Tese de Doutorado

Diretrizes para o design de mídias em realidade aumentada: Situar a aprendizagem colaborativa *online*

Marta Cristina Goulart Braga



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

Marta Cristina Goulart Braga

DIRETRIZES PARA O DESIGN DE MÍDIAS EM REALIDADE AUMENTADA: SITUAR A APRENDIZAGEM COLABORATIVA ONLINE

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

Orientadora: Profa. Dra. Vania Ribas Ulbricht Co-orientador: Prof. Dr. Tarcísio Vanzin

Florianópolis

Catalogação na fonte pela Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina

B813d Braga, Marta Cristina Goulart

Diretrizes para o design de mídias em realidade aumentada [tese] : situar a aprendizagem colaborativa online / Marta Cristina Goulart Braga ; orientadora, Vânia Ribas Ulbricht.-Florianópolis, SC, 2012.

1 v.: i1., grafs., tabs.

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

Inclui referências

- 1. Engenharia e gestão do conhecimento. 2. Ambiente virtual. 3. Aprendizagem. 4. Realidade virtual. 5. Cognição.
- I. Ulbricht, Vania Ribas. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. III. Título.

CDU 659.2

Marta Cristina Goulart Braga

DIRETRIZES PARA O DESIGN DE MÍDIAS EM REALIDADE AUMENTADA: SITUAR A APRENDIZAGEM COLABORATIVA ONLINE

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

Florianópolis, 27 de fevereiro de 2012.	
	auricio Selig, Dr. dor do Curso
Banca Examinadora:	
Prof. ^a , Dr. ^a Vania Ribas Ulbricht,	Prof. ^a , Dr. ^a Marilia M. Gonçalves,
Orientadora	Examinadora Externa ao EGC
UFSC	UFSC
Prof., Dr. Claudio Kirner,	Prof. ^a , Dr. ^a Gertrudes A. Dandolini
Examinador externo	Examinadora EGC
Universidade Federal de Itajubá	UFSC
Prof., Dr. Romero Tori,	Prof. ^a , Dr. ^a Alice T. C. Pereira,
Examinador externo	Examinadora EGC
Universidade de São Paulo	UFSC



AGRADECIMENTOS

À orientadora, Dra. Vania R. Ulbricht, pela presença, amizade e zelo por este trabalho.

Ao Co-orientador, Dr. Tarcisio Vanzin, pelos alinhavos meticulosos e precisos durante todo o percurso de elaboração da tese.

À professora PhD. Alice T. Cybis Pereira, pela amizade e apoio, desde a época do mestrado.

Ao professor Dr. Claudio Kirner, pela disponibilização das publicações e aplicativos de seu grupo de pesquisa.

Aos examinadores da banca, pelas sugestões de melhorias para esta tese.

Aos professores do EGC, em especial ao professor Gregório.

Aos colegas do EGC e do grupo de pesquisa WebGD.

À professora Dra. Ana Lúcia N. de C. Harris e bolsistas da FEC - UNICAMP, pela solidariedade e auxílio, durante os testes do protótipo.

Aos voluntários que participaram do estudo de campo.

À minha família, por fazerem me sentir amada e, pela torcida.

Aos "listeiros" da "Entre_parentes", pela companhia durante a caminhada.

Àqueles que de alguma forma me protegem, sem que eu tenha conhecimento.

A todas as pessoas que contribuíram para a realização desta tese.

A Realidade Aumentada possibilita a visualização do mundo real sobreposto por entidades digitais. O seu uso vem ocorrendo em diversas áreas, por exemplo: no treinamento técnico e profissional; na aprendizagem; Arquitetura; Engenharia e Medicina. Esta tecnologia estabelece uma nova maneira do homem interagir com os computadores, tanto fisicamente quanto cognitivamente. Ela modifica a práxis de execução de tarefas, por apresentar características diferenciadas das interfaces gráficas convencionais (Graphical User Interface). Estas características determinam uma forma mais direta e natural de manipulação dos dispositivos de interação (Tangible User Interface). São dispositivos táteis (ou de contato físico), que necessitam de estudos, para que se compreendam suas implicações na Interação Humano Computador. Deste ponto de vista, este trabalho tem por objetivo desenvolver diretrizes para o design de interação da Realidade Aumentada, considerando as características da aprendizagem colaborativa online. Parte-se do pressuposto que à Cognição Situada pode contribuir com o desenvolvimento de diretrizes de design de interface em Realidade Aumentada. Desta forma, o objetivo deste trabalho é "desenvolver diretrizes para o design de interação da Realidade Aumentada, considerando a aprendizagem colaborativa *online*". A pesquisa de literatura e a pesquisa de campo, com análise qualitativa, de um estudo de caso abordado pela etnografia, campo de estudo que se origina da Antropologia e é compatível com a Cognição Situada, foram os métodos para se atingir o objetivo. Como resultado se desenvolveu as diretrizes, compostas pelas recomendações de usabilidade já existentes e pelos resultados da pesquisa de campo. Espera-se, também, contribuir para melhorar os processos do Design Instrucional, pois as teorias de aprendizagem, a didática e os métodos de aprendizagem foram considerados durante todo o percurso da pesquisa.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Realidade Mixada. Design de Interação. Aprendizagem.

ABSTRACT

Augmented Reality enables the real world view overlaid with digital entities. The use of Augmented Reality has been occurring in several areas, such in technical and vocational training, the learning, Architecture, Engineering and Medicine. This technology provides a new way of man interacting with computers, both physically and cognitively. It modifies the practice of performing tasks by presenting different characteristics from conventional GUI (Graphical User Interface). These characteristics determine a more direct and natural manipulation of interaction devices (Tangible User Interface). They are tactile devices (or physical contact), which need further studies, to understanding its implications on Human Computer Interaction. From this point of view, this work aims to develop guidelines for the interaction design of augmented reality, considering the characteristics of collaborative learning online. We assume that the Situated Cognition can contribute to the development of guidelines for interface design in Augmented Reality. Thus, the objective is to "develop guidelines for the interaction design of augmented reality, considering the online collaborative learning." The research literature and field research, with qualitative analysis, a case study discussed in ethnography, field of study that originates from Anthropology and is compatible with the Situated Cognition, were the methods for achieving the goal. As a result, we developed the guidelines, which composed by the usability of existing recommendations and the results of field research. We hope, also help to improve the processes of instructional design, since, throughout the course of the study, we consider the theories of learning, teaching and learning methods.

Keywords: Augmented Reality. Mixed Reality. Interaction Design. Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Modelo de design instrucional	24
Figura 1.2: A Espiral do Conhecimento	
Figura 2.1: Áreas que compõem o Design Instrucional	
Figura 2.2: Processo do DI. Em destaque a fase de design e subfases: estratég	
de ensino-aprendizagem e design de mídia	
Figura 2.3: Interações educacionais. Fonte: (ANDERSON, 2004)	
Figura 2.4: Eixos estruturais do AVA	
Figura 2.5: Interface do Quest Atlantis.	53
Figura 2.6: Sensorama de Morton Heilig, de 1962.	58
Figura 2.7:Estereoscópio de 1860.	
Figura 2.8: Representação simplificada de um "conjunto continuum virtual"	63
Figura 2.9: Diagrama de Milgram adaptado para considerar as interações do	
usuário.	64
Figura 2.10: Evolução da transição do real para o virtual, em função do tempo	o e
da tecnologia a presença do computador.	65
Figura 2.11: - Óculos Gaze. Fone de ouvido sem fio áudio 3D. Dispositivo tá	til
de pulso	
Figura 2.12: Iceberg da Realidade Aumentada na visão da pesquisadora.	
Relação designer-tecnologia.	67
Figura 2.13: Marcador.	68
Figura 2.14: Configuração e fluxo do processo da RA. Adaptado de Fua e	
Lepetit (2007)	
Figura 2.15: See-through head mounted display (HMD)	
Figura 2.16: Óculos Monitor com câmera da Vuzix	
Figura 2.17: Handheld: display.	71
Figura 2.18: Uso externo com dispositivos móveis.	71
Figura 2.19: Realidade Aumentada Espacial (SAR)	72
Figura 2.20: Hardware para um novo sistema de computação baseada em ges	stos
consiste em uma webcam comum e um par de luvas coloridas brilhantes em	
lycra	
Figura 2.21: Mochila com RC200.	
Figura 2.22: Tablet Iris.	73
Figura 2.23: SACRA utilizado por dois usuários. Mostra das vistas do usuário	o 1
e usuário 2	77
Figura 2.24: Ferramenta Construct3D	
Figura 2.25: Alunos do projeto ARISE em comunicação remota	78
Figura 2.26: Sistemas de Coordenadas ARToolKit (Câmera e Marcador)	83
Figura 2.27: Fluxo de funcionamento do ARToolKit.	85
Figura 2.28: Rastreamento de face em RA.	
Figura 2.29: Exemplo de dispositivo típico da interação espacial	
Figura 2.30: Interação baseada em comando.	
Figura 2.31: Interação de controle virtual.	88
Figura 2.32: Interação por controle físico.	89

Figura 2.33: Relação entre disciplinas acadêmicas, práticas em design e campo	
interdisciplinares envolvidos com o design de interação	
Figura 2.34: Sketchpad de Ivan Sutherland.	93
Figura 2.35:Metas de usabilidade e metas decorrentes da experiência do usuár	io.
O retângulo externo corresponde às metas da experiência do usuário1	00
Figura 2.36: RESIM – Recomendações Ergonômicas para Sistemas Interativos	
Mixados1	
Figura 3.1: Arquitetura cognitiva de Jean-François Richard	
Figura 3.2: Os quatro momentos da Ciência da Cognição1	
Figura 3.3: Um agente e seu ambiente como sistemas dinâmicos acoplados. O	
agente por sua vez é composto do acoplamento do sistema nervoso e do corpo	,
como sistemas dinâmicos.	
Figura 3.4: Modelo cíclico como descrito na Engenharia de Sistema Cognitivo	
1 Ingula 3.4. Wodelo cicheo como deserto ha Engelmaria de Sistema Cognitivo	
Figura 4.1: Método de investigação situada. Processo cíclico de refinamento d	
design de interação.	33
Figura 4.2: Estágio de docência – segundo semestre de 2008. Prof. Vanzin con	
alunos	
Figura 4.3: Processo do design instrucional.	
Figura 4.4: Modelagem do DI1	
Figura 4.5: Estrutura e conexão entre as mídias	
Figura 4.6: Página de entrada do Moodle1	46
Figura 4.7: Tela de entrada para a experimentação do protótipo em RA1	46
Figura 4.8: Apresentação com o convite de participação e explicações de como	o
participar1	47
Figura 4.9: Apresentação com o convite de participação e explicações de com-	O
participar1	47
Figura 4.10: Página html com o protótipo, informações e exercícios1	48
Figura 4.11: Protótipo <i>offline</i> , para aprovação dos peritos em Geometria	
Descritiva1	50
Figura 4.12: Demonstração do protótipo em RA. Protótipo em baixa fidelidado	
1	
Figura 4.13: Arquivo pdf disponibilizado no AVA, com quatro marcadores 1	
Figura 4.14: Experimentação do usuário B. Pode-se observar a sombrinha para	
conter a luz sobre os marcadores.	
Figura 4.15: Luz apagada e cortinas fechadas. Imagens mais estáveis1	
Figura 4.16:Dois marcadores sobre uma base e cada pessoa segurando apenas	05
	~
um marcador. Esta foi uma forma mais estável e menos desconfortante1	00
Figura 4.17: Condições para que o sistema seja mais bem percebido pelo	
usuário e cause o menor problema de postura possível. A luz ambiente deve se	
regulada se necessário	72
Figura 6.1: Tela inicial do projeto WEBGD.	85
Figura 6.2: Telas do Objeto de Aprendizagem 2D. Mockup. Fonte: Ilustração o	da
autora1	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Comparação das ideias entre o pensamento sistêmico e o situado.	
1	18
Quadro 4.1: Relato informal sobre o estágio de docência1	36
Quadro 4.2: Planejamento do design instrucional para o teste do protótipo1	42
Quadro 4.3: Estabelecimento de requisitos iniciais para o protótipo	49
Quadro 4.4: Relação entre os temas críticos identificados por Charfi, Dubois e	Э
Scapin (2009) e situações críticas identificados no trabalho de campo1	67
Quadro 4.5: Elementos que influenciaram nos resultados das interações dos	
participantes do estudo de caso	70
Quadro 4.6: Cruzamento de inferências, a partir do estudo de caso com as	
classes determinadas por Charfir (2009)	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3DVLEs - 3D Virtual Learning Environments

