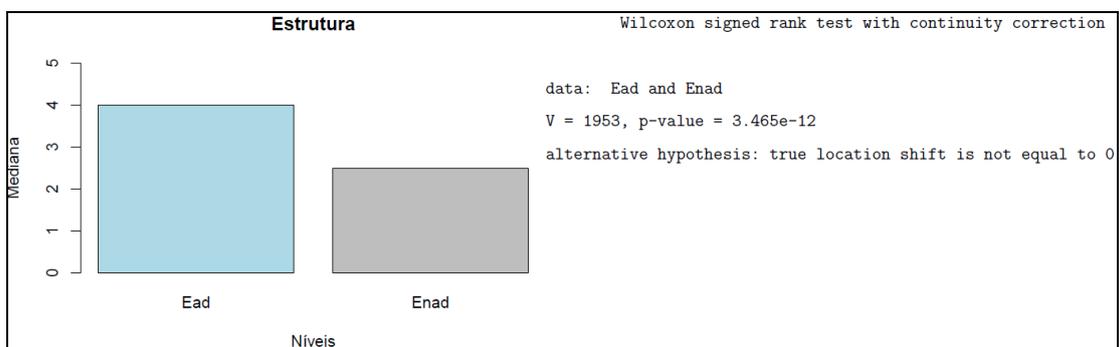


Figura 5.17: Comparação das interfaces tópico Estrutura

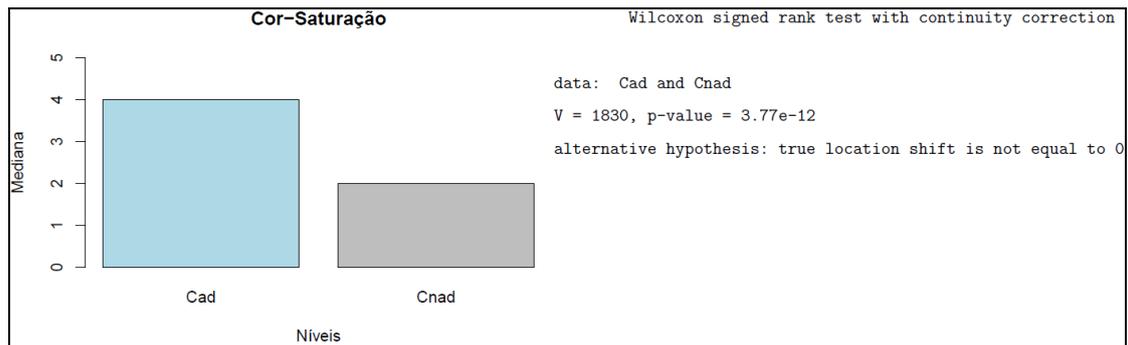


Figura 5.18: Comparação das interfaces tópico Cor-saturação

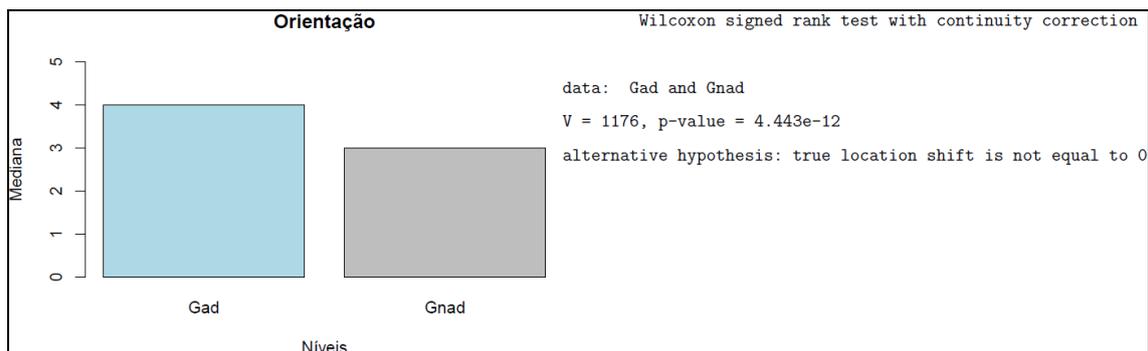


Figura 5.19: Comparação das interfaces tópico Orientação

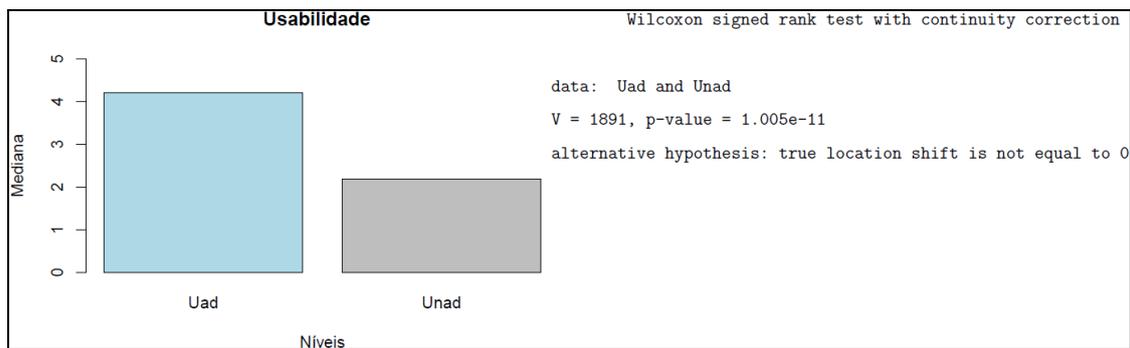


Figura 5.20: Comparação das interfaces tópico Usabilidade

### Análise Fatorial

Como já abordado na seção 5.4.2.3, a análise fatorial busca extrair uma estrutura linear reduzida do conjunto original de dados, gerando um novo conjunto de variáveis. Primeiramente, são identificadas as dimensões e então determinado o grau em que cada variável é explicada por cada dimensão. A seguir são apresentados os resultados e discussões referentes à validação do instrumento de pesquisa aplicado aos 65 alunos.

Antes de proceder a análise fatorial, verificou-se a existência de níveis de correlação aceitáveis entre as variáveis para o sucesso do resultado da análise. A adequação da análise fatorial foi confirmada por meio dos testes de KMO e esfericidade de Bartlett, os quais possibilitam verificar a adequação dos dados à aplicação da análise fatorial (i.e. que o questionário é um instrumento que avalia realmente). Para o teste de esfericidade de Bartlett, que verifica a presença de correlações entre as variáveis, obteve-se com a aproximação  $X^2$  um valor de 4905.36 com 465 graus de liberdade e nível de significância de  $p \ll 0,0001$ , rejeitando-se a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade.

```

$chisq
[1] 4905.36

$p.value
[1] 0

$df
[1] 465

```

O teste de KMO, que verifica o grau de intercorrelações entre as variáveis, gerou um valor de 0.93, o que sugere uma boa adequação dos dados à análise fatorial.

```

Kaiser-Meyer-Olkin factor adequacy
Call: KMO(r = r)
Overall MSA = 0.93
MSA for each item =
  N1  N2  N3  N4  N5  H1  H2  H3  D1  D2  D3  I1  I2
0.94 0.95 0.96 0.88 0.95 0.97 0.94 0.94 0.95 0.97 0.94 0.97 0.95
  E1  E2  E3  E4  C1  C2  G1  G2  U1  U2  U3  U4  U5
0.94 0.89 0.92 0.88 0.89 0.91 0.92 0.91 0.92 0.90 0.93 0.96 0.95
  U6  U7  U8  U9  U10
0.91 0.92 0.95 0.96 0.93

```

A coerência interna entre as variáveis foi testada por meio do alfa de Cronbach, que gerou um valor igual a 0.992, indicando a alta confiabilidade das respostas atribuídas às questões. Seguindo com a análise determinaram-se os autovalores, que representam a variabilidade de cada componente e o percentual de variância explicada através de cada uma e como critério de decisão do número de fatores a serem selecionados para representar a estrutura latente dos dados, considerou-se inicialmente o critério da raiz latente, o qual seleciona apenas os fatores cujos autovalores são superiores a 1. A Figura 3.21 evidencia que se deve escolher somente 2 fatores (relacionados a interface adaptada e não-adaptada).

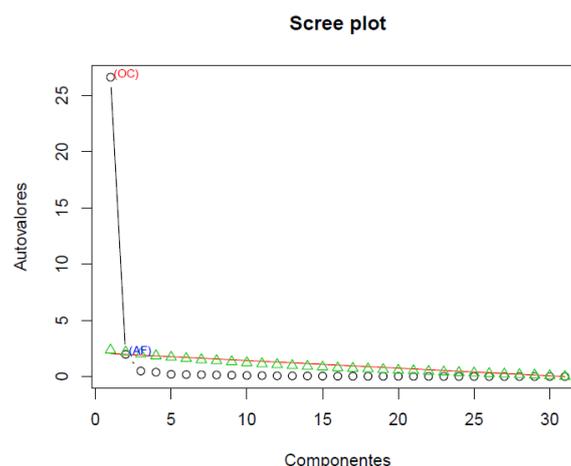


Figura 5.21: Determinação gráfica sobre o número de fatores

Considerando o critério utilizado, verifica-se que o primeiro fator explica 47% da variação total do conjunto de dados, e o segundo fator explica 42%. Ainda com base nos autovalores foi possível determinar os autovetores que constituem a base para a obtenção dos fatores. Por meio deles escreve-se a combinação linear das variáveis

originais dando origem às cargas fatoriais. Aplicou-se a rotação Varimax dos fatores para facilitar a visualização das cargas fatoriais representativas em cada fator. Considerando o critério da significância prática, o qual sugere que sejam consideradas de significância prática as cargas fatoriais superiores a 0.70, foi possível destacar as variáveis significativas em cada fator. As variáveis com maiores coeficientes são mais correlacionadas com o fator.

Loadings:		C1	0.90
	Factor1	Factor2	
		C2	0.83
N1	0.88	G1	0.73
N2		G2	0.75
N3	0.85	U1	0.83
N4		U2	0.78
N5	0.80	U3	0.86
H1		U4	0.75
H2	0.79	U5	0.78
H3		U6	0.83
D1	0.70	U7	0.73
D2		U8	0.89
D3	0.73	U9	0.76
I1		U10	0.85
I2	0.90		
E1			
E2	0.81		
E3			
E4	0.81		
		SS loadings	14.62 13.80
		Proportion Var	0.47 0.45
		Cumulative Var	0.47 0.92

Percebe-se imediatamente que todas as variáveis correlacionadas com o fator 1, são as questões dos diferentes tópicos mas que tratava basicamente da interface adaptada. Do mesmo modo, percebe-se que as variáveis correlacionadas com o fator 2 tratam das questões referentes a interface não-adaptada. Assim, para efeito de investigação futura sugere-se que seja considerado somente dois grupos no questionário, dado que os outros grupos não contribuíram para a explicação da variação total do conjunto de dados. Ainda, dado o evidente agrupamento, tem-se uma clara indicação de que a análise fatorial está alinhada com as evidências encontradas na seção de Comparação de Interfaces. Para uma melhor visualização do resultado encontrado, A Figura 5.22 exhibe a representação do plano fatorial criado pelos dois fatores.

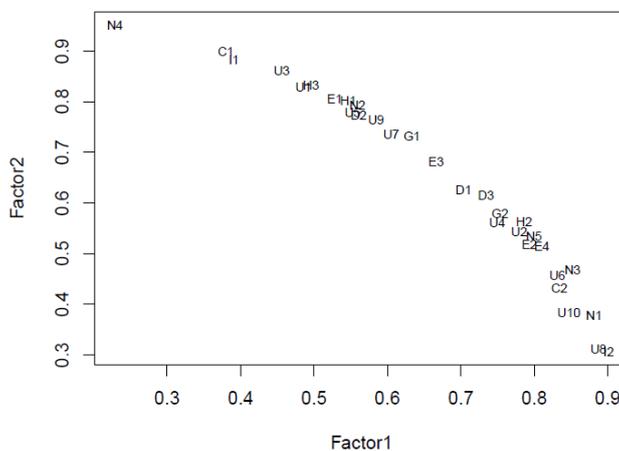


Figura 5.22: Representação do plano fatorial

Quanto às outras questões do Questionário que não fazem comparação entre as duas interfaces

A questão 32 aborda os rótulos das funcionalidades, perguntando se a linguagem utilizada nos rótulos das funcionalidades são de fácil entendimento nos dois modos de navegação. A Tabela 5.8 destaca o resultado para cada país. Todos os 65 participantes responderam essa questão. Percebe-se que nenhum participante discordou, mostrando que o ambiente manteve seu rótulos adequados, tanto na versão em português quanto na versão em espanhol.

Tabela 5.8: Quanto à questão 32 – Sobre a linguagem utilizada nos rótulos

Países	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Nem concordo Nem Discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
Uruguai	0,00%	0,00%	20,00%	40,00%	40,00%
Brasil	0,00%	0,00%	15,00%	50,00%	35,00%
Argentina	0,00%	0,00%	13,33%	66,67%	20,00%
Todos	0,00%	0,00%	15,38%	52,31%	32,31%

As questões 33 a 36 estão relacionadas à adaptação fornecida pelo ambiente. A questão 33 trata da preferência do participante em ter exemplos e materiais complementares somente na língua materna. Essa questão visou identificar se eles acharam necessário o estudo de objetos de aprendizagem em outros idiomas para a realização das tarefas. A Tabela 5.9 apresenta os resultados. No geral, os participantes preferiram ter exemplos e materiais complementares em outras línguas, conforme apresentado pela interface adaptada culturalmente. Quando analisamos os índices por país, percebemos maiores aceitações no Uruguai e Brasil do que na Argentina. Esse fato pode estar relacionado ao índice MAS de Hofstede, que indica a ênfase nas tradições, relacionado ao fato de que eles preferem manter sua língua materna.