AVA - AVA

AVC - Ambiente Virtual de Colaboração

AVC - Ambientes Virtuais de Colaboração

AICC - Aviation Industry CBT Committee

CAVE - Cave Automatic Virtual Environment

CPU - Central Processing Unit

CED - Centro de Ciências da Educação

CREMM - Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino

CSCL - Computer Supported Collaborative Learning

CSCW - Computer Supported Collaborative Work

CNPO - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

ADL - Defense Department's Advanced Distributed Learning

EGR - Departamento de Expressão Gráfica

DI - Design Instrucional

EaD - Educação a Distância

EGC - Engenharia e Gestão do Conhecimento

FEAN - Faculdade Energia de Administração e Negócios

GPS - Global Positioning System

GUI - Graphical User Interface

HMD - Head Mounted Display

HCI - Human computer Interaction

IMS - IMS Global Learning Consortium

ISAS - In Situ Audio Services

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers

IHC - Interação Humano Computador

Hiperlab - Laboratório de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem

Lantec - Laboratório de Novas Tecnologias

LMS - Learning Management Systems

LTSC - Learning Technology Standards Committee

LAN - Local Area Network

MEC - Ministério da Educação

NUVEC EdaDe - Núcleo Virtual de Estudos Colaborativos EdaDe

OA - Objeto de Aprendizagem

RA - Realidade Aumentada

RV - Realidade Virtual

ROA - Repositórios de Objetos de Aprendizagem

SACRA - Sistema de autoria em ambiente colaborativo com Realidade Aumentada

SCORM - Sharable Content Object Reference Model

SAR - Spatial Augmented Reality

TUI - Tangible User Interface

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

TCS - Teoria da Cognição Situada

UAB - Universidade Aberta do Brasil

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

FURB - Universidade Regional de Blumenau

UCD - User-Centered Design

SUMÁRIO

1	INTRODUÇAO	23
1.1	APRESENTAÇÃO DO TEMA	
1.2	ESTABELECIMENTO DO PROBLEMA	23
1.3	QUESTÃO DE PESQUISA	31
1.4	PRESSUPOSTO	31
1.5	OBJETIVOS	31
1.5.1	Objetivo geral	31
1.5.2	Objetivos específicos	
1.6	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	
1.6.1	Origens e envolvimento da pesquisadora com o tema	32
1.6.2	Razões	33
1.7	ESCOPO	37
1.8	LIMITAÇÕES	37
1.9	ORIGINALIDADE	
1.10	RELEVÂNCIA	
1.11	ADERÊNCIA AO PROGRAMA	39
1.12	RESULTADOS ESPERADOS	39
1.13	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	39
1.13.1	Visão de mundo	39
1.13.2	Natureza e caracterização da pesquisa	40
1.13.3	Delineamento da pesquisa (método)	41
1.14	ESTRUTURA	43
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	45
2.1	INTRODUÇÃO	45
2.2	DESIGN INSTRUCIONAL E A ETAPA DE DESIGN	45
2.3	MÍDIA DO CONHECIMENTO	47
2.3.1	Tipos de interação na Educação online	49
2.3.2	Ambiente Virtual de Colaboração (AVC)	51
2.3.3	AVA (AVA)	51
2.3.4	AVA 3D (AVA3D)	
2.3.5	Objetos de Aprendizagem (OA)	
2.4	REALIDADE AUMENTADA	
2.4.1	Histórico	
2.4.2	Conceitos	
2.4.3	Tendências	
2.4.4	O processo da Realidade Aumentada	
2.4.4.1	Fluxo do processo	
2.4.4.2	Hardware	
2.4.4.2.1	Displays	69
2.4.4.2.2	Outros dispositivos	72
2.4.4.3	Software	
2.4.4.3.1	Aplicativos para aprendizagem colaborativa	77

2.4.4.3.2	Aplicativos visando à acessibilidade	78
2.4.4.3.3	Softwares de modelagem 3D	
2.4.5	Aplicação no treinamento e aprendizagem: o potencial para a simulação	70
2.4.6	Desafios da Realidade Aumentada	
2.4.6.1	Rastreamento e registro	
2.4.6.1	Displays	
2.4.7	Tipos de interação em RA.	
2.4.7.1	Implicações para a interação	
2.4.7.1	Latência	
2.4.7.1.1	Percepção de profundidade	
2.4.7.1.3	Adaptação	
2.4.7.1.3	Fadiga e cansaço visual	
2.4.7.1.5	Conceito de presença	
2.4.7.1.3	DESIGN DE INTERAÇÃO	
2.5.1	Campos interdisciplinares	
2.5.1	O processo de design de interação	92 07
2.5.3	Princípios de design e usabilidade	97 QQ
2.5.4	Usabilidade	
2.6	RECOMENDAÇÕES DE USABILIDADE PARA REALIDADE	76 7
2.0	AUMENTADA	
2.7	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	
3	COGNIÇÃO SITUADA E COMPATIBILIDADES	100
3.1	CIÊNCIAS COGNITIVAS	109
3.2	A CORRENTE DA COGNIÇÃO SITUADA	
3.2.1	Teoria da Cognição Situada	
3.2.2	Comunidade de prática e aprendizagem online	
3.3	TEORIA DA COGNIÇÃO SITUADA E COMPATIBILIDADE	
	ENTRE CONCEITOS	
3.4	POSIÇÃO DA COGNIÇÃO SITUADA DIANTE DOS MODEL	OS
	MENTAIS	. 125
3.5	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	. 129
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	
4.1	ESTUDO DE CASO ETNOGRÁFICO	. 131
4.2	TRABALHO DE CAMPO	. 134
4.3	ESTÁGIO DE DOCÊNCIA E A ESCOLHA DO TEMA	
4.4	DESIGN INSTRUCIONAL	. 139
4.5	A ETAPA DE DESIGN	. 144
4.6	DESIGN E PRODUÇÃO DO PROTÓTIPO EM RA	. 148
4.6.1	Requisitos	. 148
4.6.2	Escolha do software livre para RA	. 150
4.6.3	Marcadores	. 151
4.6.4	Webcam	. 152
4.6.5	Dispositivo de exibição	. 154
	r	
4.7	Coleta E compilação dos dados	

4.7.1	Questionário	154
4.7.2	Compilação dos dados do questionário	156
4.7.2.1	Dados formais	156
4.7.2.2	Limites físicos previamente conhecidos	158
4.7.2.3	Experiências prévias com tecnologia.	158
4.7.2.4	Equipamento e conexão de internet utilizada no momento de	teste158
4.7.2.5	Meta de Usabilidade	
4.7.2.5.1	Relativas ao ambiente físico	
4.7.2.5.2		
4.7.2.6	Questões fisiológicas:	
4.7.2.7	Êxito na realização de tarefas	
4.7.2.8	Meta da experiência do usuário	
4.7.2.9	Expectativas futuras	
4.7.3	Interpretação: manutenção cíclica	
4.7.3.1	Relatos	
4.7.3.2	Observações diretas: fotos e filmagens	164
4.8	SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS	167
4.9	ANÁLISE SITUADA	168
4.10	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	
5	DIRETRIZES	
5.1	DIRETRIZES GLOBAIS	
5.2	DIRETRIZES LOCAIS	
5.3	DIRETRIZES SUBLOCAIS	
5.4	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	
6	CONCLUSÃO	183
6.1	PERSPECTIVAS	
6.2	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	
REFERÊNCIAS		189
	A	
ANEXO B		215
ANEXO C		231
ANEXO	D	241

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

O tema deste trabalho é a relação do usuário com a Realidade Aumentada (RA), uma tecnologia que ainda apresenta muitos desafios para a aplicação em projetos de Design Instrucional (DI). A questão demanda o desenvolvimento de diretrizes para o design de interação. A RA é analisada aqui, em situação de aprendizagem colaborativa *online*.

1.2 ESTABELECIMENTO DO PROBLEMA

O DI é um processo composto por várias etapas: levantamento de necessidades, análise de dados, design, desenvolvimento, implementação e avaliação. A escolha e concepção das mídias de aprendizagem e tecnologias é uma subfase da etapa de design.

O DI pode ser "entendido como o planejamento, o desenvolvimento e a utilização sistemática de métodos, técnicas e atividades de ensino para projetos educacionais apoiados por tecnologias" (FILATRO, 2004). A Figura 1.1 apresenta um modelo de DI, tendo em destaque a fase de design.

A etapa de design, dentre outras subfases, comporta o delineamento das estratégias pedagógicas e tecnológicas, bem como, a concepção das mídias (FILATRO, 2004, LEE; OWENS, 2004, ROMISZOWSKI, 2007).

Ressalta-se que neste trabalho o termo mídia é utilizado de forma similar a Mídia do Conhecimento, que Grütter (2002) aponta como uma de suas características serem artefatos computacionais, que incorporam tanto dados como processos. Neste sentido, Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), Objeto de Aprendizagem (AO), ou quaisquer outros artefatos de informação e comunicação digital, faz parte de um sistema de apoio a uma comunidade que tem por finalidade compartilhar saberes (EPPLER; SEIFRIED; RÖPNACK, 1999).

A fase de design é o momento de pensar em como se dará o contato dos alunos com conteúdos e exercícios de aprendizagem, desta forma é necessário pensar as mídias por diversos pontos de vista: pedagógico, tecnológico, cognitivo, ergonômico, estético, funcional e

¹ Regras são princípios mais específicos de design (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

comunicacional. Os alunos estarão interagindo com interfaces de mídias produzidas por diferentes tecnologias e, no caso desta pesquisa, a tecnologia escolhida para estudo é a RA.

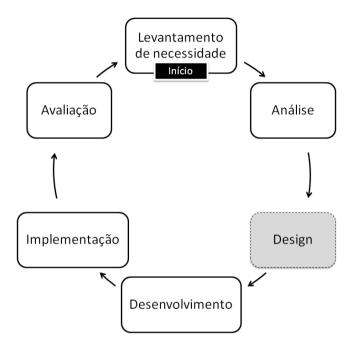


Figura 1.1: Modelo de design instrucional. Fonte: Adaptado de Filatro (2004), Lee e Owens (2004) e Romiszowski (2007).

A RA é uma interface híbrida composta pelo real sobreposto por entidades digitais. As exibições podem acontecer por diversos tipos de dispositivos, tais como monitores, projeções ou óculos especiais (ver item 2.4.4.2, p. 69). Na RA, as interações ocorrem de forma diferenciada das interfaces gráficas convencionais (*GUI – Graphical User Interfaces*), que se utilizam do *mouse* e do teclado. Neste caso uma *webcam* rastreia um sinal manipulado pelas mãos do usuário, há ainda casos em que as próprias mãos fazem às vezes do sinal. A interface, cuja interação é tátil, é chamada de interface tangível (*TUI – Tangible User Interfaces*). De acordo com Shaer e Hornecker (2010) a interface tangível demonstra potencialidade para melhorar as interações dos usuários com as informações digitais. Os autores enfatizam que os estudos sobre interfaces tangíveis ainda estão embrionários. Por esse motivo é necessária

uma extensa pesquisa, para compreender plenamente suas implicações, só assim, se poderá utilizá-la para desenvolver outras tecnologias, que envolvam ainda mais o digital e o físico e para orientar a concepção de interfaces tangíveis com o conhecimento empírico.

A RA tem suas origens na Realidade Virtual (RV) e pode ser entendida como uma evolução desta. Burdea & Coiffet (2003) definem a RV como uma interface de usuário que permite a simulação e a interação utilizando várias modalidades sensoriais. A RV proporciona uma experiência imersiva e acontece através de dispositivos físicos (computador, capacetes, luvas e outros) e programas com modelos computacionais, descrevendo espaços virtualizados (CANTONI, 2001, TORI, 2010). Na RV, o usuário atua no espaço tridimensional executando ações que vão além da interação com botões e comandos em menus. Ele interage diretamente e em tempo real com ambientes sinteticamente produzidos (TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).

Por ter pontos de aproximação com a RV, a RA herdou a vantagem da manipulação direta dos objetos, desta forma são aproveitadas as habilidades, intuição e movimentos naturais dos usuários para realizar ações² (TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006). No entanto, a RA se diferencia da RV, uma vez que ela não omite o ambiente real. O real e o virtual se mesclam como em camadas e o ambiente real desempenha um papel importante (BIMBER; RASKAR, 2004). Esta característica tem levado à expansão da utilização da RA em muitos domínios, neste trabalho ela será aplicada na Educação *online*. Esta escolha tem suas razões justificadas no item 1.6.2, p. 33.

Diversos autores estão de acordo sobre os benefícios que a RA pode proporcionar para a aprendizagem (BYRNE, 1996, KAUFMANN; SCHMALSTIEG; WAGNER, 2000, KIRNER; ZORZAL, 2005, TORI, 2010). Byrne (1996), por exemplo, demonstrou que alunos do ensino médio que aprenderam determinados conteúdos de Química, através da RA, mantiveram as informações por mais tempo em relação a alunos que receberam as mesmas informações por outros meios. A RA atua como mediadora da aprendizagem e permite inclusive, a realização de atividade colaborativa (FILIPPO et al., 2007), aspecto que vem de encontro a esta pesquisa que visa à aprendizagem colaborativa *online*.

A RA vem se tornando mais utilizada, seus aplicativos, cada vez mais complexos e o fato se deve ao aumento da capacidade de proces-

² Apesar das semelhanças a RA difere em alguns pontos da RV, estas diferenças são apreciadas na fundamentação teórica deste trabalho (nota da pesquisadora).

samento dos computadores. Por esse motivo há um crescente interesse dos pesquisadores em melhorar a sua condição de funcionamento. A complexidade pode ser exemplificada pelo projeto *Meta Cookie*, que permite ao usuário sentir cheiros e sabores³ (NARUMI et al., 2010). A pesquisadora, motivada pelo conhecimento destes avanços, empreendeu uma revisão sistemática sobre a RA o que permitiu a formalização da problemática desta tese conforme explanado a seguir.

Os resultados de pesquisas apresentados em 2005 por Swan II e Gabbard (2005) durante a *International Conference on Virtual Reality - HCI International* revelaram que de 1104 artigos identificados apenas 38 abordavam aspectos sobre Interação Humano Computador (IHC) e destes apenas 21 descreviam experiências formais com usuários. O fato evidencia a necessidade de pesquisas em IHC relativas à RA e a questão também é ressaltada por Pribeanu e Iordache (2008), pois estes autores atestam a necessidade de estudos em IHC e usabilidade. Para eles faltam métodos de design centrados no usuário. Neste sentido, Preece, Rogers e Sharp (2005), que investigam o uso de artefatos e o domínio-alvo a partir de uma abordagem de desenvolvimento centrada no usuário, mostram que, em relação ao design de interação, as preocupações dos usuários, mais do que as preocupações técnicas, são as motivadoras do desenvolvimento.

Conforme explicam Nilsson e Johansson (2006), a maioria dos estudos sobre IHC recaem sobre as interfaces gráficas dos computadores *desktop*. Entretanto, conforme estes autores, a RA é uma variação de interface, que mistura elementos físicos e digitais e, também se situa no âmbito das interfaces tangíveis. Neste sentido, a interação humana com uma mídia desta natureza não pode ser tratada sob os mesmos moldes tradicionais das diretrizes e modelos da IHC traçados para as interfaces gráficas (*GUI*).

A RA é uma tecnologia em franca propagação. Como toda tecnologia moderna, ela apresenta complexidades. Desta forma, Cooke e Durso (2008, p.3) consideram que as Ciências Cognitivas podem contribuir para a solução de problemas dessa natureza: "[...] é fácil encontrar exemplos de desastres envolvendo algum aspecto da cognição humana que são receptivos a soluções da engenharia cognitiva". Konar e Jain (2005) comungam com esse argumento, pois consideram que uma boa forma de modelar sistemas de engenharia é estudar a cognição humana.

_

³ O projeto do professor Michitaka Hirose permite a um usuário a sensação de estar comendo um biscoito com sabor. O que é provocado pelo dispositivo de realidade virtual, que capta a imagem e altera a cor e o cheiro do biscoito (NARUMI et al., 2010).

Eles dizem que a maneira menos demorada de alcançar este objetivo é considerar os modelos clássicos dos processos cognitivos.

Contudo o que se observa, a partir de revisão sistemática apresentada nos Anexos A e B, é que há carência de estudos que levem em conta as teorias cognitivas na fase de design de interação, tanto em IHC, quanto ao que se refere às teorias de aprendizagem nas estratégias pedagógicas. Também faltam pesquisas abordando a RA e o *E-learning*, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e Objetos de Aprendizagem (OA). Em geral, as poucas pesquisas se baseiam apenas em avaliação centrada no usuário e desta forma fica uma lacuna, na medida em que não se contemplam as teorias cognitivas no design de interação das mídias.

Na revisão sistemática quantitativa constante dos Anexos A e B, chegou-se a um resultado final com seis documentos de pesquisas científicas que atenderam a todos os critérios de seleção almejados pela revisão sistemática. Buscava-se por estudos que aplicassem a RA na aprendizagem ou instrução colaborativa *online* e que estivessem no âmbito do design de interface, interação e usabilidade, e que, ainda, claramente estivessem embasados em alguma teoria cognitiva.

Foram identificados nesses seis documentos os seguintes aspectos:

- As vezes o foco das pesquisas recai nos aspectos da Interação Humano Computador, outras vezes no DI e algumas vezes se ancora em ambas as situações ou, ainda em estratégias pedagógicas. Foram as seguintes as abordagens identificadas e declaradas pelos autores⁴: construtivista, socioconstrutivista, sociointeracionista, aprendizagem autêntica, aprendizagem situada e paradigma da complexidade. Todas as pesquisas, em maior ou menor intensidade buscavam promover a colaboração (AASTERUD, 2010, CHANG et al., 2010, CHE et al., 2010, CHEN; WANG, 2008b, 2008a, GARBIN, 2008).
- Identificou-se durante o processo da revisão sistemática que algumas vezes o autor declara o propósito de fornecer embasamento teórico para dar suporte cognitivo ao aluno, mas não deixa claro como isso acontece e desvia para questões mais técnicas.

⁴ Ver tabela 1.11 constante do Anexo B que especifica o título, autores, tipo de documento, teoria de base, instituição e ano de publicação das pesquisas (nota da pesquisadora).

- Outras vezes o fato de um aplicativo desenvolvido funcionar a contento, ter passado por testes de usabilidade com usuário e possibilitar atividade cooperativa faz com que ele seja classificado como construtivista ou sociointeracionista, mas sem qualquer evidência de estudos aprofundados sobre essas teorias.
- Ressalta-se que um dos estudos encontrados apoiou-se na Aprendizagem Situada, que é uma teoria de aprendizagem que
 deu suporte especificamente a um caso de DI (CHE et al.,
 2010). Entretanto não houve menção à Teoria da Cognição Situada no texto.

A partir destas evidências foi possível concluir que o estado atual dos estudos em design de interação da RA, para aprendizagem colaborativa na Web, não conta com diretrizes que norteiem os projetos. Também foi percebida a necessidade de estudos envolvendo as Ciências Cognitivas e o design centrado no usuário⁵.

Destaca-se, ainda, que as questões pedagógicas também carecem de pesquisas, conforme evidenciado por Klopfer e Squire (2008) que exploraram o potencial de jogos educacionais em RA, a partir de uma pesquisa que consistiu em investigar uma base de sustentação em desenvolvimento de *software*, para a criação de jogos.

O projeto destes autores utilizou um *Pocket PC* e um GPS (*Global Positioning System*) e a disciplina foco foi a Engenharia Ambiental. Pedagogicamente, o jogo tinha o objetivo de estimular a solução de problemas, analisar e interpretar dados, revisar hipóteses, estratégias e teorias sobre problemas. No entanto, a pesquisa acabou por concentrarse mais em determinar uma metodologia de projeto de *software*. Diante desse desvio, os autores sugeriram trabalhos futuros para o aprofundamento em uma teoria de como o espaço em RA se conecta aos conhecimentos prévios dos alunos e os percursos da aprendizagem em RA (KLOPFER, SQUIRE, 2008). As sugestões dos autores demonstram um campo a ser explorado, o de envolver no planejamento de mídias em RA, as teorias cognitivas e o ponto de vista pedagógico.

Em relação ao acima exposto, esta pesquisa procura estreitar os laços entre o design de interação e as Ciências Cognitivas, sem perder de vista as estratégias didáticas e metodológicas estabelecidas, para que se possa facilitar a interação do aluno com a RA.

-

⁵ O Design Centrado no Usuário foi definido pela ISO 13407, conforme *Usabilitynet* (2012), disponível em: http://www.usabilitynet.org/tools/13407stds.htm).

Nesta perspectiva, o pressuposto aqui sustentado é que a corrente da Cognição Situada⁶ pode apoiar o desenvolvimento de diretrizes para o design de interação da mídia em RA, em cenários de aprendizagem colaborativa *online*. A suposição se sustenta nos princípios dessa abordagem, pois ela amplia a ideia existente de que a cognição é realizada individualmente para outra em que a cognição é **distribuída** e **situada** desenvolvendo-se em Comunidades de Prática, onde prevalecem as relações socioculturais, que potencializam o compartilhamento do saber.

Para demonstrar a compatibilidade da TCS com o argumento de Konar e Jain (2005) (exposto acima), que defendem o envolvimento de teorias cognitivas bem conceituadas nos projetos, se foi encontrar apoio em Solomon (2007, p. 414, tradução da autora), pois o autor afirma que é possível fazer adequações entre as teorias cognitivas convencionais e as mais recentes: "Isso não significa que essas abordagens tradicionais devem ser descartadas completamente, mas sim que elas devem ser complementadas ou reenquadradas na maioria dos casos". Um ponto de vista semelhante, também é sustentado por Vanzin (2005, p. 26):

A teoria da Cognição Situada permeia as diversas teorias de aprendizagem estabelecendo com elas um diálogo de mínimos conflitos em função da orientação social que adota. A sua contribuição principal está na possibilidade da formulação de um novo paradigma que permite rever e ampliar a concepção clássica da ação humana, principalmente em relação ao cognitivismo ortodoxo.