Tabela 5.9: Quanto à questão 33 – Sobre as preferências em materiais na língua materna

Países	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Nem concordo Nem Discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
Uruguai	30,00%	40,00%	20,00%	10,00%	0,00%
Brasil	25,00%	27,50%	15,00%	25,00%	7,50%
Argentina	26,67%	26,67%	6,67%	13,33%	26,67%
Todos	26,15%	29,23%	13,85%	20,00%	10,77%

A Questão 34, sobre a importância em receber materiais e exemplos em outras línguas nas quais o participante possui alguma proficiência, a Tabela 5.10 apresenta os resultados, indicando que a grande maioria dos participantes (80%) verifica a importância em receber exemplos e materiais complementares em outros idiomas.

Tabela 5.10: Quanto à questão 34 – Importância de materiais em idiomas que o participante tem proficiência

Países	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Nem concordo Nem Discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
Uruguai	0,00%	20,00%	0,00%	30,00%	50,00%
Brasil	0,00%	5,00%	10,00%	45,00%	40,00%
Argentina	6,67%	6,67%	20,00%	33,33%	33,33%
Todos	1,54%	7,69%	10,77%	40,00%	40,00%

As questões 35 e 36 deveriam ser respondidas somente se o participante tivesse cadastrado o idioma inglês em outras línguas com habilidade. Isso porque o ambiente foi todo preparado com materiais neste idioma. A questão 35 verifica se o participante achou importante buscar exemplos e materiais complementares em outros idiomas como apresentado no modo “Atlantis” para realizar as tarefas solicitadas.

Tabela 5.11: Quanto à questão 35 – Importância de material em outros idiomas para realizar as tarefas solicitadas

Países	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Nem concordo Nem Discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente	Não responderam
Uruguai	0,00%	10,00%	30,00%	30,00%	20,00%	10,00%
Brasil	2,50%	0,00%	17,50%	15,00%	20,00%	45,00%
Argentina	6,67%	0,00%	33,33%	33,33%	13,33%	13,33%
Todos	3,08%	1,54%	23,08%	21,54%	18,46%	32,31%
Retirando os participantes que não responderam essa questão:						
Todos que responderam	4,55%	2,27%	34,09%	31,87%	27,27%	

Percebe-se pela Tabela 5.11 que a porcentagem de pessoas que não responderam a questão está relacionada com a quantidade de pessoas que no cadastro não identificaram o inglês como um segundo idioma. A grande maioria dos participantes respondentes achou importante ter materiais em outras línguas. Se retirarmos os participantes que não responderam essa questão, a maioria dos respondentes (59.14%) concorda (parcialmente ou totalmente) com a questão.

A questão 36 aborda se os ícones de bandeiras no modo “Atlantis”, mostrando que existiam exemplos e materiais complementares em outra língua foram úteis para o participante. A Tabela 5.12 trata dos resultados dessa questão. A maioria dos participantes que responderam a questão concorda com a afirmação (65.12%).

Tabela 5.12: Quanto à questão 36 – Ícones úteis destacando exemplos e materiais complementares

Países	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Nem concordo Nem Discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente	Não responderam
Uruguai	0,00%	0,00%	40,00%	30,00%	20,00%	10,00%
Brasil	0,00%	0,00%	17,50%	15,00%	20,00%	47,50%
Argentina	0,00%	20,00%	6,67%	46,67%	13,33%	13,33%
Todos	0,00%	4,62%	18,46%	24,62%	18,46%	33,85%
Retirando os participantes que não responderam essa questão:						
Todos que responderam	0,00%	6,98%	27,91%	37,21%	27,91%	

#### Sobre as perguntas abertas do Questionário

A questão 37 pergunta qual o modo de navegação do ambiente que o participante prefere e por quê. Do total de participantes, 78.46% preferem a interface Atlantis

(interface adaptada à cultura), 18.46% preferem a interface Discovery (interface não adaptada à cultura), 1.54% não responderam e 1.54% gostaram igualmente das interfaces. A Figura 5.23 apresenta o percentual dividido por cada país da amostra.

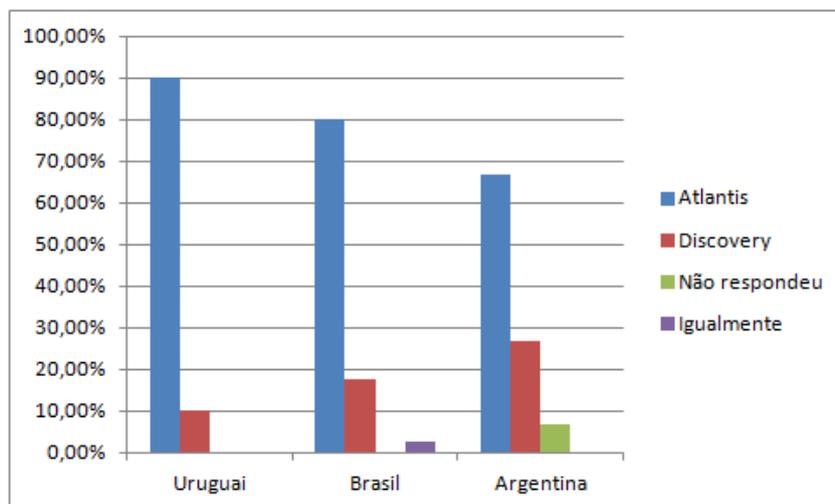


Figura 5.23: Escolha do modo de navegação preferencial

Utilizamos uma análise qualitativa simples para identificar temas nas respostas dos participantes. A análise e categorização dos diferentes termos teve um processo similar à construção dos diagramas de afinidade.

Os diagramas de afinidade, usados no *design* contextual, é uma técnica comum utilizada na análise qualitativa. Seu objetivo é organizar as ideias e percepções individuais em uma hierarquia mostrando estruturas e temas comuns. Os dados são agrupados quando são parecidos de alguma forma. Esses grupos não são predefinidos, mas emergem a partir dos dados (Rogers, Sharp e Preece, 2013). A Figura 5.24 apresenta uma nuvem de *tags* com os termos que mais aparecem nas respostas dos participantes para justificar a escolha pela interface Atlantis (adaptada culturalmente). Todos os termos foram traduzidos para o português. O tamanho do termo é proporcional à quantidade de vezes que ele aparece nas respostas.



Figura 5.24: Termos presentes sobre a escolha da Interface Adaptada culturalmente

Os principais pontos positivos da interface não adaptada à cultura (questão 38) são relativos à localização do sistema de busca, o qual tem fácil acesso e visibilidade e na estrutura em abas. Os principais pontos positivos da interface adaptada a cultura (questão 39) têm relação aos termos detectados na questão 37, e são relacionados aos

ícones presentes, as cores, a estrutura, a navegação, a facilidade de uso e de aprendizado do ambiente e o mapa navegacional.

Os principais pontos negativos destacados para a interface não-adaptada à cultura (questão 40) são sobre a falta de ícones, dificuldade em aprender a utilizar, na organização e visualização. Os principais pontos negativos destacados para a interface adaptada à cultura (questão 41) foram sobre a localização do sistema de busca, mais difícil de ser notado comparado com a interface não adaptada.

Sobre a questão 42, que trata das sugestões de melhoria, os pontos principais levantados foram maior destaque quando existir exemplo e material complementar para um determinado conceito, abrir janelas com tamanho ajustado, melhoria no sistema de ajuda, etc.

Devemos ainda realizar uma análise qualitativa mais profunda quanto às questões abertas, porém, os resultados iniciais indicam diversas formas de fornecer melhorias no ambiente.

### 5.5.3 Quanto à eficácia e eficiência da interação

Em relação à eficácia, verificamos as tarefas realizadas. O objetivo principal dessa análise é avaliar se houve diferença significativa entre as interfaces adaptada e não adaptada na avaliação das tarefas. Para tanto, são utilizadas as notas atribuídas às tarefas com 3 e 5 cinco níveis.

Sobre a avaliação das tarefas com 3 níveis, as notas atribuídas às tarefas são escores de 1 a 3, onde 1 significa que a tarefa não foi cumprida, 2 a tarefa foi cumprida parcialmente, e 3 a tarefa foi cumprida integralmente. Foi calculado o escore médio para cada interface, e verificado a normalidade das variáveis.

#### Teste de Normalidade tarefas com 3 níveis

O mesmo procedimento aplicado para os questionários para avaliar a normalidade foi utilizado para avaliar os níveis da variável Escore, que são os escores médios dos exercícios de cada sujeito para as interfaces adaptada e não adaptada.

A interface Adaptada teve a estatística de teste W do teste é 0.8972 e valor de p associado é  $\ll 0.001$ , assim rejeita-se a hipótese  $H_0$  e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.

Shapiro-Wilk normality test

```
data: b.ad[, 1]
W = 0.8972, p-value = 9.169e-05
```

A interface não-adaptada teve a estatística de teste W do teste é 0.8789 e valor de p associado é  $\ll 0.001$ , assim rejeita-se a hipótese  $H_0$  e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.

Shapiro-Wilk normality test

```
data: b.nad[, 1]
W = 0.8789, p-value = 2.111e-05
```

### Comparação dos escores

A comparação de interesse é avaliar se houve diferença significativa nas notas para cada interface representadas pelos níveis 1, 2 e 3. Verifica-se que em termos da mediana dos escores médios calculados que eles são iguais.

```
ambiente  mediana
1         AD 2.666667
2         NAD 2.666667
```

Matematicamente as medianas são iguais. Aplica-se o teste de Wilcoxon Pareado apenas para reforçar que não há diferença estatística entre os grupos. Assim, com uma estatística de teste  $V = 313$  e um valor de  $p$  associado de 0.7936, verifica-se que os dados não fornecem evidências para rejeitar a hipótese  $H_0$  e conclui-se que as interfaces possuem o mesmo escore.

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

```
data: b.ad[, 1] and b.nad[, 1]
V = 313, p-value = 0.7936
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Em relação à avaliação das tarefas com 5 níveis, as notas atribuídas às tarefas são escores de 0 a 4, onde 0 significa que a tarefa não foi cumprida, e 4 a tarefa foi cumprida integralmente. Foi calculado o escore médio para cada interface, e verificado a normalidade das variáveis.

### Teste de Normalidade tarefas com 5 níveis

O mesmo procedimento aplicado para os questionários para avaliar a normalidade foi utilizado para avaliar os níveis da variável Escore, que são os escores médios dos exercícios de cada sujeito para as interfaces adaptada e não adaptada.

A interface Adaptada: A estatística de teste  $W$  do teste é 0.8795 e valor de  $p$  associado é  $\ll 0.001$ , assim rejeita-se a hipótese  $H_0$  e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.

Shapiro-Wilk normality test

```
data: b.ad[, 1]
W = 0.8795, p-value = 2.215e-05
```

A interface não-adaptada: A estatística de teste  $W$  do teste é 0.8904 e valor de  $p$  associado é  $\ll 0.001$ , assim rejeita-se a hipótese  $H_0$  e conclui-se que os dados não possuem distribuição Normal.

## Shapiro-Wilk normality test

```
data: b.nad[, 1]
W = 0.8904, p-value = 5.249e-05
```

Comparação dos escores

A comparação de interesse é avaliar se houve diferença significativa nas notas para cada interface representadas pelos níveis 0, 1, 2, 3 e 4. Verifica-se que em termos da mediana dos escores médios calculados que eles são muito próximos.

	ambiente	mediana
1	AD	3.333333
2	NAD	3.000000

Aplica-se o teste de Wilcoxon Pareado que fornece um uma estatística de teste  $V = 437.5$  e um valor de  $p$  associado de  $0.3315$ . Verifica-se que os dados não fornecem evidências para rejeitar a hipótese  $H_0$  e concluí-se que as interfaces possuem o mesmo escore.

## Wilcoxon signed rank test with continuity correction

```
data: b.ad[, 1] and b.nad[, 1]
V = 437.5, p-value = 0.3315
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Em relação à eficiência, verificamos o número de passos executados para a realização das tarefas entre os dois ambientes. Aplicando o teste de normalidade para o ambiente adaptado temos uma estatística de teste  $W = 0.6259$  e valor de  $p$  associado de  $\ll 0.001$ , desta forma rejeita-se a hipótese nula e concluí-se que os dados não possuem uma distribuição Normal.

## Shapiro-Wilk normality test

```
data: p.ad[, 1]
W = 0.6259, p-value = 1.765e-10
```

Aplicando o teste de normalidade para o ambiente não adaptado temos uma estatística de teste  $W = 0.754$  e valor de  $p$  associado de  $\ll 0.001$ , desta forma rejeita-se a hipótese nula e concluí-se que os dados não possuem uma distribuição Normal.

## Shapiro-Wilk normality test

```
data: p.nad[, 1]
W = 0.754, p-value = 3.823e-08
```

Como que os dados não possuem distribuição normal, aplicou-se o teste de Wilcoxon Pareado para avaliar se os passos para execução das tarefas dos ambientes adaptados e não adaptados são iguais. Abaixo temos que numericamente as medianas

dos dois ambientes diferem entre si. Tendo o ambiente adaptado uma mediana de 3.833333 contra uma mediana de 2.5 do ambiente não adaptado.

```
> median(na.omit(p.ad[,1]))
```

```
[1] 3.833333
```

```
> median(na.omit(p.nad[,1]))
```

```
[1] 2.5
```

O teste de Wilcoxon Pareado retornou uma estatística de teste  $V = 505.5$  e um valor de  $p$  associado de 0.3343, verifica-se que os dados não fornecem evidências para rejeitar a hipótese  $H_0$  e concluí-se que não há diferença quanto ao número de passos entre as interfaces.

```
Wilcoxon signed rank test with continuity correction
```

```
data: p.ad[, 1] and p.nad[, 1]
```

```
V = 505.5, p-value = 0.3343
```

```
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

## 5.6 Discussão do capítulo

Este capítulo apresentou o planejamento, execução e avaliação dos experimentos. Algumas propostas iniciais de avaliação foram repensadas de acordo com a amostra e interface implementada. Os **dados sugerem** que a interface adaptada culturalmente tem mais satisfação dos participantes do que a interface não-adaptada culturalmente. Quanto a eficácia, em termos da realização das tarefas, e eficiência, em termos dos passos para a execução das tarefas, os dados não demonstram diferenças significativas estatisticamente. Desta forma, mais experimentos devem ser executados, para uma análise mais profunda quanto a estas medidas.

Como resultados práticos deste capítulo, submetemos um artigo relacionado aos experimentos da tese, em fase de avaliação.

## 6 CONCLUSÃO

As pesquisas nos sistemas adaptativos educacionais provaram que considerar o contexto leva a uma melhor compreensão e personalização. A modelagem do contexto leva à concepção de sistemas que oferecem conteúdos de aprendizagem e serviços mais adequados para satisfazer às necessidades dos alunos. De fato, a modelagem contextual estende técnicas de modelagem tradicionais do usuário, por lidar explicitamente com aspectos que tenham uma influência significativa no processo de aprendizagem assistido por um sistema adaptativo, como os aspectos pessoais, educacionais, tecnológicos e culturais.

Este trabalho investigou a personalização em sistemas adaptativos educacionais através do contexto do usuário, especialmente em relação às características relativas ao contexto cultural, com a hipótese principal de que esses elementos fornecem uma personalização mais rica, mais específica aos usuários e aos critérios de adaptação. Como os sistemas *e-learning* avançam cada vez mais, se torna cada vez mais importante a modelagem contextual, especialmente no que se refere ao contexto cultural, que pode aumentar os benefícios de usabilidade e deste modo melhorar a adequação do ambiente para os alunos.

Este trabalho propõe e descreve uma abordagem para a modelagem de contexto e cultura nos sistemas adaptativos educacionais, para melhorar a adaptabilidade do sistema, representando explicitamente o contexto como uma extensão do modelo tradicional do aluno. O principal objetivo foi o de incrementar ainda mais as reais capacidades de sistemas de personalização fazendo uso de ontologias para modelar o contexto do aluno e os aspectos culturais em diferentes cenários. Ontologias foram usadas para modelar a informação contextual, propondo um modelo de três níveis para captar diferentes níveis de detalhes.

A proposta foi implantada em um sistema *e-learning* chamado AdaptWeb<sup>®</sup>, que teve sua arquitetura estendida para poder capturar, modelar e adaptar as novas características incorporadas no sistema.

Para a validação da proposta foram realizados experimentos em três países distintos, Argentina, Brasil e Uruguai, de modo a analisar se a interface adaptada culturalmente influencia na usabilidade do sistema. Todo o processo de avaliação e do *design* experimental é descrito. Como resultado, os dados apontam uma melhor satisfação do usuário para a interface adaptada culturalmente, o que comprova a hipótese em relação ao critério satisfação. Já os aspectos de usabilidade em relação à eficácia e eficiência

não puderem ser comprovados, visto que os dados não demonstraram diferenças significativas.

As principais contribuições desta tese são:

- Definição e implementação de um modelo de contexto do usuário utilizando quatro ontologias, relacionado aos contextos pessoal, educacional, tecnológico, e especialmente ao contexto cultural.
- Definição, implementação e experimentação do modelo de contexto cultural em um ambiente *e-learning*;
- Extensão e adaptação do ambiente AdaptWeb de forma a integrar estes modelos acima descritos.

As principais limitações deste trabalho estão relacionadas a seguir:

- O foco do trabalho foram os ambientes de *e-learning*, de forma que para generalizações outros domínios devem ser explorados (e.g. *e-commerce*, *e-government*, etc.);
- O contexto cultural pode conter outras características relacionadas às outras dimensões (e.g. social, profissional). Este trabalho focou somente na dimensão nacional.
- O trabalho contou com apenas um experimento completo, e para consolidação da abordagem é importante a realização de mais experimentos, em mais situações e países.

Como trabalhos futuros de curto prazo, pretendemos realizar mais experimentos para analisar mais profundamente os aspectos de usabilidade. Desta forma, outros perfis de usuários e outras disciplinas, com materiais adaptados culturalmente, deverão compor o ambiente, e experimentos mais complexos podem ser realizados, tais como as análises de disciplinas mais detalhadas, com uma avaliação formativa de todo o período.

Como trabalhos futuros de médio prazo, pretendemos incorporar outras características do contexto cultural no ambiente, tanto as características relativas ao contexto nacional (incorporando outras dimensões não implementadas), quanto aos aspectos relativos às outras camadas culturais, observando a relação de papéis e a relação social de cada aluno.

Essa incorporação está relacionada à modelagem do sistema, bem como aos mecanismos para fornecer a adaptabilidade e/ou recomendações guiadas pelos aspectos culturais. Desta forma, análises de outras técnicas adaptativas, bem como de técnicas de sistemas de recomendação podem ser necessárias para fornecer uma integração e melhoria de adaptabilidade.

Em relação aos trabalhos futuros de longo prazo, a modelagem de contexto deve ser aplicada a outros domínios, analisando as possibilidades e adaptações culturais necessárias para a experimentação e validação em outros ambientes.

Esta tese apresenta uma contribuição para melhorar a personalização em sistemas adaptativos com base em uma noção mais rica de contexto, e com foco no contexto cultural. Como resultados práticos, este trabalho pôde contribuir com algumas publicações descritas no Apêndice F e apresentadas cronologicamente na Figura 5.25.

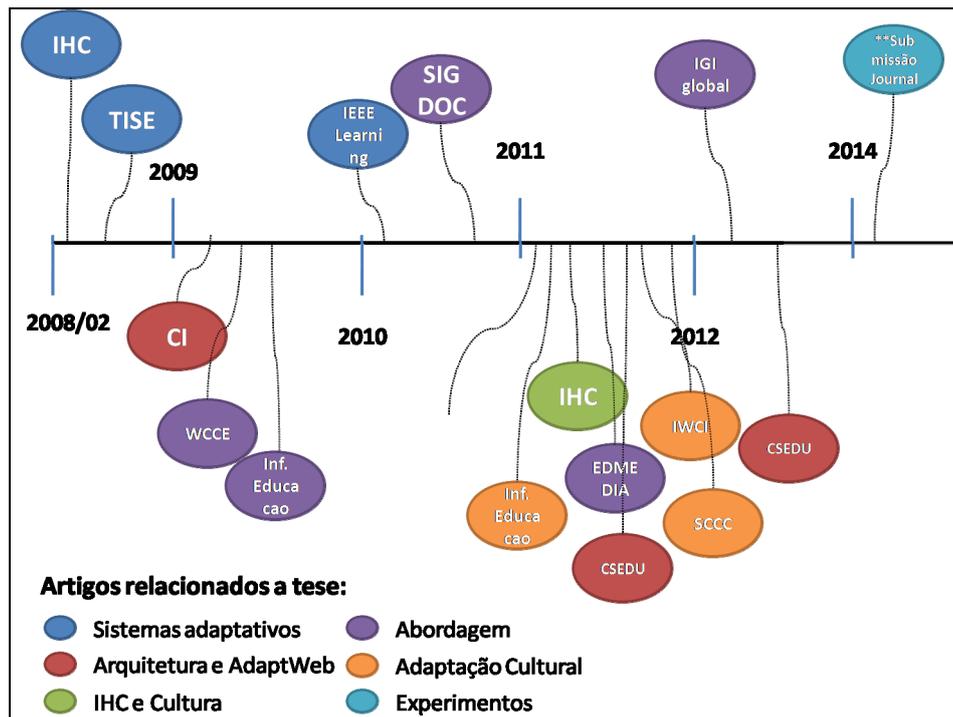


Figura 5.25: Cronologia das publicações

Percebe-se que cada artigo possui um enfoque e área de atuação, o que evidencia a multidisciplinaridade na submissão aos diversos veículos de publicação das áreas envolvidas (Interação Humano-Computador, Sistemas Adaptativos, Modelagem do Usuário, Sistemas Educacionais).

Para finalizar, esta tese não poderia ser realizada sem as valiosas contribuições dos orientadores e dos parceiros dos projetos de cooperação internacional. De fato, acreditamos que o envolvimento técnico e cultural e as experiências diversas puderam auxiliar na maneira em que pensamos e atuamos. A abordagem proposta é um resultado das várias intervenções e alterações discutidas nos projetos, e os experimentos realizados mostram a colaboração árdua e efetiva para a geração de resultados. Esperamos que outros projetos de colaboração possam ser realizados, melhorando cada vez mais o processo argumentativo, exploratório, de análise e de uma visão diferenciada acerca de um objeto de estudo.

## REFERÊNCIAS

ABARCA, M. G.; ALARCON, R. A.; BARRIA, R.; FULLER, D. Context-Based e-Learning Composition and Adaptation. In: On the Move to Meaningful Internet Systems 2006: OTM 2006 Workshops, 2006, [S.l]. **Proceedings...** Berlim, AL: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006, LNCS 4278, p. 1976–1985. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1007/11915072\\_106](http://dx.doi.org/10.1007/11915072_106)>. Acesso em 20 set. 2013.

ABOU-ZEID, El-Sayed. A culturally aware model of inter-organizational knowledge transfer. **Knowledge Management Research & Practice**, [S.l], v. 3, p. 146–155, 2005.

ABOWD, G. D.; COUTAZ, J.; NIGAY, L. Structuring the Space of Interactive System Properties. IN: IFIP TC2/WG2.7 Working Conference on Engineering for Human-Computer Interaction, 1992, Ellivuori, Finlândia. **Proceedings...** [S.l]: Elsevier, 1992, p. 113-129.

ABOWD, G. D.; DEY, A. K.; BROWN, P. J.; DAVIES, N.; SMITH, M.; STEGGLES, P. Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. In: 1<sup>st</sup> International Symposium on Handheld and Ubiquitous (HUC '99), Karlsruhe, Alemanha. **Proceedings...** Berlim: Springer-Verlag, LNCS 1707, 1999, p. 304-307.

ABOWD, G. D.; MYNATT, E. D. Charting Past, present, and Future Research in Ubiquitous Computing. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, v. 7, n. 1, p. 29-58, mar. 2000.

ADOMAVICIUS, G.; TUZHILIN, A. Context-aware recommender systems. **Recommender Systems Handbook**. Nova Iorque: Springer, p. 217-253, 2011.

AMARAL, Marília A. **Armazenamento Persistente de Dados no Ambiente AdaptWeb utilizando XML**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ANACLETO, J. C.; CARVALHO, A. F. P. de. Improving Human-Computer Interaction by Developing Culture-sensitive Applications based on Common Sense Knowledge. **Human Computer Interaction: New Developments**. [S.l:s.n], Capítulo 1, p. 1-30, 2008. Disponível em: <[http://www.intechopen.com/books/human\\_computer\\_interaction\\_new\\_developments](http://www.intechopen.com/books/human_computer_interaction_new_developments)> Acesso em: 01 nov. 2013.

ARMENTANO, Marcelo Gabriel. **A Bayesian Model for the Detection of User Intentions by Interface Agents**. 2006. 194 f. Dissertação (Mestrado em Computação) - Instituto de Sistemas Tandil, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Tandil, Argentina, 2006.

- ARYA, A.; JEFFERIES, N.; ENNS, J.; DiPaola. Facial actions as visual cues for personality. **Computer Animation and Virtual Worlds**, [S.l.], v. 17, n. 3-4, p. 371–382, 2006.
- BARBER, W.; BADRE, A. Culturability: The Merging of Culture and Usability. In: 4<sup>th</sup> Conference on Human Factors & the Web, 1998, Basking Ridge, NJ, Estados Unidos. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1998.
- BARBOSA, D. N. F.; AUGUSTIN, I.; BARBOSA, J. L. V. Learning in a Large-Scale Pervasive Environment . In: Fourth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOMW'06), 2006, [S.l.]: IEEE Computer Society. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2006.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador**. S]ao Paulo: Editora Campus-Elsevier, 2010.
- BEVAN, N. Extending Quality in Use to Provide a Framework for Usability Measurement. In: HCI International (HCII), 2009, San Diego, California. **Proceedings...** Berlim, AL: Springer-Verlag, 2009, LNCS 5619, p. 13–22.
- BLANCHARD, E. G.; MIZOGUCHI, R. Designing Culturally-Aware Tutoring Systems: Towards an Upper Ontology of Culture. In: 1<sup>st</sup> Workshop on Culturally-Aware Tutoring Systems (CATS) em conjunto com International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS2008), 2008, Montréal, Canadá. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2008, p. 23-34.
- BOSSARD, A. **Ontology-Based Cultural Personalization in Mobile Applications**. 2008. 111f. Thesis (Master Degree) - Department of Informatics, University of Zurich, 2008.
- BOTICARIO, J. G.; GAUDIOSO, E. Towards a Personalized Web-Based Educational System. In: Mexican International conference on Artificial Intelligence (MICA I 2000): Advances in Artificial Intelligence, México. **Proceedings...** Berlim: Springer-Verlag, LNAI 1793, 2000, p. 729-740.
- BOUZEGHOUB, A., DO NGOC, K. A situation based metadata for describing pervasive learning objects. In: 1<sup>st</sup> International Conference on Mobile Learning (mLearn 2008), 2008, Ironbridge, Reino Unido. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2008.
- BOUZEGHOUB, A., DO NGOC, K., LECOCQ, C. A Situation-Based Delivery of Learning Resources in Pervasive Learning. In: 2<sup>nd</sup> European Conf. on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2007), 2007, Creta, Grécia. **Proceedings...** Berlim: Springer-Verlag, LNCS 4753, 2007, p. 450-456.