Ainda sobre esta questão, ressalta-se que a Cognição Situada tem pontos de aproximação aos apresentados por Lev Vygotsky (1896-1934), que entende as atividades cognitivas como decorrentes do social e mental. Este autor deu importância aos instrumentos culturais para o desenvolvimento da cognição, bem como levou em consideração as condições históricas, culturais e institucionais da aprendizagem.

A Cognição Situada leva em consideração o organismo em seu ambiente, as ações e a situação em que a cognição se processa. Ela amplia a visão cognitivista tradicional, de que o conhecimento se desenvolve e reside apenas na mente do indivíduo, e atinge um olhar

-

O conceito da Cognição Situada engloba uma série de teorias com ideias muito próximas e muitos teóricos contribuíram com a Cognição Situada. Uma das teorias que compôs esse conjunto de abordagens foi a Teoria da Cognição Situada de Jean Lave que tem origem na Antropologia Sociocultural (LAVE, 2011). O assunto será aprofundado no capítulo 3, p..

mais ecológico, ou seja, leva em conta o conjunto de conhecimentos dos indivíduos (WILSON; KEIL, 2001). Desta forma, infere-se que a Cognição Situada é apropriada aos propósitos da Mídia do Conhecimento dentro da perspectiva de potencializar nos indivíduos o processo do conhecimento, pela socialização dos saberes e através da formação de comunidades (EPPLER; SEIFRIED; RÖPNACK, 1999).

Vanzin e Ulbricht (2005) defendem que a Cognição Situada é adequada para lidar com as novas tecnologias, argumento que pode ser aplicado diretamente à tecnologia da RA. Assim, a Cognição Situada pode se alinhar a RA nos aspectos de simulação de ambientes e mixagem do virtual com o real no âmbito de comunidades que compartilham objetivos comuns, aprendizagens e ações. Especificamente, os ambientes dotados de tecnologia 3D como a RA, podem representar: uma sala de cirurgia, um espaço urbano, ou um interior de uma casa, mas as ações e processos cognitivos que ocorrem nesses espaços são dinâmicos, nunca se repetirão da mesma forma, visto que envolve, também, um ambiente real (BIMBER; RASKAR, 2004). Ou seja, cada experimentação em RA nunca será exatamente a mesma. Todavia, o movimento e ações nesses ambientes são de baixo controle diferindo, por exemplo, da RV, pois nesta não há fusão do virtual com o real.

Em se tratando de projetar e produzir mídia para a aprendizagem colaborativa a distância, o desafio se torna bastante complexo, em decorrência do baixo controle do designer sobre as condições em que a aprendizagem virá a ocorrer. São muitos usuários com diferentes destrezas, utilizando equipamentos variados em ambientes físicos diversos e ainda, dependentes de um projeto pedagógico, que é competência dos profissionais dessa área.

O designer terá que se preocupar ao mesmo tempo com as interações que ocorrem em dois mundos dinâmicos: um o sinteticamente planejado e que, para funcionar perfeitamente, depende do outro, o real e totalmente desconhecido do designer no momento em que projeta. Essa mídia híbrida precisa ser projetada de forma que para o usuário seja percebida como um único ambiente. Entende-se que, se a cognição e ação do usuário, por um lado acontece por imersão e ao mesmo tempo situada (p. ex.: em uma sala de cirurgia virtual sinteticamente produzida), por outro estará acontecendo fisicamente em qualquer tipo de ambiente real. Não se trata do usuário participar a partir de uma caverna de RV com equipamentos e ambiente controlados pelo designer, mas o local pode ser a casa, o trabalho ou o shopping. O grande desafio do designer é fazer com que, do ponto de vista do usuário, seja percebido um único ambiente que atenda às expectativas de uso.

Na Cognição Situada, não é pertinente distinguir a cognição da ação, mas é cabível que a ação humana seja realização prática situada socialmente e culturalmente, bem como o desenrolar da ação surja na dinâmica das interações (BORGES; DESBIENS, 2005). Além disso, na Cognição Situada o organismo é considerado em seu ambiente e o conhecimento é compartilhado (WILSON; KEIL, 2001). Isso denota uma contribuição consistente que a Cognição Situada pode oferecer, principalmente na forma de um incremento teórico às pesquisas já existentes e no desenvolvimento das diretrizes para o design de interação de mídias de aprendizagem colaborativa *online* em RA.

1.3 QUESTÃO DE PESQUISA

Considerando o problema de pesquisa e o ambiente em que ocorre, bem como os indícios que levam a crer que a Cognição Situada pode contribuir com a presente pesquisa, partiu-se da seguinte questão:

Como a Cognição Situada pode apoiar o desenvolvimento de diretrizes para o design de interação da RA em situação de aprendizagem colaborativa *online*?

1.4 PRESSUPOSTO

A Cognição Situada pode contribuir com o desenvolvimento de diretrizes para o design de interação da RA em situação de aprendizagem colaborativa *online*.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo geral

Desenvolver diretrizes para o design de interação da RA sob a abordagem da Cognição Situada, considerando a sua aplicação específica na aprendizagem colaborativa *online*.

1.5.2 Objetivos específicos

Identificar os pontos de compatibilidade entre a Cognição Situada e os conceitos relacionados com o design de interação para RA em contexto de aprendizagem *online*.

- Desenvolver um processo que possibilite elaborar o design de interação a partir dos pressupostos da Cognição Situada.
- Desenvolver um protótipo de mídia em RA para teste com usuário.

1.6 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

1.6.1 Origens e envolvimento da pesquisadora com o tema

Esta pesquisa teve origem nas atividades profissionais e acadêmicas da pesquisadora, que é designer e professora. Nos anos de 2003, 2004 e 2009, trabalhou no Departamento de Expressão Gráfica (EGR) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atualmente faz parte do corpo docente da Faculdade Energia de Administração e Negócios (FEAN) e ministra aulas no curso de design gráfico.

Quando foi bolsista, de mestrado e doutorado, atuou na função de designer e gerente de projeto do Laboratório de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem (Hiperlab – EGR - UFSC) (HIPERLAB, 2011) e, também, como designer do Laboratório de Novas Tecnologias (Lantec) ⁷ do Centro de Ciências da Educação (CED) da UFSC, nessa oportunidade desenvolveu material didático para a Educação a Distância (EaD).

Outras experiências em Educação online foram:

- Realização do trabalho de campo de mestrado na área de Engenharia e Gestão do Conhecimento defendido no ano de 2007, com o título "Estratégia online para capacitação de professores em Aprendizagem por meio das HQs: Abordagem Centrada na Educação Através do Design (EdaDe)", sob a orientação da professora PhD. Alice Theresinha Cybis Pereira (BRAGA; PEREIRA, 2007);
- desenvolvimento do Núcleo Virtual de Estudos Colaborativos EdaDe (NUVEC EdaDe), que faz parte do projeto AVA em Arquitetura e Design (AVA_AD), financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPQ);

Resultado da reestruturação da Oficina Pedagógica de Multimídia (OPM), primeiro espaço criado no Centro de Ciências da Educação (CED) da UFSC, o Laboratório de novas Tecnologias foi criado em 1995, com o objetivo de inserir e estimular a pesquisa sobre o uso das tecnologias na educação. Vale lembrar, ainda, que os trabalhos que resultam desses estudos têm como foco a formação de professores e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (UFSC, 2011a).

- participação no design de material didático digital para o Profor⁸ no ano de 2005 e que visava à formação de professores da UFSC, para trabalhar nos cursos de Licenciatura em Física e Matemática a distância:
- gestão do curso a distância de Modelagem Geométrica em *Sketchup*, oferecido pelo AVA_AD-EGR-UFSC;
- design instrucional e design gráfico do curso a distância de Modelagem Matemática I para o Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino (CREMM) da Universidade Regional de Blumenau (FURB).

A pesquisadora, também fez estágio de docência no curso de Arquitetura da UFSC na disciplina de Geometria Descritiva, ministrada pelo professor Dr. Tarcísio Vanzin. Atualmente, a mesma, faz parte do Grupo de Estudo de Ambiente Hipermídia voltado ao processo de Ensino-Aprendizagem (CNPQ) e do projeto Educação inclusiva: ambiente web com objetos de aprendizagem para representação gráfica⁹, financiado pela CAPES-AUX-PROESP 1026/2009, sob a coordenação do Prof. Dr. Tarcisio Vanzin.

1.6.2 Razões

Moran (2007) diz que a educação ocorre dentro e fora da sala de aula e que abrange uma totalidade de elementos com os quais se convive em sociedade. O autor avalia que já não é suficiente colocar o estudante na escola, mas que a escola precisa refletir as mudanças sociais. Neste sentido, torna-se necessário instigar e motivar os alunos, pois é nesse processo que se centra a relação pedagógica. Desta forma, a Educação, como pilar da sociedade, não pode se esquivar das necessárias atualizações de seus instrumentos de aprendizagem e comunicação e, o professor, do consequente e constante aprimoramento dos métodos de ensino e renovação da didática frente aos novos desafios tecnológicos que se inserem na área da educação. Por essa via, esta pesquisa se justifica, pois é crescente a demanda por novos artefatos de apoio a aprendizagem *online*. As Tecnologias da Informação e Comunicação

⁹ Endereço Web do projeto WebGD: http://www.webgd.ufsc.br/

-

⁸ O PROFOR - Programa de Formação Continuada para Professores da UFSC foi iniciado em 2002 com o propósito de oferecer oportunidades de formação e atualização a todos os seus professores, de forma singular os que estão em estágio probatório (UFSC, 2011b).

(TIC) estão cada vez mais presentes no contexto da educação e a internet se tornou um espaço onde conteúdos estão abertos a todos. Moran (2007) destaca ainda que a TIC coloca os cidadãos diante de novas formas de solucionar os problemas do dia a dia uma vez que, conectados executam pagamentos, fazem pesquisas, comunicam-se *online*, compram e aprendem.

As cidades digitais caminham para uma integração com as cidades físicas. A vida cada vez mais integrará situações reais e as digitais. O físico e o virtual se complementam e se integram tornando-se inseparáveis, demandando cada vez mais dispositivos de representação onde real e virtual se complementam. A aprendizagem presencial e virtual estará cada vez mais interligada.

Com a educação *online*, com o avanço da banda larga na internet, com a TV digital e as outras tecnologias móveis, teremos todas as possibilidades de cursos: dos totalmente prontos e oferecidos através das mídias audiovisuais até os construídos ao vivo, com forte interação grupal e pouca previsibilidade. Teremos cursos totalmente individualizados e outros baseados em colaboração. Teremos cursos totalmente *online* e outros parcialmente *online*. Só não teremos os modelos atuais convencionais (MORAN, 2007, p. 11).

Na opinião de TORI (2011):

Até há pouco tempo o uso de tecnologias de realidade virtual e de interfaces 3D era restrito a pesquisas em laboratório e a aplicações específicas, em grandes empresas, cujos custos e periculosidade no treinamento de funcionários justificavam vultosos investimentos na área. A partir de agora, no entanto, educadores, designers instrucionais. gestores educacionais envolvidos com, ou interessados na, redução de distâncias na educação por meio de tecnologia já podem - e devem - incluir a mídia 3D e a realidade aumentada em sua caixa de ferramentas. Incentivada pelo sucesso dos cinemas em 3D a indústria de entretenimento já investe pesadamente para trazer a tridimensionalidade para todas as mídias, de celulares à Internet.

Quando a tecnologia chega ao consumidor caseiro significa que pode chegar também às escolas ao custo de aparelhos de TV ou de consoles de videogames. Mas para isso os educadores e designers instrucionais precisam conhecer a nova mídia, saber como usá-la pedagogicamente e produzir conteúdos e metodologias para seu uso nas escolas. Portanto este é o momento de se pesquisar, experimentar e avaliar o uso de tais tecnologias (TORI, 2011).

A RA é uma tecnologia emergente que tem sua importância na educação atestada nos relatórios de 2010 e 2011 do Horizon Report. Estes relatórios enfatizam ainda a colaboração e o compartilhamento como tendência para a formação dos estudantes (JOHNSON et al., 2010, 2011). Este fato implica no aumento da demanda pelo desenvolvimento de mídias para aprendizagem em RA e ambientes em que o compartilhamento da aprendizagem seja uma realidade. Outra tendência na educação *online*, apontada pelos mesmos relatórios, é o conteúdo aberto (JOHNSON et al., 2010, 2011). Torna-se assim, cada vez maior a utilização dos atuais sistemas de distribuição de conteúdo, os AVA, Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA) e OA. Ou seja, conforme ensina Belloni (2005, p. 26) a "[...] mediatização das mensagens pedagógicas está no coração dos processos educacionais [...]". Mediatizar corresponde ao estabelecimento de metodologias de ensino e estratégias de uso dos materiais de ensino/aprendizagem de forma a melhorar as possibilidades da aprendizagem. Inclui selecionar e elaborar conteúdos, criar metodologias, selecionar os meios, produzir materiais, criar e implementar estratégias para uso dos materiais, dar atendimento e acompanhar o estudante e assegurar a melhor interação aluno-sistema de ensino.

A escolha das mídias para aprendizagem está relacionada a decisões prévias relativas aos objetivos pedagógicos de aprendizagem, a proposta curricular e a definição dos conteúdos. Neste sentido, torna-se importante conhecer o contexto em que ocorre o ensino e a aprendizagem, qual é a audiência, o acesso aos meios e a adequação pedagogia versus meio técnico (BELLONI, 2005). Esta é uma maneira de pensar o planejamento das mídias e tecnologias de produção, sem deixar de envolver todo o contexto de conexões e relações da educação a partir de uma visão do todo. É uma perspectiva da EaD como um sistema complexo e considerado por diversos autores, tais como: Saba (2003),

Wedemeyer e Moore (MOORE; SHATTUCK; AL-HARTHI, 2005) e Romiszowski (ROMISZOWSKI, 2007).

A diversidade de formas midiáticas acaba por tornarem complexos os processos de mediatização do ensino/aprendizagem demonstrando que não é simples a apropriação das técnicas para a utilização pedagógica. Características, tais como a simulação, virtualidade, acessibilidade a grande quantidade e diversidade de informação necessitam de metodologias diferentes daquelas tradicionais de ensino (BELLONI, 2005).

Há razões para que se tenha escolhido como tema a RA aplicada a aprendizagem, pois os ambientes simulados pela tecnologia computacional já são utilizados na educação e é vantajoso para o aluno interagir com eles. Esses ambientes imitam o mundo real ou imaginado permitindo o teste de fenômenos e a experimentação de situações significativas para o aluno, que de outra maneira poderiam ser difíceis de serem realizadas. Além disso a simulação é motivadora, concentra o aluno, melhora a memorização, auxilia na solução de problemas em tempo real, possibilita interações compartilhadas e desenvolve a capacidade intelectual e motora (SCHFFER, 2004). TORI et al.(2009) destaca o senso de presença que os ambientes virtuais 3D podem propiciar na educação *online*.

Desta forma, a inserção de novas tecnologias de produção no cenário da educação, como é o caso da RA, implica na necessidade de serem compreendidos aspectos do ponto de vista técnico, econômico, disponibilidade, simplicidade, ludicidade, interatividade e ergonômico, assim como, os processos cognitivos que se estabelecem nos ambientes tecnológicos. É preciso dar conta dos fenômenos sociais e culturais, que se inserem neste momento peculiar da sociedade do conhecimento, para facilitar os processos pedagógicos.

As razões para estudar a RA na aprendizagem *online* estão associadas ao consequente sentimento de presença, envolvimento e motivação que ela pode proporcionar aos alunos (NUNES et al., 2011, TORI et al., 2009). Outrossim, o ser humano utiliza muitas maneiras para se comunicar. Neste sentido, destaca-se que a RA é multimodal e pode complementar o processo de aprendizagem, pois amplia os estímulos auxiliando, no processo perceptivo do sujeito e na ação motora. Os estudos em design de interação se justificam em função dos fatores ergonômicos do sistema homem-máquina-ambiente, pois quando considerados, na fase de projeto de mídias instrucionais, podem ampliar os benefícios da tecnologia na aprendizagem, visto que o papel da Ergonomia é adaptar o trabalho ao homem e não o oposto (ITIRO, 2005).

Envolver a abordagem da Cognição Situada na elaboração de diretrizes para o design de interação da RA, pode auxiliar para que o designer de interação ao projetar mantenha o elemento "situação" na análise das interações do sistema "usuário-computador-ambiente" e não perca a perspectiva da didática e metodologias de aprendizagem. Poderá surgir uma comunicação mais efetiva, propiciada pelo repertório que passa a ser compartilhado entre o designer instrucional e designer de interação e outros profissionais envolvidos no design das mídias.

Este trabalho também tem a finalidade de apoiar o projeto CA-PES-AUX-PE-PROESP 1026/2009: Educação inclusiva: ambiente web com objetos de aprendizagem para representação gráfica.

1.7 ESCOPO

Este trabalho abarcará especificamente a Educação *online*, o uso de AVA e OA em RA. O protótipo não se aplica a avaliação da aprendizagem de conteúdos.

O que se está pesquisando: O uso de um OA produzido em RA visando à aprendizagem *online*, para ser executado em um computador *desktop* ou *notebook* e que atenda a certos requisitos de *hardware* e *software*, por exemplo: processamento, memória, sistema operacional, *webcam*, monitor e placa gráfica. Que seja apresentado através de navegadores de internet, tais como: *Internet Explorer*, *Firefox*, ou outro similar. O navegador precisa permitir a instalação da extensão do *flash player* Adobe. O acesso do usuário poderá ocorrer em casa, na escola, shopping ou trabalho, em qualquer lugar e a qualquer hora. Ou seja, o material instrucional será acessado via internet. O presente estudo está focado nas interações do usuário, relacionadas à percepção visual e tátil.

O que não se está pesquisando: A execução da RA *offline*, ou materiais instrucionais em RA *stand-alone desktop software*. Ou seja, a mídia instrucional que só funciona diretamente no disco rígido, *CD-ROM*, *DVD-ROM* ou dispositivo removíveis. Também não se cogita, no momento, pesquisar dispositivos móveis, tais como: celulares, *PDAs*, *tablets* e *GPS*. Não se inclui nesta pesquisa formas de interação relacionadas à percepção auditiva e olfativa dos usuários.

1.8 LIMITAÇÕES

O protótipo em RA será acessado através da internet, e os testes serão realizados em duas etapas:

- A primeira etapa é individual.
- A segunda etapa será realizada em dupla em colaboração face a face. O compartilhamento da experiência pode acontecer de forma remota, síncrona ou assíncrona através de *e-mail*, fórum ou bate-papo do AVA.

1.9 ORIGINALIDADE

Os resultados da revisão sistemática (Anexo B), em conjunto com os relatos do item 1.2, demonstram o baixo índice de pesquisas abordando o DI e o design de interface (tanto no que concerne a IHC, quanto às questões pedagógicas). Evidenciou-se também, a falta de estudos relacionando teorias da Ciência Cognitiva com a IHC. Não se encontrou pesquisas que mencionassem a Cognição Situada e relações com o desenvolvimento de diretrizes para o design de interação da RA em situação de aprendizagem colaborativa *online*. Concluindo-se, desta forma que esta pesquisa não é trivial e tem um alto grau de originalidade.

1.10 RELEVÂNCIA

A Educação a Distância é prioridade do Governo brasileiro em todas as instâncias (Federal, Estadual e Municipal), tendo em vista as metas para a educação estabelecidas pela UNESCO, que garantem o direito a educação (UNESCO, 2011). As políticas e programas do Ministério da Educação (MEC) para a EaD (SEED-MEC, 2011), como exemplo a expansão da Universidade Aberta do Brasil (UAB) são iniciativas para a expansão do ensino superior o que demonstra a necessidade de pesquisas nessa direção.

Este trabalho tem relevância pela sua natureza, pois pretende contribuir com a Educação, por colocar em evidência a relação do sujeito que aprende com uma tecnologia pouco explorada que é a RA. Por centrar sua atenção no usuário da tecnologia educacional, trazendo-o para um ambiente de cunho ecológico ao situar sua problemática nos ambientes de aprendizagem focados em comunidades de compartilhamento de conhecimentos, de acordo com os paradigmas da mídia do conhecimento.

1.11 ADERÊNCIA AO PROGRAMA

Ressalta-se que este trabalho atende à natureza interdisciplinar do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC) e situa-se na área de Mídia e Conhecimento na linha de pesquisa Mídia e Conhecimento na Educação.

Esta pesquisa tem como foco principal elaborar diretrizes para o design de interação de mídia para aprendizagem colaborativa *online*. Envolve ambientes hipermidiáticos e objetos digitais de aprendizagem, produzidos pela tecnologia da RA. Desta forma, torna-se necessária a interdisciplinaridade entre as três áreas do programa de pós-graduação: Engenharia do Conhecimento, Gestão do conhecimento e Mídia do Conhecimento. A RA é uma tecnologia de produção e as metodologias e técnicas da Engenharia do Conhecimento podem auxiliar no desenvolvimento de sistemas apropriados para a aprendizagem, bem como é necessário compreender como a RA se insere nas comunidades de prática sob o domínio da Gestão do Conhecimento. Por fim, está centrada esta pesquisa no conhecimento e no seu compartilhamento.

1.12 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se ao final desta pesquisa ter desenvolvido as diretrizes para o design de interação de mídias em RA para aplicação em cenários de aprendizagem colaborativa *online*. Bem como que este estudo possa somar novos conhecimentos às pesquisas já existentes contribuindo com a sociedade e a academia.

1.13 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

1.13.1 Visão de mundo

O pensamento através do qual se aborda esta pesquisa, ou "lente" pela qual se analisa e se busca respostas para o problema apresentado é o paradigma sistêmico ou da complexidade, ou ainda, os preceitos da teoria interdisciplinar fundada na década de 1950 por Karl Ludwig von Bertalanffy, a Teoria Geral de Sistemas. Esta teoria identifica a interafoco de abordagem e busca visão do cão a (BERTALANFFY, 1975, VASCONCELLOS, 2003). O fio condutor é a Teoria da Cognição Situada que estabelece uma visão cognitiva na relação da ação do organismo em seu ambiente e oferece uma alternativa ampliada para a ciência cognitiva pela experiência social e cultural. O pensamento sistêmico e o pensamento situado se aproximam por terem preceitos em comum (CLANCEY, 1997). Conforme ressalta Fialho (2001, p. 14) "O homem existe em um Meio Ambiente, sobre o qual atua criando uma Cultura. Conhecer é operar sobre a Cultura em que se vive, modificando o meio ambiente e transformando-se a si próprio no processo".