- BRUSILOVSKY, P. Adaptive Hypermedia for Education and Training. In: DURLACH, P. J., LESGOLD A. M. (Eds). **Adaptive Technologies for Training and Education**, Cambridge: Cambridge University Press, Capítulo 3, 2012, p. 46 -65.
- BRUSILOVSKY, P., MILLÁN, E. User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. In: KOBASA, A., NEJDL W. (Eds.). **The Adaptive Web, Proceedings...** Berlim: Springer-Verlag, LNCS 4321, 2007, p. 3-53, Springer-Verlag.
- BRUSILOVSKY, P. Adaptive hypermedia. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, Holanda: Kluwer Academic Publishers, v. 11, n. 1, 2001, p. 87–110.
- BRUSILOVSKY, P. Methods and techniques of adaptive hypermedia. **User Modeling and User Adapted Interaction**, [S.l.], v.6, n. 2-3, 1996, p. 87-129.

- CAIRNS, P. COX, A. L. **Research Methods for Human-Computer Interaction**. Reino Unido: Cambridge University Press, 2008.
- CALLAHAN, E. Cultural similarities and differences in the design of university websites. **Journal of Computer-Mediated Communication**, [S.l]: Blackwell Publishing Inc, v. 11, n.1, p. 239-273, 2005.
- CHANDRAMOULI, K.; STEWART, C.; BRAILSFORD, T.; IZQUIERDO, E. CAE-L: An Ontology Modelling Cultural Behaviour in Adaptive Education. In: Third International Workshop on Semantic Media Adaptation and Personalization, [S.l], 2008. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2008, p. 183- 188.
- CHEN, G.; KOTZ, D. **A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research**. Technical Report TR2000-381, Dartmouth College, Hanover, NH, (USA), 2000.
- CLEMMENSEN, T. Templates for cross-cultural and culturally specific usability testing: results from field studies and ethnographic interviewing in three countries. **International Journal of Human-Computer Interaction**, [S.l]: Taylor & Francis, v. 27, n. 7, 2011, p. 634-669.
- CLEMMENSEN, T.; HERTZUM, M.; HORNBÆK, K.; SHI, Q.; YAMMIYAVAR, P. Cultural cognition in usability evaluation. **Interacting with Computers**, [S.l]: Elsevier, v. 21, n. 3, 2009, p. 212-220.
- COMPUTER INDUSTRY ALMANAC. **Worldwide Internet Users Top 1 Billion in 2005**, 2006. Disponível em: <<http://www.c-i-a.com/pr0106.htm>>. Acesso em 11 fev. 2011.
- CONSTANTINE, L. L.; LOCKWOOD, L. A. D. **Software for Use: A Practical Guide to the Models and Methods of Usage-Centered Design**. Boston: Addison-Wesley, 1999.
- COUTAZ, J.; CROWLEY, J.; DOBSON, S.; GARLAN, D. Context is Key. **Communications of the ACM**, Nova Iorque]: ACM, v. 48, n.3, 2005, p. 49-53.
- CYR, D.; HEAD, M.; LARIOS, H. Colour appeal in website design within and across cultures: A multi-method evaluation. **International Journal of Human-Computer Studies**, Duluth, MN: Elsevier, v. 68, n. 1, 2010, p. 1-21.
- DE BRA, P. Design Issues in Adaptive Web-Site Development. In: WORKSHOP ON ADAPTIVE SYSTEMS AND USER MODELING ON THE WWW, 1999, Canada. Proceedings.
- DEL GALDO, E. M; NIELSEN, J. (Eds.). **International user interfaces**. New York, NY: John Wiley & Sons, 1996.
- DEY, A. K. Understanding and Using Context. **Personal and Ubiquitous Computing Journal**, [S.l], v. 5, n. 1, p. 4-7, 2001.
- DEY, A. K., ABOWD, G.D.; SALBER, D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. **Journal of Human-Computer Interaction**, Hillsdale, NJ: L. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., v. 16, p. 97-166, 2001.
- DEY, A.; ABOWD, G.D. Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. In: Workshop on The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness - ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), 2000.

DHILLON, B. **Effects of cultural background of user on interface usability a case study**. [S.l]:VDM Verlag, 2010.

DIX, A.; RODDEN, T.; DAVIES, N.; TREVOR, J.; FRIDAY, A.; PALFREYMAN, K. Exploiting space and location as a design framework for interactive mobile systems. **Journal ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)**, Nova Iorque, v. 7, n. 3, p. 285-321, 2000.

DOCKHORN COSTA, P.; GUIZZARDI, G.; ALMEIDA, J.; PIRES, L.; VAN SINDEREN, M. Situations in Conceptual Modeling of Context. In: 10<sup>th</sup> IEEE on International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops (EDOCW '06), [S.l], 2006 **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2006.

DOCKHORN COSTA, P.; ALMEIDA, J.; PIRES, L.; Van SINDEREN, M. Situation Specification and Realization in Rule-Based Context-Aware Applications. In: 7<sup>th</sup> IFIP WG 6.1, DAIS 2007, Paphos, Cyprus, 2007. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, LNCS 4531, 2007, p. 32-47.

DORMANN, C.; CHISALITA, C. Cultural Values in Web Site Design. In: European Conference on Cognitive Ergonomics, 2002, Catania, Itália. **Proceedings...** [S.l: s.n], 2002.

EBERLE, P.; SCHWARZINGER, C.; STARY, C. User modelling and cognitive user support: towards structured development. **Universal Access in the Information Society**, [S.l]: Springer, v. 10, n. 3, 2011, p. 275-293.

EIRINAKI, M.; VAZIRGIANNIS, M. Web mining for web personalization. **ACM Transactions on Internet Technology**, [S.l], v. 3, n.1, p. 1-27, 2003.

ESSALMI, F.; AYED, L. J. B.; JEMNI, M.; KINSHUK; GRAF, S. A fully Personalization Strategy of E-Learning Scenarios. **Computers in Human Behavior**, [S.l], v. 26, n. 4, p. 581-591, 2010.

EUNE, J.; LEE, K. P. Cultural dimensions in user preferences and behaviors of mobile phones and interpretation of national cultural differences. In: Internationalization, Design and Global Development, [S.l], 2009. , **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, LNCS 5623, 2009, p. 29-38.

EVERS, V.; DAY, D. The role of culture in interface acceptance. IN: IFIP TC13 Interantional Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT'97), 1997, Sidnei, Austrália. **Proceedings...** London, UK: Springer US, 1997, p. 260-267.

EYHARABIDE, V.; AMANDI, A. Semantic spam filtering from personalized ontologies. **Journal of Web Engineering (JWE)**, [S.l]: Rinton Press, v. 7, n. 2, p. 158-176, 2008.

EYHARABIDE, V.; AMANDI, A. An Ontology-Driven Conceptual Model of User Profiles. In: Simposio Argentino de Inteligencia Artificial (ASAI07), 2007, Mar Del Prata, Argentina. **Proceedings...** Mar Del Prata, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa, 2007, p. 101-115.

EYHARABIDE, V. ; GASPARINI, I. ; SCHIAFFINO, S. ; PIMENTA, Marcelo S. ; AMANDI, A. Personalized e-learning environments: considering students contexts. In: 9<sup>th</sup> IFIP TC3 World Conference on Computers in Education (WCCE2009), Bento Gonçalves, Brasil, Jul. 2009. **Proceedings...** Alemanha: Springer, IFIP AICT 302 (Best papers), 2009, v. 302. p. 48-57.

- FELDER, R.; BRENT, R. Understanding Student Differences. **Journal of Engineering Education**, [S.l.], v. 94, n. 1, p. 57-72, 2005.
- FELDER, R. M.; SILVERMAN, L.K. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. **Journal of Engineering in Education**, Washington, v. 78, n. 7, p. 674-681, 1988.
- FELDER, R. M.; SOLOMAN, B. A. **Index of Learning Styles Questionnaire**. Disponível em <<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>>. Acesso em 01 de nov. 2013.
- FOLMER, E.; BOSCH, J. Architecting for usability: a survey. **Journal of systems and software**, [S.l.], v. 70, n. 1, p.61-78, 2004.
- FORBES-RILEY, K.; LITMAN, D.; ROTARU, M. Responding to student uncertainty during computer tutoring: A preliminary evaluation. In: 9<sup>th</sup> International conference on intelligent tutoring systems (ITS), Montreal, 2008. **Proceedings...** Montreal, Canadá.
- FORD, N.; CHEN, S. Y. Individual Differences, Hypermedia Navigation, and Learning: An Empirical Study. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, [S.l.], v. 9, n. 4, p. 281-311, 2000.
- FRANSEN-THORLACIUS, O; HORNBAEK, KH, M.; CLEMMENSEN, T. Non-universal usability?: a survey of how usability is understood by Chinese and Danish users. In: ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2009, [S.l]: ACM, 2009, **Proceedings...** [S.l]: ACM, p. 41-50.
- FREITAS, V. de; MARÇAL, V. P.; GASPARINI, I.; AMARAL, M. A., PROENÇA JR, M.; BRUNETTO, M. A. C.; PIMENTA, M. S.; PINTO, C., LIMA, J; Valdeni de, PALAZZO M. de Oliveira, J. AdaptWeb: an Adaptive Web-based Courseware In: International Conference on Information and Communication Technologies in Education (ICTE2002), 2002, Badajoz. **Proceedings...** [S.l: s.n], 2002.
- GARCÍA, P.; AMANDI, A.; SCHIAFFINO, S.; CAMPO, M. Evaluating Bayesian networks' learning styles. **Computers & Education**, [S.l.], v. 49, p 794–808, 2007.
- GASPARINI, Isabela. **Interface Adaptativa no ambiente AdaptWeb: navegação e apresentação adaptativa baseada no modelo do usuário**. 2003. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S.; AMARAL, M. A.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Navegação e apresentação adaptativos em um ambiente de EAD na Web. In: Webmedia & LA-Web 2004 Joint Conference - 10<sup>th</sup> Brazilian Symposium on Multimedia and the Web, 2004, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Porto Alegre: SBC. p. 41-50.
- GAY, G.; HEMBROOKE, H. **Activity-centered design: An ecological approach to designing smart tools and usable systems**. Cambridge, MA: MIT Press, 2004.
- GEORGE, R.; NESBITT, K.; GILLARD, P.; DONOVAN, M. Identifying Cultural Design Requirements for an Australian Indigenous Website. In: Eleventh Australasian Conference on User Interface (AUI '10), 2010, Brisbane, Austrália. **Proceedings...** Darlinghurst: Australian Computer Society, v. 106, 2010.
- GODOY, D.; SCHIAFFINO, S.; AMANDI, A. Interface Agents Personalizing Web-based Tasks. **Cognitive Systems Research Journal** (Special Issue on Intelligent Agents and Data Mining for Cognitive Systems), [S.l.], v. 5, p. 207–222, 2004.

- GOLDBERG, L. R. The structure of phenotypic personality traits. **American Psychologist**, [S.l], v. 48, p. 26-34, 1993.
- GOREN-BAR, D.; GRAZIOLA, I.; PIANESI, F.; ZANCANARO, M. The influence of personality factors on visitor attitudes towards adaptivity dimensions for mobile museum guides. **User Modeling and User Adapted Interaction**, [S.l], v. 16, n.1, p. 31-62, 2006.
- GRAF, S. Fostering Adaptivity in E-Learning Platforms: A Meta-Model Supporting Adaptive Courses. In: International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA), 2005, Porto, Portugal. **Proceedings...** Porto: IADIS, 2005. p. 440-443.
- GRAF, S.; LIU, T. C.; KINSHUK; CHEN, N. S.; YANG, S. J. H. Learning Styles and Cognitive Traits - Their Relationship and its Benefits in Web-based Educational Systems. **Computers in Human Behavior**, [S.l], v. 25, n. 6, p. 1280-1289, 2009a.
- GRAF, S; YANG, G.; LIU, TC; KINSHUK. Automatic, Global and Dynamic Student Modeling in a Ubiquitous Learning Environment. **International Journal on Knowledge Management and E-Learning**, [S.l], v. 1, n. 1, p. 18-35, , 2009b.
- GUZMAN, J.; MOTZ, R. Towards an Adaptive Cultural E-Learning System. In: 3<sup>th</sup> Latin American Web Congress (LA-WEB '05), 2005, Buenos Aires, Argentina. **Proceedings...** [S.l]: IEEE Computer Society, 2005.
- HALL, E. R. **Beyond Culture**. [S.l]:Anchor Books, USA, 1989.
- HALL, E.; HALL, M. **Understanding Cultural Differences**. Maine: Intercultural Press, 1990.
- HEIMGÄRTNER, R. Intercultural User Interface Design –Culture-Centered HCI Design –Cross-Cultural User Interface Design: Different Terminology or Different Approaches?. In: Second international conference on Design, User Experience, and Usability: health, learning, playing, cultural, and cross-cultural user experience - DUXU/HCI2, 2013, Las Vegas, NV. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, Part II, LNCS 8013, 2013, p. 62–71.
- HEIMGÄRTNER, R.; HOLZINGER, A.; ADAMS, R. From Cultural to Individual Adaptive End-User Interfaces: Helping People with Special Needs. In: 11<sup>th</sup> International Conference on Computers Helping People with Special Needs, 2008, [S.l]. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, LNCS 5105, 2008, p. 82–89.
- HENZE, N.; NEJDL, W. Adaptation in open corpus hypermedia. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, [S.l], v. 12, n. 4, p. 325–350, 2001.
- HEIFT, T.; NICHOLSON, D. Web delivery of adaptive and interactive language tutoring. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, [S.l], v. 12, n. 4, p. 310–324, 2001.
- HINZ, V. T.; GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S. Em busca de recomendação de objetos de aprendizagem em um ambiente e-learning com uso de ontologias. In: LACLO 2011 - Sexto Congresso Latino-americano de Objetos de Aprendizagem, 2011, Montevideu. **Proceedings...** [S.l: s.n], 2011.
- HONG, J.; SUH, E.; KIM, S. Context-aware systems: A literature review and classification. **Expert Systems with Applications**, [S.l], v. 36, n. 4, p. 8509-8522, 2009.