1.13.2 Natureza e caracterização da pesquisa

Esta pesquisa, do ponto de vista de sua natureza é aplicada. Define-se também, pelo estudo exploratório: pela pesquisa bibliográfica, pelo estudo de caso, sob a abordagem **do tipo etnográfica**¹⁰ (ver item 4.1, p. 131) (ANDRE, 2000) e relativo a uma experimentação prática (GIL, 1999, LAKATOS; MARCONI, 2008, RICHARDSON, 2008) de desenvolvimento de um protótipo em RA.

A abordagem é qualitativa na medida em que a solução para o problema se constituirá de um processo, que passa pela experimentação prática e para a proposição de diretrizes e um processo metodológico para o mundo real. É descritiva, pois "[...] O processo e seu significado são os focos principais de abordagem" (SILVA, 2005, p. 20).

Gil (1999, p.42) define pesquisa como "o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico", que tem por objetivo "descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos". Assim, o método é imprescindível à pesquisa.

Minayo (1997, p. 16) explica que a metodologia é como um roteiro, seguido pelo pensamento e a prática, que se estabelece a partir de temas da realidade. Assim, a metodologia "inclui as concepções teóricas de abordagem, o conjunto de técnicas que possibilitam a construção da realidade e o sopro divino do potencial criativo do investigador". Para a autora, a pesquisa compreende um "processo de trabalho em espiral que começa com um problema ou uma pergunta e termina com um produto provisório capaz de dar origem a novas interrogações" (MINAYO, 1997, p. 26).

O grifo em "do tipo etnográfico" é para ressaltar que não se está fazendo etnografia, mas adaptando seu método aos procedimentos metodológicos desta pesquisa (nota da autora). Etnografia é um conjunto de técnicas utilizadas pelos antropólogos, para elaborar os dados obtidos em pesquisa de campo (ANDRE, 2000).

Metodologia seria, portanto, o estudo ou a ciência do caminho, se pretendendo que este seja uma trilha racional para facilitar o conhecimento, além de trazer implícita a possibilidade de, como caminho, servir para que diversas pessoas o percorram, isto é, que possa ser repetidamente seguido (MAGALHÃES, 2005).

A ideia da pesquisa como um processo em espiral expressada por Minayo (1997) é ilustrada por Magalhães (2005) Figura 1.2, que sugere seis passos para pesquisar um problema científico, não obstante, o autor deixa claro que esta é uma representação didática e que na pratica pode não se apresentar em uma ordem tão linear. São os seguintes os passos sugeridos pelo autor: escolha, fatos, interpretação, teste, comunicação e contemplação.

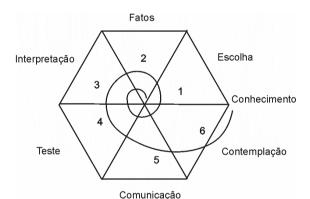


Figura 1.2: A Espiral do Conhecimento. Fonte: MAGALHÃES (2005, p. 239).

1.13.3 Delineamento da pesquisa (método)

O processo a seguir foi adaptado de Minayo (1997) e Magalhães (2005):

Pesquisa

- Pesquisa bibliográfica sobre os tipos de interação na Educação *online*.
- Pesquisa bibliográfica dos conceitos de mídia do conhecimento.

- Pesquisar bibliográfica dos tipos de mídia do conhecimento na Web.
- Pesquisa bibliográfica sobre Computer Supported Collaborative Work (CSCW) e Computer Supported Collaborative Learning (CSCL).
- Pesquisa bibliográfica dos fundamentos da RA, processo e implicações.
- Pesquisa bibliográfica dos fundamentos da IHC.
- Pesquisa bibliográfica sobre métodos, recomendações e diretrizes de usabilidade, design de interação e interface para a RA.
- Revisão bibliográfica sobre a Ciência Cognitiva e relação com a IHC.
- o Revisão bibliográfica sobre Cognição Situada.
- Identificar, instalar e experimentar sistemas de RA.
- Identificar, instalar e experimentar sistemas de modelagem 3D.

• Planejar e desenvolver protótipo da mídia.

- Planejar o DI de uma parte do conteúdo de uma disciplina.
 - Escolha e design da mídia adequada às estratégias de ensino-aprendizagem.
- Pesquisar e definir o método de prototipagem e teste da mídia.
- Desenvolver o protótipo em RA.
- o Implantar o protótipo na Web para teste.

Testagem

- Solicitar autorização de teste ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.
- o Determinar a amostra.
- Determinar a forma de coleta de dados.
- Desenvolver formas de coleta de dados.
- Convidar pessoas para participarem dos testes.
- Testes e coleta de dados.
- Análise de resultados: Compilar e analisar os dados coletados.
- **Sistematização de dados**: Registrar os dados obtidos no passo anterior.

- Acertos no protótipo: Apresentar os resultados da experimentação confrontando-a com a teoria escolhida.
- Desenvolver as diretrizes: com base em: modelos já existentes, resultado do teste do protótipo, no design centrado no usuário e na abordagem da Cognição Situada.
- Elaborar relatório de pesquisa: Escrita do documento.
- **Revisão crítica**: verificação crítica e criteriosa de todas as etapas do trabalho.
- **Defesa da tese**: apresentação à banca examinadora.

1.14 ESTRUTURA

O presente capítulo apresenta o projeto de tese de doutorado. O Capítulo 2 oferece a fundamentação teórica sobre o processo do DI, conceito de mídias do conhecimento, tipos de ambientes que permitem aprender em colaboração na *Web*, a base sobre RA e design de interação. O Capítulo 3 dá a conhecer o histórico e conceitos da Ciência Cognitiva, a corrente da Cognição Situada, os principais teóricos da TCS, põe em evidência a convergência entre a TCS e os principais conceitos abordados nos capítulos anteriores, bem como, apresenta justificativas para a TCS ser utilizada como teoria de alinhamento para esta pesquisa.

No Capítulo 4 é delineado o processo metodológico e no Capítulo 5 as diretrizes específicas de design de interação para a RA, em contexto de aprendizagem colaborativa *online*.

O Capítulo 6, por fim, apresenta as conclusões, as perspectiva de continuidade desta pesquisa e sugestões para futuros trabalhos.

Página em branco

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INTRODUÇÃO

A primeira parte deste capítulo esclarece o que é a etapa de design e a sua localização dentro de um processo do DI, enfatiza-se, também os tipos de interação na Educação *online*. Na sequência, se apresenta o conceito de mídia adotado neste trabalho e os tipos de ambientes que permitem aprender em colaboração na *Web*. Em seguida, se explana sobre os fundamentos teóricos da RA — histórico, conceitos, tendências, processos, aplicação e implicações. Aprecia-se, também o design de interação e suas relações com outros campos de domínio. E, por fim, se concluí delineando os principais aspectos que colocam em evidência a necessidade de desenvolver diretrizes específicas para o design de interação da RA em situação de aprendizagem colaborativa *online*.

2.2 DESIGN INSTRUCIONAL E A ETAPA DE DESIGN

O design de mídias para aprendizagem é uma das etapas do DI. O DI pode ser entendido como um processo que põe em interação a pedagogia, o design e a tecnologia, conforme demonstrado na Figura 2.1 (FILATRO, 2004, KHAN, 2005, LEE; OWENS, 2004, ROMISZOWSKI, 2007).

Como todo processo, o DI é composto por etapas e dentre elas a de design. Esta fase, por sua vez, comporta subfases, tais como: estratégias de ensino-apendizagem e design das mídias de aprendizagem (Figura 2.2).

É na fase de design que, com base em análise prévia (de um curso ou disciplina em particular), serão determinadas: teorias de aprendizagem; didáticas; metodologias; estratégias pedagógicas e tecnológicas; roteiro coerente das lições, unidades de conteúdos, atividades de aprendizagem e avaliações e também são escolhidas as tecnologias de produção e formato das mídias de aprendizagem. A Figura 2.2 representa em destaque a localização e a interação entre as subfases estratégias de ensino-apendizagem e design de mídia (FILATRO, 2004, KHAN, 2005, LEE; OWENS, 2004, ROMISZOWSKI, 2007).

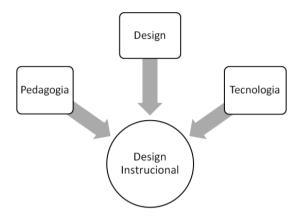


Figura 2.1: Áreas que compõem o Design Instrucional. Fonte: Diagrama adaptado (FILATRO, 2004, KHAN, 2005, LEE; OWENS, 2004, ROMISZOWSKI, 2007).

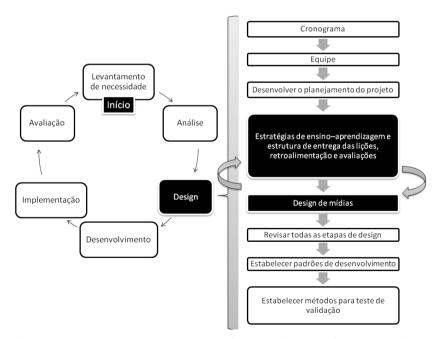


Figura 2.2: Processo do DI. Em destaque a fase de design e subfases: estratégias de ensino-aprendizagem e design de mídia.

Fonte: Diagrama adaptado (FILATRO, 2004, KHAN, 2005, LEE; OWENS, 2004, ROMISZOWSKI, 2007).

2.3 MÍDIA DO CONHECIMENTO

Mídia pode ser definida como um canal através do qual uma informação ou um efeito é transportado ou transmitido para que haja comunicação entre duas pessoas que não estão face a face. Através deste canal, é possível comunicar indiretamente a alguém uma representação e imagem do mundo (uma parte dele). Desta forma: televisão, rádio, computador, jornal, revista, livro e internet são aparelhos, objetos ou instrumentos, que tornam a comunicação possível e oferecem uma versão seletiva e mediada do mundo. Os "textos" destas mídias são entendidos como os programas, filmes, imagens e sítios na Web que são formas transportados por essas diferentes de comunicação (BUCKINGHAM, 2003).

A mídia torna possível a formação de saberes e pode ser entendida como uma plataforma técnica e organizacional de uma comunidade com o objetivo de compartilhar conhecimento entre si (EPPLER; SEIFRIED; RÖPNACK, 1999). Deste modo, destaca-se que ao estabelecer a comunicação, mediante o transporte da informação, há de forma deliberada, o desejo de potencializar nos envolvidos o processo do conhecimento pela socialização dos saberes. Neste sentido, está se falando da Mídia do Conhecimento (Knowledge media) e, segundo Grütter (2002, p. 1, tradução da autora):

O conhecimento é o estado interno dos seres humanos que resulta da entrada e do processamento da informação durante a aprendizagem e a execução de tarefas. Segundo Nonaka (1991), podemos distinguir duas espécies de conhecimento: conhecimento tácito e explícito. O conhecimento tácito é altamente pessoal e é profundamente arraigado em ação e experiência individuais, bem como nas ideias, valores e emoções. Este tipo de conhecimento é difícil de formalizar, comunicar, e compartilhar. O conhecimento explícito pode ser expresso independentemente da sua transmissão por humanos, na forma de dados, fórmulas cientíespecificações, manuais, experiência, relatórios de projeto, e similares. Na sua forma exteriorizada, "Conhecimento é informação que modifica algo ou alguém ou torna-se base para a ação, ou faz com que um indivíduo (ou uma instituição) seja capaz de ação diferente ou mais efetiva" (Drucker, 1991). Como resultado, o conhecimento é considerado o mais valioso recurso na era da informação.

Conforme Grütter (2002), há várias abordagens enfatizando diferentes perspectivas para Mídia do Conhecimento, dentre elas ressalta a do *Knowledge Media Design Institute at the University of Toronto*, que estabelece a seguinte definição: "Os elementos construtivos de uma sociedade do conhecimento" e que possuem as seguintes características:

As mídias do conhecimento são artefatos computacionais, que incorporam tanto dados como processos.

Elas podem processar novos fatos e podem configurar e apresentar informações em um único modo, baseados em parte em regras incorporadas na mídia.

Elas incorporam tanto espaços de tarefa nos quais as pessoas executam o seu trabalho como espaços interpessoais, isto é, ambientes ou estruturas, nas quais a comunicação se realiza.

O objetivo central da mídia do conhecimento é ajudar comunidades de indivíduos a pensarem, comunicarem-se, aprenderem, e criarem conhecimento (BAECKER, 1997 apud GRÜTTER, 2002, p. 11).

Desta perspectiva, a mídia do conhecimento tem fortes laços com as comunidades de aprendizagem e, portanto, com a aprendizagem colaborativa. Vanzin e Ulbricht (2005, p. 37) destacam as Comunidades de Prática que surgiram dos estudos de Jean Lave e Etienne Wenger. "O conceito de Comunidade de Prática foi construído justamente em torno da atividade, onde um grupo de indivíduos com interesses comuns em um dado domínio compartilham práticas mutuamente negociadas, crenças, compreensões, opiniões, valores e comportamentos". O sentido de colaboração neste trabalho encontra apoia nas Comunidades de Prática.

Neste sentido, Ambiente Virtual de Colaboração (AVC), AVA, Ambientes Virtual de Aprendizagem 3D (3D Virtual Learning Environments (3DVLEs)) 11, bem como os OA são artefatos computacionais

-

¹¹ 3D Virtual Learning Environments (3DVLEs) são compatíveis com ambientes como o Quest Atlantis (QUEST ATLANTIS, 2012) (nota da autora).

que possuem características compatíveis com a mídia do conhecimento caracterizada por Grütter (2002). Estas são as mídias mais utilizadas na atualidade e com as quais alunos interagem.

2.3.1 Tipos de interação na Educação online

Braga e Pereira (2007, p. 96-97) destacam a importância das interações na EaD e a preocupação de diversos autores com o assunto:

Neste contexto, "O conceito de Moore da distância transacional é importante porque ele funda o conceito da educação a distância em uma estrutura da ciência social e não na sua interpretação de ciência física habitual" (SABA, 2003, p. 5, tradução da autora). [...] Hölmberg, por exemplo, estabeleceu um método de conversação didática guiada, para o qual o importante era promover a motivação do estudante pela conversação personalizada com o professor e formatar o material didático autoinstrucional de forma a ocorrer o diálogo e o feedback (HOLBERG, 2003; MOO-RE: SHATTUCK; AL-HARTHI, PAULSEN, 2003; SABA, 2003). Anderson (2002, 2004) expandiu o estudo teórico sobre a interação online, sugerindo um modelo de AVA, a partir do conceito de eficácia de aprendizagem de Bransford, Brown, e Cocking (1999), da aprendizagem centrada no estudante, no conhecimento, na avaliação e na comunidade, bem como nos diversos tipos de interações identificadas por ele [...].

Do ponto de vista de Anderson (2004) são os seguintes os tipos de interação que ocorrem na Educação *online*: interação estudante-estudante, estudante-conteúdo, conteúdo-conteúdo¹², professor-conteúdo, professor-professor e aluno-professor (Figura 2.3).

-

¹² A interação conteúdo - conteúdo é um modo de interação educacional muito recente e em desenvolvimento. Neste tipo de interação o conteúdo está programado para interagir com outras fontes de informação automatizadas, de forma a atualizar-se constantemente, e para adquirir novas capacidades. Também pode ser utilizado para rastrear o acesso e uso de conteúdo por diversos grupos de alunos e professores (ANDERSON, 2004).

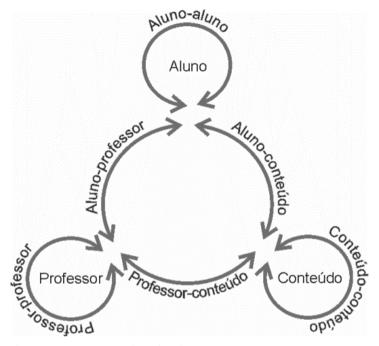


Figura 2.3: Interações educacionais. Fonte: (ANDERSON, 2004).

Estas interações são mediadas por ambientes virtuais gestores (p.ex.: AVA) e seus artefatos digitais: bate-papo, fórum, *Wiki*, questionários, testes, projetos, portfólio, e-books, vídeos, gráficos, planilhas, apresentações e OA. São as mídias que permitem a socialização e compartilhamento do conhecimento *online*.

O mais comum é que as interações aconteçam na *Web* a partir de interfaces em 2D¹³ e com o uso de dispositivos, tais como: teclado e *mouse*. Mas a RA pode ampliar a forma de interação, por apresentar elementos em 3D e interface híbrida, que envolve o real e o virtual. A RA dispensa o uso do teclado e do *mouse*, ela opera por meio de rastreamento óptico de entidades físicas, construídas ou naturais conforme explanado no item 2.4.4. p. 53. A seguir, serão apresentados os conceitos de AVC, AVA, 3DAVA e OA.

¹³ Exceto no caso de 3DVLE que apresenta objetos em 3D, mas ainda assim, com o uso de mouse e teclado.

2.3.2 Ambiente Virtual de Colaboração (AVC)

O Trabalho Colaborativo Assistido por Computador é o ponto inicial da realização de tarefas colaborativas em cenários virtuais. O CSCW é definido como "um sistema de redes de computadores que suporta o trabalho em grupo realizando tarefas em comum. É necessário que haja uma interface que possibilite a realização desse trabalho em conjunto" (CSCW, 2011). Este sistema, no caso do trabalho colaborativo aplicado a situações de ensino-aprendizagem, constitui a Aprendizagem Colaborativa Assistida por Computador e é "[...] uma estratégia educativa em que dois ou mais sujeitos constroem o seu conhecimento através da discussão, da reflexão, da tomada de decisões. Onde os recursos informáticos atuam (ente outros...) como mediadores do processo de ensino-aprendizagem" (CSCW, 2011).

Os Ambientes Virtuais de Colaboração (AVC) podem atender à necessidade dos aprendizes em se sentirem parte de uma comunidade, onde as suas contribuições adquirem importância, por serem incentivadas pelas interações sociais. Um AVC pode ser um modelo de realidade virtual imersivo, um ambiente 2D ou mesmo um ambiente textual (REDFERN; GALWAY, 2002). AVA é similar a um AVC, pois permite a colaboração através de uma série de ferramentas de comunicação síncronas (p. ex.: *chat* e vídeo conferência) e assíncronas (p. ex.: fórum e *wiki*).

2.3.3 AVA (AVA)

AVA ou *Learning Management Systems (LMS)* são termos diferentes, mas com o mesmo conceito (PAULSEN, 2002, WELLER, 2007). Também podem ser definidos como "[...] sistemas integrados que suportam um grande número de atividades executadas por professores e por estudantes durante o processo de *E-learning*" (BRUSILOVSKY, 2004, p. 104, tradução da autora). Weller (2007, p. 5, tradução da autora) conceitua AVA e *LMS* como um "[...] sistema de *software* que combina uma série de diferentes ferramentas usadas para disponibilizar conteúdos *online* de forma sistemática e facilitar a experiência de aprendizagem em torno desse conteúdo". Nesse sentido, AVA pode portar ferramentas de gestão administrativa e pedagógica, comunicação síncrona e assíncrona, midiateca, espaço para *upload* das produções dos alunos, ferramentas de apoio à produção colaborativa de textos, imagens, projetos e experimentações (Figura 2.4).

Em geral, os conteúdos disponibilizados tomam uma forma de apresentação que, dentre outras coisas, dependem da tecnologia que os produziu. É o caso dos OA desenvolvidos em Flash, Java, RV ou RA (BRAGA; PEREIRA, 2007).

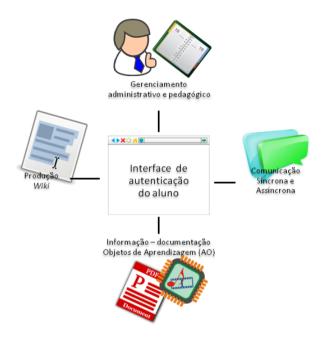


Figura 2.4: Eixos estruturais do AVA. Fonte: adaptado de (PEREIRA, 2007, PEREIRA; GONCALVES, 2004). Diagrama produzido com imagens de *Open Clip Art Library*.

2.3.4 AVA 3D (AVA3D)

Estes são ambientes criados com tecnologia 3D, imersíveis e interativos para auxílio na Educação *online*. Em geral são multiusuários e permitem aos alunos a realização de tarefas em colaboração, possuem bate-papo em tempo real para a comunicação síncrona. Os alunos se utilizam de personagens virtuais podendo interagir com objetos digitais em um cenário compatível com o assunto e objetivos da aprendizagem (NONIS, 2005). O *Quest Atlantis* (QUEST ATLANTIS, 2012) (Figura 2.5) é um exemplo deste tipo de ambientes.



Figura 2.5: Interface do *Quest Atlantis*. Fonte: (QUEST ATLANTIS, 2012)

2.3.5 Objetos de Aprendizagem (OA)

OA podem ser um gráfico, uma parte de texto, uma apresentação, um teste de autoavaliação, uma animação ou um vídeo que contenha eventos instrucionais. A ideia é que um OA possa ter seu código fonte modificado, para que o objeto seja reutilizado em contextos diferentes. Desta forma, é importante que estes objetos sejam padronizados e o *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* fornece as especificações para que ocorra a interoperabilidade necessária (BATES, 2005, KHAN, 2005).

Há uma série de definições para OA, mas não tem sido simples definir o que são e como diferenciá-los de outros tipos de materiais de aprendizagem. O fato se deve à grande variedade nas características destes objetos: tamanho, escopo, conteúdo, design e implementação técnica, que são essencialmente os tópicos para a definição do conceito. Há um detalhe em comum entre as diversas definições que é a forma como eles são criados, utilizados e armazenados em detrimento do seu aspecto estético (SMITH, 2004). É necessário entender que:

Sempre que se gera informação, e a Internet é hoje a fonte de informação por excelência, sabemos que isto acontece, graças à organização e montagem oportunas e adequadas dos dados. Esses dados, devidamente combinados, produzem unidades de informação, mas se combinados de outra maneira ou com outros dados, podem gerar unidades diferentes (Silvio, 2000). Na mesma linha, algumas informações específicas usadas sabiamente podem ser melhoradas, compartilhadas e combinadas a fim de gerar unidades mais complexas de informações com o sentido diferente do que foram criados originalmente e com um valor em si mesmo. Estas novas unidades de informação podem, por sua vez, combinar-se, recrear-se e servir a outros fins informativos e adaptar-se a outros contextos. Em suma, estamos usando unidades de informação reutilizáveis para diferentes objetivos e contextos que constituem novos conteúdos de informações. Assim, se torna rentável a combinação de dados, que adequadamente combinados produzem a informação (ARETIO, 2005, p. 155).