- HOFSTEDE, G. **Culture's Consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions and Organizations Across Nations**. 2. ed. Thousand Oaks CA: SAGE Publications, 2001.
- HOFSTEDE, G. **Cultures and Organizations: Software of the Mind**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2005.
- HOFSTEDE, G.; HOFSTEDE, G. J.; MINKOV, M. **Cultures and organization: Software of the Mind**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 2010.
- IEEE. **Draft Standard for Learning Object Metadata**. 2002 Disponível em: <[http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)>. Acesso em: 01 nov. 2013.
- ISA, Wan Abdul Rahim Wan Mohd; NOOR, Nor Laila Md; MEHAD, Shafie. Incorporating the cultural dimensions into the theoretical framework of website information architecture. In: 2<sup>nd</sup> International Conference on Usability and Internationalization, 2007, [S.l]. **Proceedings...** Berlim: Springer-Verlag Part 1, LNCS 4559, 2007, p. 212-221.
- ISO 9241-11:1998**. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11: Guidance on usability.
- ISO 9241-151, 2008**. Ergonomics of human-system interaction — Part 151: Guidance on World Wide Web user interfaces.
- JAMESON, A. Modelling both the Context and the User. **Personal Ubiquitous Computing**, [S.l], v. 5, n. 1, p. 29-33, 2001.
- JAND, S. J.; WOO, W. Unified Context Describing User-Centric Situation: Who, Where, When, What, How and Why. In: First Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems, 2005, [S.l]. **Proceedings...** [S.l:s.n], 2005.
- JONES, M.; ALONY, I. The Cultural Impact of Information Systems – Through the Eyes of Hofstede – A Critical Journey. **Issues in Informing Science and Information Technology**, [S.l], v. 4, p. 407-419, 2007.
- JONES, M. Hofstede - Culturally questionable? In: Oxford Business & Economics Conference, 2007, [S.l]. **Proceedings...** [S.l:s.n], 2007.
- JOVANOVIĆ, J.; GAŠEVIĆ, D.; TORNIAI, C.; BATEMAN, S.; HATALA, M. The Social Semantic Web in Intelligent Learning Environments: state of the art and future challenges. **Interactive Learning Environments**, [S.l], v.17, n. 4, p. 273-309, 2009.
- JOVANOVIĆ, J.; GAŠEVIĆ, D.; KNIGHT, C.; RICHARDS, G. Ontologies for Effective Use of Context in e-Learning Settings. **Educational Technology and Society**, [S.l], v. 10, n. 3, p. 47-59, 2007.
- KAMENTZ, E.; WOMSER-HACKER, C. Defining Culture-Bound User Characteristics as a Starting-Point for the Design of Adaptive Learning Systems. **Journal of Universal Computer Science**, [S.l], v. 9, n. 7, 2003, p. 596-607.
- KHASLAVSKY, J. Integrating Culture Into Interface Design, In: ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1998, [S.l]. **Proceedings...** [S.l:s.n], 1998, p. 365-366.

- KIMURA, M. H.; KEMCZINSKI, A.; GASPARINI, I.; PERNAS, A. M.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Aumentando a flexibilidade de um sistema e-learning adaptativo através da abordagem *responsive webdesign*. **IEEE-RITA**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 203-210, 2012.
- KNUTOV, E.; DE BRA, P.; PECHENIZKIY, M. AH 12 years later: a comprehensive survey of adaptive hypermedia methods and techniques. **New Review of Hypermedia and Multimedia**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 5-38, 2009.
- KOCH, N. P. **Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems – Reference Model, Modeling Techniques and Development Process**. 2001. 371f. PhD Thesis. Ludwig-Maximilians-Universität München, 2001.
- KOFOD-PETERSEN, A.; CASSENS, J. Using activity theory to model context awareness. In: Second International Workshop Modeling and Retrieval of Context, Edinburgh, UK, 2006. **Proceedings...** Berlim: Springer-Verlag, LNCS 3946, 2006. p. 1-17.
- KOFOD-PETERSEN, A.; MIKALSEN, M. Context: Representation and Reasoning Representing and Reasoning about Context in a Mobile Environment. **Revue d'Intelligence Artificielle**, França, v. 19, p. 479-498, 2005.
- LAZAR, J.; FENG, J. H.; HOCHHEISER, H. **Research Methods in Human-Computer Interaction**. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 2010.
- LEE, I.; CHOI, G. W.; KIM, J.; KIM, S.; LEE, K.; KIM, D.; HAN, M.; PARK, S. Y.; AN, Y. Cultural dimensions for user experience: cross-country and cross-product analysis of users' cultural characteristics. In: 22<sup>nd</sup> British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction, 2008. **Proceedings...** Swinton, UK:British Computer Society, v. 1, 2008, p. 3-12.
- LEMLOUMA, T.; LAYAÏDA, N. Context-Aware Adaptation for Mobile Devices. In: IEEE International Conference on Mobile Data Management, 2004, [S.l.]. **Proceedings...** [S.l.:s.n], 2004, p. 106-111.
- MACKENZIE, I. S. **Human-Computer Interaction: An Empirical Research Perspective**. Waltham, MA: Elsevier, 2013.
- MARCUS, A. Cross-cultural user-experience design. In: 4th international conference on Diagrammatic Representation and Inference (Diagrams 2006), 2006, [S.l.]. **Proceedings...** Berlim: Springer-Verlag, LNCS 4045, 2006, p. 16-24.
- MARCUS, A. Dare We Define User-Interface Design? **Interactions**, [S.l.], v. 9, n. 5, p. 19-24, 2002.
- MARCUS, A.; Cross-Cultural User-Interface Design. In: Human-Computer Interface International (HCII) Conference, 2001, [S.l.]. **Proceedings...** New Orleans, LA: Lawrence Erlbaum Associates, 2001, p. 502-505.
- MARCUS, A.; GOULD, E. W. Globalization, Localization, and Cross-Cultural User-Interface Design. In: JACKO, J. A. (Ed.). **Human-Computer Interaction Handbook Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications**. 3a. ed., CRC Press, 2012, Capítulo 15, p. 341-366.
- MARCUS, A.; GOULD, E. W. Crosscurrents: Cultural Dimensions and Global Web User- Interface Design. **Interactions**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. :32-46, 2000a.

- MARCUS, A.; GOULD, E. W. Cultural Dimensions and Global Web User-Interface Design: What? So What? Now What?. In: 6<sup>th</sup> Conference on Human Factors and the Web, 2000b, Austin, Texas. **Proceedings...** [S.l:s.n], 2000b.
- MITROVIC, A. An intelligent SQL tutor on the web. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, [S.l], v 13, n. 2–4, p. 171–195, 2003.
- MOBlearn. **MOBlearn final report**. 2003. Disponível em <<http://www.mobilearn.org>>. Acesso em 01 nov. 2013.
- MORAN, T. P. Deformalizing computer and communication systems (position paper). In: InterCHI 93 Research Symposium, 1993, [S.l]. **Proceedings...** [S.l:s.n], 1993.
- MORAN, Robert T; HARRIS, Philip R.; MORAN, Sarah V. **Managing Cultural Differences: Global Leadership Strategies for the 21st Century**. 7<sup>th</sup> ed. Estados Unidos: Elsevier Inc., 2007.
- MOTZ, R.; GUZMÁN, J.; DECO, C.; BENDER, C. Applying Ontologies to Educational Resources Retrieval driven by Cultural Aspects. **Journal of Computer Science & Technology (JCS&T)**, [S.l], v. 5, n. 4, p. 279 – 284, 2005.
- MUÑOZ, L. M. **Ontology-based Metadata for e-learning Content**. 2004. 153f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) –Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- NAZIR, A.; ENZ, S.; LIM, M. Y.; AYLETT, R.; CAWSEY, A. Culture–personality based affective model. **AI & society**, [S.l],v. 24, n. 3, p. 281-293, 2009.
- NIELSEN, Jakob. **Usability engineering**. Oxford, UK: Elsevier, 1993.
- NUNES, V. T.; SANTORO, F. M.; BORGES, M. R. S. Capturing Context about Group Design Processes. In: 11<sup>th</sup> International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), 2007, Melbourne, Austrália. 2007 **Proceedings...** [S.l:s.n], 2007, p. 18-23.
- PALAZZO M. de Oliveira, J; BRUNETTO, M; PROENÇA JR, M.; PIMENTA, M. S.; PINTO, C. H. F.; LIMA, J. Valdeni de; FREITAS, V. de; MARÇAL, V. P.; GASPARINI, I.; AMARAL, M. A. AdaptWeb: um Ambiente para Ensino-aprendizagem Adaptativo na Web. **Educar em revista**, Curitiba, número especial, p. 175-197, 2003.
- PAWLOWSKI, Jan M. Culture Profiles: Facilitating Global Learning and Knowledge Sharing. In: 16<sup>th</sup> International Conference on Computers in Education (ICCE 2008), 2008, [S.l]. **Proceedings...** [S.l:s.n], 2008, p 537- 544.
- PEÑA, C.; MARZO, J.; DE LA ROSA, J.; FABREGAT, R. Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje. In: V Congreso Iberoamericano de informática educativa (IE2002), Vigo, Spain, 2002. **Proceedings...** Vigo:[S.n], 2002.
- PERNAS, Ana Marilza. **Sensibilidade à Situação em Sistemas Educacionais na Web**. 2012. 164f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) –Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- PIMENTA, Marcelo S. **TAREFA: Une Approche pour l’Ingénierie des Besoins des Systèmes Interactifs**. Thèse (Doctorat en Informatique) - Université Toulouse 1, Toulouse, França, 1997.

- PIMENTA, M.S.; BARTHET, M.-F. Context Modelling for an Usability Oriented Approach to Interactive Systems Requirements Engineering. In: IEEE International Symposium and Workshop on Engineering of Computer Based Systems (ECBS 96), 1996, Friedrichshafen, Germany. **Proceedings...** [S.l, s.n], 1996.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction**. New York, NY: John Wiley & Sons, 2002.
- PURCHASE, H. C. **Experimental Human-Computer Interaction- a practical guide with visual examples**. New York, NY: Cambridge University Press, 2012.
- RAU, P.-L.P.; PLOCHER, T.; CHOONG, Yee-Yin. **Cross-cultural design for IT products and services**. [S.l]: CRC Press, Taylor & Francis, 2013.
- RECABARREN, M., NUSSBAUM, M. Exploring the feasibility of web form adaptation to users' cultural dimension scores. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, [S.l], v. 20, n.1, p. 87-108, 2010.
- REINECKE, K.; BERNSTEIN, A. Improving Performance, Perceived Usability, and Aesthetics with Culturally Adaptive User Interfaces. **Transactions on Computer-Human Interaction**, New York, NY, v.18, n.2, artigo 8, jun. 2011.
- REINECKE, K. **Culturally Adaptive User Interfaces**. 2010. 260f. Thesis (Doctor of Science), Department of Informatics, University of Zurich, 2010.
- REINECKE, K.; BERNSTEIN, A. Knowing What a User Likes - a Design Science Approach to Interfaces that Automatically Adapt to Culture, **MIS Quarterly**, [S.l], v. 37, n. 2, p. 427-454, 2013.
- REINECKE, K.; BERNSTEIN, A. Tell Me Where You've Lived, and I'll Tell You What You Like: Adapting Interfaces to Cultural Preferences. In: International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization (UMAP), 2009, Trento, Itália. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, LNCS 5535, 2009, p. 185-196.
- REINECKE, K.; BERNSTEIN, A. Predicting User Interface Preferences of Culturally Ambiguous Users. In: International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), 2008, Florença, Itália. **Proceedings...** [S.l]:ACM Digital Library, 2008.
- REINECKE, K.; REIF, G.; BERNSTEIN, A. Cultural User Modeling With CUMO: An Approach to Overcome the Personalization Bootstrapping Problem. In: Workshop on Cultural Heritage on the Semantic Web, em conjunto com 6<sup>th</sup> International Semantic Web Conference, 2007. **Proceedings...** [S.l, s.n], 2007.
- REINECKE, K.; SCHENKEL, S.; BERNSTEIN, A. Modeling a User's Culture. In: BLANCHARD, E. G.; ALLARD, D. (Eds.). **The Handbook of Research in Culturally-Aware Information Technology: Perspectives and Models**, [S.l]: IGI Global, capítulo 11, p. 242-264, 2010.
- REHM, M. From multicultural agents to culture-aware robots. In: 15th International Conference, HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, part III, LNCS 8004, p. 431-440, 2013.
- ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jenny. **Design de Interação: além da interação humano-computador**. 3a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- ROSA, G.P.J; OGATA, H.; YANO, Y. A multi-Model Approach for Supporting the Personalization of Ubiquitous Learning Applications. In: IEEE International Workshop

on Wireless and Mobile Technologies in Education, 2005, [s.l]. **Proceedings...** [S.l, s.n], 2005, p. 40-44.

ROSSON, M., CARROLL, J. **Usability Engineering: Scenario-Based Development of Human-Computer Interaction.** [S.l]:Morgan Kaufmann. 2002.

RUBIN, J; CHISNELL, D. **Handbook of Usability Testing: How to plan, design, and conduct effective tests.** 2. ed. Indianápolis, Indiana: Wiley, 2008.

SALGADO, L. C. de C.; LEITÃO, C. F.; SOUZA, C. S. **A Journey Through Cultures: Metaphors for Guiding the Design of Cross-cultural Interactive Systems.** Londres: Springer (Human-Computer Interaction Series), 2013.

SAMPSON, D. G.; KARAMPPIPERIS, P. Decision models in the design of adaptive educational hypermedia systems. In: GRAF, S; LIN, F.; KINSHUK; MCGREAL, R. (Ed.). **Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers,** [S.l]: Igi Global, 2012, capítulo 1, p 1- 18.

SAVARD, I.; BOURDEAU, J.; PAQUETTE, G. Cultural Variables in the Building of Pedagogical Scenarios: the Need for Tools to Help Instructional Designers. In: Workshop on Culturally-Aware Tutoring Systems (CATS 2008) em conjunto com Intelligent Tutoring Systems (ITS2008). **Proceedings...** [S.l:s.n], 2008, p. 83-92.

SCHIAFFINO, S.; AMANDI, A. Intelligent User Profiling. Artificial Intelligence: An International Perspective. In: BRAMER, Max (Ed.) **Artificial Intelligence An International Perspective,** [S.l]: Springer Berlin Heidelberg, LNCS, 5640, 2009, p. 193-216.

SCHIAFFINO, S.; GARCÍA, P.; AMANDI, A. eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students. **Computers and Education,** [S.l], v. 51, n. 4, p. 1744 – 1754, 2008.

SCHILIT, B., ADAMS, N. WANT, R. Context-Aware Computing Applications. In: 1<sup>st</sup> International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1994, [S.l]. **Proceedings...** [S.l:s.n], 1994, p. 85-90.

SCHMIDT, Kay-Uwe; STOJANOVIC, L.; STOJANOVIC, N.; THOMAS, S. On Enriching Ajax with Semantics: The Web Personalization Use Case. In: KIFER. E. F. M.; MAY, W. (Eds.) **The semantic web: research and applications,** [S.l]: Springer-Verlag, LNCS 4519, 2007, p. 686 – 700.

SCHMITZ, J. **Cultural Orientations Guide.** Princeton, NJ: Princeton Training Press, 2003.

SCHWERTNER, M. A.; RIGO, S. J.; PALAZZO de Oliveira, J. Mineração de uso em sistema de informação na Web. In: Escola Regional de Banco de Dados, 2007, Caxias do Sul, RS. , 2007. **Proceedings...** [S.l]: SBC, 2007.

SEFFAH, A.; METZKER, E. **Adoption-centric Usability Engineering: Systematic Deployment, Assessment and Improvement of Usability Methods Measurement in Software Engineering.** Londres: Springer, 2009.

SHACKEL, B. **Usability – Context, Framework, Design and Evaluation. Human Factors for Informatics Usability.** Cambridge: Cambridge University Press, 1991, p. 21–28.

- SHARPLES, M.; TAYLOR, J.; VAVOULA, G. A Theory of Learning for the Mobile Age. In: ANDREWS, R.; HAYTHORNTHWAITE, C. **The Sage Handbook of Elearning Research**. London: Sage, 2007, p. 221-247.
- SHEN, Siu-Tsen; WOOLLEY, M.; PRIOR, S. Towards culture-centred design. **Interacting with computers**, [S.l.], v. 18, n. 4, p. 820-852, 2006.
- SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. **Designing the user interface**. 5. ed. Boston, MA: Addison-Wesley, 2010.
- SHUTE, V. J.; ZAPATA-RIVERA, D. Adaptive Educational Systems. In: DURLACH, P. (Ed.) **Adaptive Technologies for Training and Education**. Cambridge: New York, NY: Cambridge University Press, 2012, p. 7-27.
- SIEG, A.; MOBASHER, B.; BURKE, R. Representing Context in Web Search with Ontological User Profiles. In: 6th International and Interdisciplinary Conference, 2007, Roskilde, Dinamarca. **Proceedings...** [S.l.]: Springer, LNCS 4635, 2007, p. 439-452.
- SMITH, A. Issues in adapting usability testing for global usability. In: DOULAS, I.; LIU, Z. (Eds). **Global Usability**, Londres: Springer London, 2011, p. 23-38.
- SMITH, A. S. G.; BLANDFORD, A. MLTutor: An application of machine learning algorithms for an adaptive web-based information system. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, [S.l.], v. 13, n. 2-4, 2003, p. 233-260.
- SOUTO, M. A. M. Diagnóstico on-line do Estilo Cognitivo de Aprendizagem do Aluno em um Ambiente Adaptativo de Ensino e Aprendizagem na Web: uma Abordagem Empírica baseada na sua Trajetória de Aprendizagem. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003, p. 23 - 25.
- STEPHANIDIS, C. User Interfaces for All: New perspectives into Human-Computer Interaction. In: STEPHANIDIS, C. (Ed.). **User Interfaces for All - Concepts, Methods, and Tools**, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2001, p. 3-17.
- SUCHMAN, L. **Plans and Situated Actions: The problem of human-machine communication**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- SUN, Huatong. **Cross-cultural technology Design: creating culture-sensitive technology for local users**. Oxford: Oxford university press - Human-Technology Interaction series, 2012.
- SUN, X.; MAY, A. The role of spatial contextual factors in mobile personalization at large sports events. **Personal and Ubiquitous Computing**, [S.l.], v. 13, n. 4, p. 293-302, 2009.
- TARPIN-BERNARD, F.; HABIEB-MAMMAR, H. Modeling elementary cognitive abilities for adaptive hypermedia presentation. **User Modeling and User Adapted Interaction**, [S.l.], v. 15, n. 5, p. 459-495, 2005.
- TETCHUENG, J. L.; GARLATTI, S.; LAUBE, S. A Didactic-based Model of Scenarios for Designing an Adaptive and Context-Aware Learning System. In: IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, 2007, [S.l.]. **Proceedings...** [S.l.], IEEE Computer Society, 2007, p. 723-726.
- TULLIS, T.; ALBERT, B. **Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics**. [S.l.]: Elsevier, 2008.

- VAN WELIE, M.; VAN DER VEER, G. C.; ELIËNS, A. Breaking down usability. In: INTERACT, 1999, [S.l]. **Proceedings...** [S.l], IOS Press, v. 99, 1999, p. 613-620.
- VATRAPU, R.; SUTHERS, D. Culture and Computers: A Review of the Concept of Culture and Implications for Intercultural Collaborative Online Learning. In: ISHIDA, T.; FUSSELL, S.R.; VOSSSEN, P.T.J.M. (Eds.). **Intercultural Collaboration**, [S.l]: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, LNCS 4568, p. 260–275, 2007.
- VATRAPU, R.; PEREZ-QUINONES, M. A. Culture and usability evaluation: The effects of culture in structured interviews. **Journal of usability studies**, [S.l], v. 1, n. 4, p. 156-170, 2006.
- VIEIRA, V.; TEDESCO, P.; SALGADO, A. C. Modelos e Processo para o Desenvolvimento de Sistemas Sensíveis ao Contexto. In: CARVALHO, A. P. de L. F. de; KOWALTOWSKI, Tomasz. (Org.) **Jornadas de Atualização em Informática**. Porto Alegre: SBC, v. 1, , 2009, p. 381– 431.
- WEIBELZAHN, S. Problems and Pitfalls in Evaluating Adaptive Systems. In: CHEN, S.; MAGOULAS, G. (Eds.) **Adaptable and Adaptive Hypermedia Systems**. Hershey, PA: IRM Press, 2005, p. 285-299.
- WEIBELZAHN, S. **Evaluation of Adaptive Systems**. 2002. 169f. Tese (Doutorado) – Graduate Program Human and Machine Intelligence, University of Trier, Trier, 2002.
- WINSCHIERS, H.; FENDLER, J. Assumptions considered harmful. In: 2<sup>nd</sup> International Conference on Usability and Internationalization em conjunto com HCI International, 2007, Pequim, China. **Proceedings...** [S.l], Springer, 2007, p. 452-461.
- WINOGRAD, T. Architectures for context. **Human-Computer Interaction Journal**. [S.l], v. 16, n. 2, p. 401-419, 2001.
- WU, H. A. Reference Architecture for Adaptive Hypermedia Systems. In: Workshop on Adaptive Hypertext and hypermedia, [s.l], 2001. **Proceedings...** [S.l:s.n], 2001.
- XINYUAN, C. Culture-based User Interface Design. In: IADIS International Conference on Applied Computing, 2005, [S.l]. **Proceedings...** [S.l:s.n], p. 127– 132, 2005.
- YANG, S. J. H.; HUANG, A. F. M.; CHEN, R.; TSENG, Shian-Shyong; SHEN, Yen-Shih. Context Model and Context Acquisition for Ubiquitous Content Access in ULearning Environments. In: IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing, **Proceedings...** [S.l], IEEE, p. 78-83, 2006.
- YANG, S. J. H. Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-to-Peer Collaborative Learning. **Educational Technology & Society**, [S.l], v. 9, n. 1, p. 188-201, 2006.
- ZAHARIAS, P. Cross-Cultural Differences in Perceptions of e-learning Usability: An Empirical Investigation. **International Journal of Technology and Human Interaction**, [S.l], v. 4, n. 3, 2008.
- ZIMMERMANN, A., LORENZ, A., OPPERMAN, R. An operational definition of context. In: 6<sup>th</sup> International and Interdisciplinary Conference, 2007, Roskilde, Dinamarca. **Proceedings...** Berlim: Springer, LNAI 4635, 2007, p. 558-571.

## APÊNDICE A - CADASTRO NO AMBIENTE

 SOURCEFORGE.NET

Usuário: < não autenticado > Ajuda

Ambiente AdaptWeb -> Novo Usuário

Minha Conta  
 Início  
 Login  
 Novo Usuário

Solicitação de Acesso

1 Cadastro >> 
 2 Estilo de Aprendizagem >> 
 3 Termo de Consentimento

**Dados pessoais:**

Nome \*:

Sobrenome \*:

E-mail \*:

Senha \*:  Mínimo de 3 e Máximo de 15 caracteres.

Confirmação da Senha \*:

Data de Nascimento \*:  dd/mm/aaaa

Sexo \*:

Nacionalidade \*:

Língua Materna \*:  Português

Outros Idiomas : + Adicionar

Selecione o Idioma:

Leitura	<input type="radio"/> Pouco	<input type="radio"/> Razoavelmente	<input type="radio"/> Bem	<input type="radio"/> Muito Bem
Escrita	<input type="radio"/> Pouco	<input type="radio"/> Razoavelmente	<input type="radio"/> Bem	<input type="radio"/> Muito Bem
Fala	<input type="radio"/> Pouco	<input type="radio"/> Razoavelmente	<input type="radio"/> Bem	<input type="radio"/> Muito Bem
Compreensão	<input type="radio"/> Pouco	<input type="radio"/> Razoavelmente	<input type="radio"/> Bem	<input type="radio"/> Muito Bem
Fluência	<input type="radio"/> Pouco	<input type="radio"/> Razoavelmente	<input type="radio"/> Bem	<input type="radio"/> Muito Bem

Remove Idioma ✖

Já morou em outro país? : + Adicionar

Qual país? \*:

Quando? (ano) \*:

Quanto tempo? \*:  Menos de 1 mês  
 De 1 a 3 meses  
 De 3 a 6 meses  
 De 6 meses a 1 ano  
 Mais de 1 ano

Remove País ✖

**Dados educacionais:**

Pais do ensino Fundamental \*:

Participou de algum programa de intercâmbio neste período?  
 Sim  
 Não

País do Ensino Médio \*:

Participou de algum programa de intercâmbio neste período?

 Sim Não

País do Ensino Superior \*:

Participou de algum programa de intercâmbio neste período?

 Sim Não

Nome da Universidade \*:

Nome do curso/formação \*:

Ano de ingresso no curso \*:

**Sobre o uso de computadores e novas tecnologias:**

Quais dispositivos utiliza:

 Desktop(e.g. PC, Mac, etc.)/Notebook Celular/Smartphone Tablets Outros: 

Costumo utilizar ferramentas computacionais para:

 Navegar na Internet Jogos Redes Sociais Desenvolver Webdesign e criação de Blog Programação/Desenvolvimento Software Desenvolvimento Hardware Outros: **Sobre experiência com ambiente e-learning (ambientes de educação a distância):**Utiliza algum ambiente?  
(pode selecionar mais de 1): AdaptWeb ATutor Blackboard Inc Claroline FirstClass iTutor Moodle SOLAR Sakai Project TelEduc WebCT Outros: Estilo de Aprendizagem [Etapa 2 >>](#)**Observação: Os campos que possuem \* devem ser obrigatoriamente preenchidos.**

## APÊNDICE B - VISÃO PARCIAL DO QUESTIONÁRIO SOBRE ESTILO COGNITIVO

**AdaptWeb**® SOURCEFORGENET

Usuário: root@inf.ufrgs.br (root) Ajuda

Ambiente AdaptWeb -> Questionário de Felder

Minha Conta

- Início
- Ambiente Aluno
- Ambiente Professor
- Consultar Cadastro
- Questionário de Felder
- Termo de Utilização
- Sair

Gerenciamento

- Liberar Autoria
- Resultados Q5
- Cópia de Segurança

Solicitação de Acesso

**Por favor, complete o formulário para a liberação do Ambiente Aluno.**

1 Cadastro >> 2 **Estilo de Aprendizagem** >> 3 Termo de Consentimento

**Questionário para Identificar o Estilo Cognitivo de Aprendizagem do Aluno (ECA)**

Este questionário foi adaptado do Questionário de Felder-Soloman, disponível em inglês (<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/lsweb.html>) e visa descobrir seu estilo de aprendizagem. O modelo de Felder-Soloman compreende 4 dimensões de Estilos Cognitivos de Aprendizagem (ECA): percepção (**sensorial / intuitivo**), processamento (**ativo / reflexivo**), compreensão (**seqüencial / global**) e entrada (**visual / verbal**). O modelo define que uma pessoa pode ter características de mais de um estilo com diferentes intensidades (balanceado entre os dois estilos na escala, preferência moderada em um estilo, e forte preferência em um estilo).

Para cada uma das 44 perguntas você pode selecionar somente uma resposta. Se tanto a primeira ou segunda opção parecem se aplicar a você, escolha a opção que se aplica com maior freqüência.

1- Eu entendo alguma coisa melhor depois que eu:

- Prático/experimento.
- Penso sobre isso.

2- Prefiro ser considerado:

- Realista.
- Inovador.

3- Quando eu penso sobre o que eu fiz ontem, é mais provável que eu me lembre:

- De imagens.
- De palavras.

4- Tenho a tendência de:

- Entender detalhes de um assunto, mas posso ficar confuso sobre a estrutura global.
- Compreender a estrutura global, mas posso ficar confuso sobre os detalhes.

5- Quando estou aprendendo algo novo, me ajuda se eu:

- Falar sobre o assunto.
- Pensar sobre o assunto.

6- Se eu fosse um professor, eu preferiria ensinar um curso:

- Que lidam com fatos e situações da vida real.
- Que lidam com idéias e teorias.

7- Eu prefiro obter novas informações em:

# APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

<p><b>Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b></p> <p>O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar de um estudo sobre o ambiente do aluno do AdaptWeb (Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na Web) para descobrir se as preferências de interação Humano Computador (IHC) em um ambiente educacional via web são diferentes para pessoas de diferentes culturas.</p> <p>O objetivo deste estudo é entender como as diferenças culturais podem afetar a interação com o ambiente de aprendizagem adaptativo AdaptWeb, na visão do aluno, por dois modos de navegação (o modo navegacional e o modo de aprendizagem adaptativa). Alguns aspectos a serem avaliados são: a usabilidade do ambiente navegacional como está atualmente e o modo navegacional adaptado a cultura, ambos sem identificação (com nomes fictícios dentro do ambiente e dispositivos de forma randômica). Algumas tarefas serão executadas dentro do ambiente, primeiramente em uma disciplina chamada "Introdução à Realidade Virtual" para aprendizado do sistema, e posteriormente, no dia do teste, dentro da disciplina de "Introdução à SQL (Structured Query Language)". Após a realização dos testes, um questionário de satisfação será apresentado para determinar qual (se isso for possível) projeto de interface é mais adequado na visão do usuário.</p> <p><b>Propósito do Estudo:</b></p> <p>O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar de um estudo sobre o ambiente do aluno do AdaptWeb (Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na Web) para descobrir se as preferências de interação Humano Computador (IHC) em um ambiente educacional via web são diferentes para pessoas de diferentes culturas.</p> <p>O objetivo deste estudo é entender como as diferenças culturais podem afetar a interação com o ambiente de aprendizagem adaptativo AdaptWeb, na visão do aluno, por dois modos de navegação (o modo navegacional e o modo de aprendizagem adaptativa). Alguns aspectos a serem avaliados são: a usabilidade do ambiente navegacional como está atualmente e o modo navegacional adaptado a cultura, ambos sem identificação (com nomes fictícios dentro do ambiente e dispositivos de forma randômica). Algumas tarefas serão executadas dentro do ambiente, primeiramente em uma disciplina chamada "Introdução à Realidade Virtual" para aprendizado do sistema, e posteriormente, no dia do teste, dentro da disciplina de "Introdução à SQL (Structured Query Language)". Após a realização dos testes, um questionário de satisfação será apresentado para determinar qual (se isso for possível) projeto de interface é mais adequado na visão do usuário.</p> <p><b>Procedimento:</b></p> <p>A participação neste estudo envolverá duas fases. A primeira será realizada ANTES do experimento e você deverá (na seguinte sequência) - 1ª FASE:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Cadastro no ambiente em <a href="http://ead.jornal.ufrgs.br/br/">http://ead.jornal.ufrgs.br/br/</a> - este procedimento de cadastramento envolve tempo médio para preenchimento em torno de = 10 min;</li> <li>(2) Realização de testes de usabilidade e aprendizagem adaptativa adaptados do questionário de Faldes para identificar a melhor maneira em que você recebe e processa a informação - são 44 questões com duas alternativas de resposta;</li> <li>(3) Tempo médio para preenchimento: em torno de = 20 min;</li> <li>(4) Ler e aceitar o Termo de consentimento livre e esclarecido (o mesmo descrito aqui e enviado via email)</li> <li>(5) Tempo médio para preenchimento: em torno de = 5 min;</li> <li>(6) Utilizar o ambiente de aprendizagem, ANTES da data do experimento, em uma disciplina chamada Introdução à Realidade Virtual, para não termos o problema de efeito de aprendizagem, de acordo com tarefas pre-estabelecidas:       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Acesso o link de "ajuda" antes de entrar em uma disciplina para obter explicação inicial sobre o Ambiente e a navegação em uma disciplina;</li> <li>b. Entre no ambiente e acesse a Disciplina, "Introdução à Realidade Virtual" pelos dois modos de Navegação disponíveis chamados "Atlantis" e "Discovery" (o usuário não saberá qual deles é o sistema adaptado). Você pode acessar a navegação na ordem em que desejar, mas pedimos que acesse a mesma disciplina pelos dois modos de navegação;</li> <li>c. Observe o ambiente de aprendizagem, seus exemplos, materiais complementares e exercícios disponíveis. Explore o ambiente de modo que possa verificar suas formas de interação.</li> </ol> </li> </ol> <p>Esta parte do estudo pode ser realizada em diferentes dias e horários, que mais se ajustem a sua vida cotidiana.</p> <p>No dia do experimento - 2ª FASE:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Utilizar o ambiente na disciplina de Introdução à SQL (Structured Query Language); Entregaremos as atividades a serem realizadas na disciplina do ambiente AdaptWeb, nos dois modos de navegação (adaptado e não adaptado a cultura).</li> <li>(2) Após completar as tarefas no ambiente, solicitamos que você responda um Questionário Email sobre a interação do ambiente, no qual permitira uma avaliação sobre a qualidade de uso do sistema e satisfação na utilização deste ambiente. Essas questões foram projetadas para nos ajudar a entender qual (se alguma) interface você prefere, e porquê. Nos também devemos perguntar algumas questões gerais sobre seus hábitos e práticas sobre o uso de computadores e questões culturais.</li> </ol> <p>Estes procedimentos levarão em torno de 60 minutos. A data e horário para o experimento serão previamente marcados. Lembramos que este estudo avalia a interface do ambiente, e não o participante.</p>	<p><b>Riscos e desconfortos</b></p> <p>Esses procedimentos não possuem riscos diretos aos participantes, apenas a possibilidade de cansaço para responder os questionários e utilizar o sistema. Não daremos oportunidades de descansos ou intervalos se você achar necessário.</p> <p><b>Benefícios de participação</b></p> <p>Esperamos que os resultados deste estudo sejam úteis para o desenvolvimento de projetos interacionais que focam na adaptabilidade baseada nos aspectos culturais dos usuários. Este estudo será realizado concomitantemente em quatro países: Argentina, Brasil, França e Língua, e esperamos que o mesmo ajude as pessoas a utilizarem o computador de forma mais eficiente.</p> <p>A vantagem em participar deste estudo é a melhoria do ambiente do AdaptWeb, podendo este ambiente, ser mais uma opção para os professores disponibilizarem seus materiais didáticos em um ambiente gratuito.</p> <p><b>Alternativas de participação</b></p> <p>A participação neste estudo é voluntária. Você pode se retirar do estudo ou descontinuar sua participação quando desejar.</p> <p><b>Custos e compensação</b></p> <p>A participação neste estudo não acarretará nenhum custo a você. Também não iremos realizar nenhum pagamento de participação. Porém, realizaremos um sorteio de "brinde" aos participantes de cada país envolvido no dia do experimento.</p> <p><b>Confidencialidade</b></p> <p>Toda informação coletada durante o período de estudo será mantida confidencialmente. A sua identidade será preservada por cada indivíduo será identificado por um número. A pessoa responsável que acompanhará a pesquisa será Isabela Gasparini, aluna do doutorado de UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.</p> <p>O(a) senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento.</p> <p><b>Declaramos que este estudo visa avaliação do sistema, e não dos participantes. Nós queremos saber sua opinião. Não existem respostas corretas ou erradas para as questões.</b></p> <p>Solicitamos a vossa autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.</p> <p>Agradecemos a vossa participação e colaboração. Qualquer dúvida sobre o estudo entre em contato com:</p> <p><b>Isabela Gasparini</b>    (Aluna do Programa de Pós-graduação em Computação - Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS professora da Universidade da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC)    Email contato: isagasp@gmail.com    Endereço: Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul    Fone: +55 (51) 3308.6168 - Caixa Postal 15064-91501-970 Porto Alegre - RS - Brasil</p> <p><b>TERMO DE CONSENTIMENTO</b></p> <p>Local: _____ Data: ____/____/____</p> <p>Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, a interação do ambiente e as respostas fornecidas no questionário serão utilizadas, mas que meu nome não será citado em nenhum momento.</p> <p>Nome: _____</p> <p>Assinatura: _____</p>
	<p style="text-align: right;">2</p>

## APÊNDICE D - TAREFAS DOS EXPERIMENTOS

### EXPERIMENTO SOBRE ADAPTWEB

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

**Título do Projeto: Modelagem contextual do usuário no ambiente AdaptWeb**

#### Informações gerais:

O(a) senhor(a) está sendo convidado a participar de um estudo sobre o ambiente do aluno do AdaptWeb (Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na *Web*) para descobrir se as preferências de Interação Humano Computador (IHC) em um ambiente educacional via web são diferentes para pessoas de diferentes culturas. Você deve ter realizado o cadastro no ambiente e ter utilizado os dois modos de navegação chamados aqui de “Atlantis” e “Discovery” em uma disciplina introdutória. Algumas tarefas serão solicitadas para serem realizadas dentro do ambiente.

#### Procedimento no dia do experimento:

Você deve realizar o login no ambiente AdaptWeb. Depois disso, no Ambiente aluno, estará visível a disciplina “Introdução a SQL” nos dois modos de navegação. Você deve realizar as tarefas solicitadas em cada modo de navegação na sequência solicitada.

Estamos interessados em avaliar a interface e a interação, e não o usuário. Mas o usuário deve responder as questões da melhor forma possível. Iremos avaliar a eficácia, eficiência, e a satisfação da interface, de modo que iremos analisar as médias da taxa de sucesso em realizar as tarefas (tarefas respondidas/total e tarefas respondidas corretamente), a taxa de tempo para realizá-las, quais recursos foram utilizados para executar a tarefa, e o processo para a realização, e finalmente a satisfação em uso do sistema, este medido posteriormente pelo questionário de satisfação.

As tarefas foram randomizadas para cada participante.

Lembre-se novamente que estamos interessados na avaliação da interface e interação.

Tarefas – para cada modo de navegação você tem até 30 mim para resolver os exercícios:

(1) Entre no modo de navegação “Atlantis”: Realize os seguintes exercícios nesta ordem:

- a. Exercício (A) BD Disco
- b. Exercício (B) BD Disco
- c. Exercício BD Produto-Fabricante

(2) Entre no modo de navegação “Discovery”: Realize os seguintes exercícios nesta ordem:

- a. Exercício (A) BD Vendas
- b. Exercício (B) BD Vendas
- c. Exercício BD Pesquisa-Professor

Após realizar as tarefas o usuário deve avisar o facilitador. Este entregará o questionário de satisfação para ser preenchido.

(3) Após completar as tarefas no ambiente, solicitamos que você responda um Questionário de Satisfação sobre a interação do ambiente, no qual permitirá uma avaliação sobre a qualidade de uso do sistema e satisfação na utilização deste ambiente.

Agradecemos a vossa participação e colaboração. Qualquer dúvida sobre o estudo entre em contato com:

**Isabela Gasparini**

isagasp@gmail.com

## APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

### Questionário de Satisfação

Prezado(a) participante(a):

Este questionário faz parte da pesquisa com objetivo de avaliar o ambiente do AdaptWeb. Gostaria de contar com a sua colaboração, participando do experimento e respondendo as questões abaixo.

O questionário é formado por 36 questões objetivas e 5 discursivas, de forma que para as questões objetivas deverá ser escolhida apenas uma das opções de resposta (Concordo Totalmente, Concordo Parcialmente, Nem Concordo Nem Discordo, Discordo Parcialmente e Discordo Totalmente).

**Obrigada pela Colaboração!**

As perguntas se referem à comparação entre as interfaces dos dois modos de navegação: "Discovery" e "Atlantis" utilizado na disciplina "Introdução a SQL". A ordem do modo de navegação nas perguntas foi randomizada para evitar qualquer tipo de condução. Para ajudar nas respostas apresentamos um exemplo dos dois modos de navegação:

<FIGURA ATLANTIS E DISCOVERY>

Sobre a navegação	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Nem concordo Nem discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1. A forma de navegação pela disciplina no geral é mais fácil de usar no modo de navegação "Atlantis".					
2. O fluxo navegacional para alterar para cada categoria (Conceito, Exemplo, Exercício e Material Complementar) é mais fácil de ser aprendido no modo de navegação "Discovery".					
3. Eu tenho maior controle da navegação no modo "Atlantis".					
4. Prefiro navegar pelo modo "Discovery".					
5. Eu considero melhor as funcionalidades oferecidas pelo modo "Atlantis".					
<b>Sobre a hierarquia</b>					
6. Eu tenho maior visibilidade do mapa da disciplina pelo modo "Discovery".					
7. O mapa da disciplina é mais fácil de ser entendido no modo "Atlantis".					
8. Eu tenho mais facilidade no acesso os materiais (exemplo, exercícios, material complementar) no modo "Discovery".					
<b>Sobre a densidade de informação</b>					
9. Eu tenho mais visibilidade do meu "status atual" no modo "Atlantis".					
10. A seqüência de comandos para uma determinada tarefa é mais facilmente compreendida e recordada no modo "Discovery".					
11. Eu tenho um melhor entendimento global da disciplina pelo modo "Atlantis".					
<b>Sobre as imagens e ícones</b>					
12. As funcionalidades são melhores entendidas somente com um nome para cada função, sem imagens associadas, como no modo "Discovery".					
13. Eu prefiro ter associação de ícones e nomes para as funções navegacionais do ambiente, como no modo "Atlantis".					
<b>Sobre a estrutura</b>					
14. Os itens (botões, menus, mensagens, etc.) estão melhores agrupados seguindo uma ordem lógica no modo de navegação "Discovery".					
15. Eu consigo distinguir melhor na tela as áreas com diferentes funcionalidades no modo de navegação "Atlantis".					
16. É mais fácil me localizar no ambiente e visualizar quais etapas faltam para obter um resultado final e quais já foram realizados no modo "Discovery".					
17. O padrão de localização dos objetos é mais bem apresentado no modo "Atlantis".					
<b>Sobre as cores e saturação</b>					
18. Prefiro as categorias (Conceito, Exemplo, Exercício e Material complementar) com menos destaque de cor e saturação, como apresentado no modo "Discovery".					

19. As cores utilizadas para destacar as categorias (Conceito, Exemplo, Exercício e Material complementar) são mais fáceis de serem visualizadas no modo "Atlantis".					
<b>Orientação (Guidance)</b>					
20. Consigo ver melhor a evolução do meu processo pela disciplina no modo de navegação "Discovery".					
21. Prefiro visualizar o mapa e o resultado das buscas na mesma página, mantendo o foco, como apresentado no modo de navegação "Atlantis".					
<b>Usabilidade</b>					
22. É mais fácil aprender a utilizar o sistema pelo modo "Discovery".					
23. Eu tenho maior facilidade em realizar as tarefas no modo "Atlantis".					
24. Eu tenho maior prazer/divertimento em navegar pela da disciplina pelo modo "Discovery".					
25. Eu acho que o modo de navegação "Atlantis" possui mais eficiência na utilização.					
26. Eu considero o modo "Discovery" mais fácil de ser aprendido.					
27. Eu considero o modo "Atlantis" mais fácil de usar.					
28. Eu considero o modo "Discovery" mais útil.					
29. Eu considero melhor a aparência visual do sistema no modo "Atlantis".					
30. Eu considero a organização da interface mais clara no modo "Discovery".					
31. Sobre os ícones do modo "Atlantis": os ícones são de fácil interpretação e associação com a sua funcionalidade.					
32. Sobre os dois modos de navegação: a linguagem utilizada nos rótulos das funcionalidades são de fácil entendimento.					
<b>Adaptação</b>					
33. Eu prefiro ter exemplos e materiais complementares somente em minha língua materna, mesmo que não me ajudem totalmente para a realização das tarefas.					
34. Acho importante receber materiais e exemplo em outras línguas nas quais possui alguma proficiência					
Responda <u>somente</u> se no cadastramento colocou língua estrangeira inglês:					
35. Eu achei importante para realizar as tarefas buscar exemplos e materiais complementares em outras línguas como apresentado no modo "Atlantis".					
Responda <u>somente</u> se no cadastramento colocou língua estrangeira inglês:					
36. Os ícones de bandeiras no modo "Atlantis", mostrando que existiam exemplos e materiais complementares em outra língua foram úteis para mim.					
<b>+</b>					
<b>37. De maneira geral qual o modo de navegação que você prefere. Por quê?</b>					
<b>38. Cite 3 pontos positivos do modo de navegação Discovery.</b>					
<b>39. Cite 3 pontos positivos do modo de navegação Atlantis.</b>					



## APÊNDICE F - PRODUÇÃO RELACIONADA AO TRABALHO

Em relação ao capítulo de fundamentação teórica, os seguintes artigos foram produzidos:

GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J.; KEMCZINSKI, A. Usability in an Adaptive e-learning environment: Lessons from AdaptWeb. Learning Technology Newsletter, v. 2, p. 13-16, 2010.

GASPARINI, I.; PALAZZO M. de Oliveira, J. ; PIMENTA, M. S.; LIMA, José Valdeni de; KEMCZINSKI, A.; PROENÇA JR, M.; BRUNETTO, M. A. C. AdaptWeb - Evolução e Desafios. Cadernos de Informática (UFRGS), v. 4, p. 47-54, 2009.

GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Vive la différence!: a survey of cultural-aware issues in HCI. Proceedings of the 10th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems and the 5th Latin American Conference on Human-Computer Interaction (IHC+CLHC 2011), 2011. p. 13-22.

SCHIAFFINO, S.; AMANDI, A.; GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S. Personalization in e-learning: the adaptive system vs. the intelligent agent approaches. Proceedings of the VIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC'08), 2008. p. 186-195.

PALAZZO M. de Oliveira, J.; LIMA, J. Valdeni de; GASPARINI, I. ; PIMENTA, M. S.; BRUNETTO, M. A. C.; PROENÇA JR, M.; FAGGION, R. Adaptive Multimedia Content Delivery in AdaptWeb. In: XIII Taller Internacional de Software Educativo TISE 2008, 2008, Santiago. Nuevas Ideas en Informática Educativa, 2008. v. 4. p. 23-39.

Em relação ao capítulo dos trabalhos relacionados, os seguintes artigos foram produzidos:

GASPARINI, I.; BOUZEGHOUB, A.; PALAZZO M. de Oliveira, J.; PIMENTA, M. S. An adaptive e-learning environment based on user s context. In: 3rd International Workshop on Culturally-Aware Tutoring Systems (CATS), em conjunto com 10th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS2010), 2010, Pittsburg.

GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J.; BOUZEGHOUB, A. Combining ontologies and scenarios for context-aware e-learning environments. In: 28th ACM International Conference on Design of Communication (ACM SIGDOC), 2010, São Carlos, p. 229-236.

EYHARABIDE, V.; GASPARINI, I.; SCHIAFFINO, S.; PIMENTA, M. S.; AMANDI, A. Ambientes personalizados de e-learning: considerando os contextos dos alunos. Informática na Educação, v. 12, p. 57-66, 2009.

EYHARABIDE, V.; GASPARINI, I.; SCHIAFFINO, S.; PIMENTA, M. S.; AMANDI, A. Personalized e-Learning Environments: Considering Students Contexts. In: Education and Technology for a Better World -IFIP AICT 302 -Advances in Information and Communication Technology (Best papers of WCCE), 2009, Bento Gonçalves, v. 302. p. 48-57.

Em relação ao capítulo da abordagem proposta nesta tese, os seguintes artigos foram produzidos:

GASPARINI, I.; EYHARABIDE, V.; SCHIAFFINO, S.; PIMENTA, M. S.; AMANDI, A.; PALAZZO M de Oliveira, J. Improving User Profiling for a Richer Personalization. In: Sabine Graf; Fuhua Lin; Kinshuk; Rory McGreal (Org.). Intelligent and Adaptive Learning Systems: Technology Enhanced Support for Learners and Teachers. IGI Global, 2012, p. 182-197.

GASPARINI, I. ; KEMCZINSKI, A.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Modelo do usuário sensível ao contexto cultural em um sistema e-learning adaptativo. Informática na Educação, v. 14, p. 123-135, 2011.

GASPARINI, I. ; PERNAS, A. M. ; PIMENTA, M. S. ; PALAZZO M. de Oliveira, J.; KEMCZINSKI, A.; CAVALHEIRO, G. G. H. m-AdaptWeb : AN ADAPTIVE E-LEARNING ENVIRONMENT FACING MOBILITY - Adaptation and Recommendation Processes based on Context. In: 4th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), 2012, Porto. p. 395-400.

GASPARINI, I. ; WEITZEL, L.; PIMENTA, M. S.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Adaptive e-learning for all: integrating cultural-awareness as context in user modeling. In: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications 2011 (ED-MEDIA), 2011, Lisboa. Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2011, 2011. p. 1321-1326.

GASPARINI, I.; BOUZEGHOUB, A.; PALAZZO M. de Oliveira, J.; PIMENTA, Marcelo S. IMPROVING ADAPTIVE APPROACHES IN E-LEARNING: COMBINING ONTOLOGIES FOR CULTURAL-AWARE USER MODELING. In: IADIS International Conference WWW/Internet (ICWI) 2011, Rio de Janeiro, p. 489-494.

GASPARINI, I; PIMENTA, Marcelo S.; PALAZZO M. DE OLIVEIRA, J. How to Apply Context-Awareness in an Adaptive e-Learning Environment to Improve Personalization Capabilities?. In: 30th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC), IEEE, 2011, Curicó, p. 161-170.

GASPARINI, I. ; PERNAS, A. M. ; BOUZEGHOUB, Amel ; PALAZZO M. de Oliveira, J.; LIMA, José Valdeni de ; PIMENTA, Marcelo S. . TAKING RICH CONTEXT AND SITUATION IN ACCOUNT FOR IMPROVING AN ADAPTIVE E-LEARNING SYSTEM. In: 3rd International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), 2011, Noordwijkerhout. p. 165-172.

Além das publicações mencionadas, este trabalho também contribuiu para outras publicações relacionadas aos projetos envolvidos:

GASPARINI, I; KIMURA, M. H.; MORAES JUNIOR, S. L.; PIMENTA, M S.; PALAZZO M. de Oliveira, J. Is the Brazilian HCI community researching cultural issues? An analysis of 15 years of the Brazilian HCI conference. In: The Fourth International Workshop on Culturally-Aware Tutoring Systems (Proceedings of the Workshops at the 16th International Conference on Artificial Intelligence in Education AIED 2013), 2013, Memphis, p. 11-19.

BLANCHARD, E G.; GASPARINI, I. The Fourth International Workshop on Culturally-Aware Tutoring Systems. In: Emmanuel G. Blanchard e Isabela Gasparini. (Org.). Lecture Notes in Computer Science. 4ed.: Springer Berlin Heidelberg, 2013, v. , p. 949-949.

KIMURA, M. H.; KEMCZINSKI, A; GASPARINI, I; PERNAS, A. M.; PIMENTA, M. S. ; PALAZZO M. de Oliveira, J. Aumentando a flexibilidade de um sistema e-learning adaptativo através da abordagem responsive webdesign. IEEE-RITA, v. 7, p. 203-210, 2012.

HOEHSTEIN, G.; KEMCZINSKI, A; GASPARINI, I; PIMENTA, M S. Diagnóstico do estilo de aprendizagem do aluno a partir de ferramentas de comunicação. Cadernos de Informática (UFRGS), v. 6, p. 95-100, 2011.

SANTOS, N. S. R. S.; GASPARINI, I; PERNAS, A. M.; PALAZZO M. de Oliveira, J.; LIMA, José Valdeni de; PIMENTA, M S.; WIVES, L. K.; NICOLAO, M.; FERNANDEZ, A.; BARROS, R M de. Monitoramento navegacional do aluno para descoberta de padrões de preferências de aprendizagem no Moodle. Cadernos de Informática (UFRGS), v. 6, p. 109-116, 2011.

LICHTNOW, D; GASPARINI, I; BOUZEGHOUB, A; PALAZZO M. de Oliveira, J.; PIMENTA, M. S. Recommendation of Learning Material through Students' Collaboration and User Modeling in an Adaptive E-Learning Environment. In: Thanasis Daradoumis, Santi Caball'e, Angel A. Juan, and Fatos Xhafa. (Org.). Studies in Computational Intelligence. 1ed.: Springer Berlin Heidelberg, 2011, v. 350, p. 257-278.

HINZ, V. T.; GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S. Em busca de recomendação de objetos de aprendizagem em um ambiente e-learning com uso de ontologias. In: LACLO 2011 - Sexto Congresso Latino-americano de Objetos de Aprendizagem, 2011, Montevideu.

PERNAS, A. M.; GASPARINI, I.; BOUZEGHOUB, A; PIMENTA, M. S. ; WIVES, L. K.; PALAZZO M. de Oliveira, J. FROM AN E-LEARNING TO AN U-LEARNING ENVIRONMENT. In: 2nd International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), 2010, Valencia, p. 180-185.

PERNAS, A. M.; GASPARINI, I.; PALAZZO M. de Oliveira, J.; PIMENTA, M. S. O Uso de Contexto e Situações em Ambientes e-Learning. In: Júlio C. B. Mattos, Leomar S. Rosa Jr, Maurício L. Pilla. (Org.). Desafios e Avanços em Computação: Inovações e Tecnologia. Pelotas: Ed. da Universidade Federal de Pelotas, 2009.

DIAS, C. C. L.; GASPARINI, I.; KEMCZINSKI, A. Identificação dos estilos cognitivos de aprendizagem através da interação em um Ambiente EAD. In: XVII Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2009) - XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2009), 2009, Bento Gonçalves, p. 489-498.

KEMCZINSKI, A; GASPARINI, I.; MARQUES, E. F. C.; FERNANDES, E. M. L. Utilização de Ambiente E-learning em disciplinas da área Tecnológica. In: X Workshop de Informática na Escola (WIE 2009) - XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2009), 2009, Bento Gonçalves, p. 1585-1594.

PERNAS, A. M.; GASPARINI, I.; PALAZZO M. de Oliveira, J.; PIMENTA, M S. Um ambiente EAD adaptativo considerando o contexto do usuário (*position paper*). In: I Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva (SBCUP 2009) - XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2009), 2009, Bento Gonçalves, p. 1151-1156.

GASPARINI, I; LICHTNOW, D; PIMENTA, M S.; PALAZZO M. DE OLIVEIRA, J. Quality Ontology for Recommendation in an Adaptive Educational System. In: 2009 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCOS), 2009, Barcelona, p. 329-334

GASPARINI, I. ; ROSA, C. da; KEMCZINSKI, A; PIMENTA, M S. ; PALAZZO M. de Oliveira, J. Ampliando as possibilidades de Avaliação Formativa: acompanhando a participação dos alunos no AdaptWeb. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação 2009 / II Workshop sobre Avaliação e Acompanhamento da Aprendizagem em Ambientes Virtuais, 2009, Florianópolis.