O conceito de OA, no contexto atual, quando visto pela perspectiva da psicopedagogia está permeado pela tecnologia da engenharia de *software* e dos paradigmas da programação orientada a objetos (ARETIO, 2005, p. 155).

Outro ponto de vista formulado, conforme Smith (2004), foi o de olhar para os OA como as pequenas unidades de montagem de blocos do brinquedo LEGO, visto a utilidade pedagógica, ou ainda como átomos, unidades que por si mesmos não são tão úteis, mas sim, quando combinados e recombinados novamente.

O *Learning Technology Standards Committee (LTSC)* do IEEE apresenta uma definição abrangente de OA:

Objeto de Aprendizagem é definido aqui como qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada na aprendizagem suportada pela tecnologia. Exemplos de tecnologia de suporte de aprendizagem incluem: sistemas de treinamento baseado em computadores, ambientes interativos de aprendizagem, sistemas inteligentes de instrução assistida por computador, sistemas de aprendizagem à distância, e ambientes de aprendizagem colaborativa. Exemplos de Objetos de Aprendizagem incluem: conteúdo multimídia, conteúdos instrucionais, objetivos de aprendizagem, softwares instrucionais, ferramentas de software, pessoas, organizações,

ou eventos referenciados durante a aprendizagem suportada pela tecnologia (IIEE, 2010, tradução da autora, sem paginação).

A definição do *IEEE* agrava a situação da conceituação dos OA, pois ao ser entendido como "qualquer entidade", não define seu tamanho, função e público alvo, tudo que se sabe é que faz parte da aprendizagem suportada pela tecnologia.

A noção de tamanho do OA vem sendo referenciada pelo termo granularidade, por exemplo, o tamanho do objeto pode variar de um gráfico a uma lição ou uma unidade completa de aprendizagem; de um elemento de um jogo, de uma fase ou do conjunto completo. Neste sentido, um simples gráfico pode ser entendido como um OA. A granularidade implica também na reutilização do objeto, pois quanto maior o objeto menor o grau de aproveitamento em outros contextos e quanto menor o objeto, maior a possibilidade de reutilização (BARRITT; ALDERMAN, 2004).

No contexto de objetos de aprendizagem, o conceito de granularidade refere-se ao menor item encontrado em um "curso" ou qualquer outra deliberada criação com objetivos de aprendizagem. Um grão individual pode ser chamado de um recurso, ou elemento, e é semelhante aos grãos de areia que formam uma praia, ou blocos que são combinados para formar uma estrutura. No entanto, o tamanho desses grânulos tem sua definição em aberto, assim como o tamanho de cada objeto de aprendizagem pode ser especialmente definido. Você pode optar por definir uma letra, palavra, frase ou parágrafo como o menor grânulo, elemento ou recurso (BARRITT; ALDERMAN, 2004, p. 6).

Johnson (2003) e Smith (2004) destacam a maneira como as unidades devem estar estruturadas de forma a que tenham significado, acrescentando que deve estar explícito que há no agrupamento um objetivo educacional.

[...] um objeto de aprendizagem é qualquer agrupamento de materiais que é estruturado de uma maneira significativa e está vinculado a um objetivo educacional (Johnson, 2003). Os "materiais" em um objeto de aprendizagem podem ser: documentos, imagens, simulações, vídeos, sons, e assim por diante. Estruturalmente implica que estes "materiais" estejam relacionados e organizados em uma ordem lógica e de forma significativa. Mas, sem um claro e mensurável objetivo educacional, a coleção permanece apenas uma coleção (SMITH, 2004).

Desta forma, entende-se que um único gráfico só pode ser compreendido como um OA se fizer parte de um conjunto de materiais com determinado significado e em contexto específico. Este mesmo gráfico, quando reutilizado fazendo composição com outros elementos poderá ganhar um novo significado (JOHNSON, 2003)(SMITH, 2004).

Concorda-se com (SMITH, 2004^a, p. 2, tradução da autora) quando diz que:

No mínimo, um objeto digital de aprendizagem é composto de conteúdo e de uma interface. O conteúdo é composto de recursos, que são materiais ou "blocos" que compõem o objeto de aprendizagem: imagens, trechos de texto, vídeos, etc. A interface é a parte do objeto de aprendizagem com o qual o usuário interage. Isto inclui o design gráfico, elementos de navegação e outros controles que o usuário vê. Uma interface pode ser tão simples como uma única página da web que apresenta textos e imagens, ou tão complicada como uma tela de controles para definir os parâmetros de um experimento de química simulado.

OA são por natureza objetos digitais acessados via internet ou por meio de uma rede interna de computadores, bem como devem permitir atividades em que os alunos possam experimentá-las pela interação (SMITH, 2004).

Outra questão a ressaltar são os metadados que são informações pertinentes ao assunto de que trata um OA, o metadado pode classificálo dentro de um domínio e é assim que se torna possível encontrá-los na internet através dos mecanismos de busca (BARRITT; ALDERMAN, 2004, JOHNSON, 2003, SMITH, 2004).

[...] um objeto de aprendizagem é uma coleção independente de conteúdo e elementos de mídia, uma abordagem de aprendizagem (interatividade, arquitetura de aprendizagem, contexto) e metadados (usado para o armazenamento e busca). Metadados é parte da definição. [...] o termo metadados refere-se a um conjunto de palavras-chave, atributos e informações descritivas que diz quem são os autores, alunos, e sistemas sobre o objeto de aprendizagem. Este rico conjunto de dados é fundamental quando se utilizar aplicações e bases de dados por toda a criação de objetos de aprendizagem e processo de distribuição (BARRITT; ALDERMAN, 2004, p. 7-8, tradução da autora).

Para que haja a reutilização dos OA, tornou-se necessário criar padrões que facilitassem o compartilhamento. O padrão *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)* beneficia as organizações, porque cria eficiência, reduz custos e riscos a partir de conceitos, como: a reutilização e compartilhamento de conteúdos, e a diminuição dos riscos da obsolescência tecnológica (KHAN, 2005). Várias agências trabalham em padrões de interoperabilidade para os ambientes virtuais como LMS, por exemplo, o *IEEE*, o *IMS Global Learning Consortium (IMS)*, o *Aviation Industry CBT Commitee (AICC)*, não há quase nenhum desacordo nesses padrões. Estão sendo feitos esforços por parte do *Defense Department's Advanced Distributed Learning (ADL)* para que eles sejam aplicados aos OA (JOHNSON, 2003).

Conforme citado anteriormente, a produção de OA pode acontecer a partir de diversos tipos de tecnologia, tais como RV, Flash, Java e nesta pesquisa o foco recai sobre a RA apresentada a seguir.

2.4 REALIDADE AUMENTADA

2.4.1 Histórico

A RA tem raízes na RV e com ela mantém alguns aspectos em comum. Para compreender essa origem, basta atentar para as características da RV: interatividade, geração por computador, gráficos representados em 3D e uso de um visor especial para visualização de imagens. A RV é um ambiente e/ou tecnologia que provoca sensações geradas artificialmente que levam o usuário a tomar como real um mundo sintético. A pessoa interage com um ambiente tridimensional que difere em muito das imagens bidimensionais convencionais. É possível ver e escutar esse ambiente, a partir do uso de dispositivos especiais tais como óculos tridimensionais (head-mounted display 3D) e fones de ouvido estereofônicos. A interação é possibilitada por um visor colocado

na cabeça, um transdutor¹⁴ de comportamento e luvas com sensores. Um monitor atualizado em tempo real pode criar uma ilusão do entorno e o usuário toca e movimenta objetos virtuais (BURDEA; COIFFET, 2003, CRAIG; SHERMAN; WILL, 2009, KIRNER; KIRNER, 2011, KIRNER; SISCOUTTO, 2008, TURBAN; WETHERBE; MCLEAN, 2004).

Uma das tentativas de simulação do mundo real já havia sido experimentada com o *Sensorama* de Morton Heilig, inventado em 1957 e patenteado em 1962 (PLANT; MURRELL, 2007). Esta máquina permitia a imersão a uma só pessoa. O *Sensorama* era um filme em 3D que simulava a realidade, chegando mesmo a permitir sensações aos sentidos através do som estereofônico, vibrações e odores gerados por produtos químicos (BIMBER; RASKAR, 2004, CARMIGNIANI; FURHT, 2011, CRAIG; SHERMAN; WILL, 2009, GRAU, 2007) (Figura 2.6).



Figura 2.6: Sensorama de Morton Heilig, de 1962. Fonte: Grau (2007).

Alguns passos foram importantes para a evolução da RV. Destaca-se seu início em 1963, nos Estados Unidos, quando foi inventado o *Sketchpad*, resultado da tese de doutorado de Ivan Sutherland, aluno da Universidade de Harvard. Este editor gráfico permitia a manipulação de

-

¹⁴ Qualquer dispositivo capaz de transformar um tipo de sinal em outro tipo, com o objetivo de transformar uma forma de energia em outra (FERREIRA, 2004).

figuras tridimensionais em tempo real (KIRNER; KIRNER, 2011, MULLER-PROVE, 2011). Outra experiência de Ivan Sutherland, quando professor da Universidade de Utah, foi na década de 1960 quando ele desenvolveu um aparato monocular, para a empresa de helicópteros Bell, que era um capacete chamado *Head Mounted Display (HMD)*, necessário para a navegação na RV (CARMIGNIANI; FURHT, 2011, GRAU, 2007).

O experimento com helicópteros demonstrou que o simples uso de "olhos de câmera" permitia ao ser humano imergir em um meio desconhecido e estar telepresente. Em dado momento do experimento, uma pessoa que participava do teste entrou em pânico quando seu HMD mostrou fotografias tiradas do topo de um arranha-céu da rua abaixo, ainda que estivesse segura dentro do prédio. Essa reação comprovou o amplo potencial psicológico de imersão da tecnologia. [...] Sutherland substituiu as imagens do filme fotográfico por imagens computadorizadas. Elas foram atualizadas pelo sistema muitas vezes por segundo, em tempo real, e assim nasceu o conceito de realidade virtual vivenciada de forma interativa (GRAU, 2007, p.194).

A invenção da *Cave (Cave Automatic Virtual Environment)* por Dan Sandin e Carolina Cruz Neira, dentre outros pesquisadores, também foi um passo decisivo para a RV. Seu primeiro projeto foi em 1992 no *Electronic Visualization Laboratory*, da Universidade de Illinois, em Chicago. Este sistema imersivo tem os seguintes elementos: uma tela, um espaço tridimensional, onde, por trás, são projetadas imagens estereoscópicas que dão a ilusão ao usuário de estar realmente naquele local. O usuário coloca um *display* de cristal líquido, do tipo óculos, e, para interagir com o ambiente virtual, dispõe de um dispositivo que se assemelha a um bastão. A *Cave* determina a localização e a orientação da cabeça e da mão do usuário a qualquer momento, por meio de rastreamento eletromagnético, que liga o *display* ao bastão. Deste modo, o usuário pode mover-se fisicamente em torno de objetos virtuais na *Cave* (GRAU, 2007, PIAZZALUNGA, 2004).

Bem antes do *Sensorama*, em 1838, foi inventado o Estereoscópio por Charles Wheatstone. Este aparelho parece ter sido inspirador para a RA, pois esse "par de óculos colocado a certa distância dos olhos, a paralaxe binocular, permite a combinação de duas imagens obtidas de

pontos de vista com pequena distância entre si. A visão proporcionada pelo estereoscópio, resultante de um sistema de espelhos, dá ao observador a impressão de espaço e profundidade" (GRAU, 2007) (Figura 2.7).



Figura 2.7:Estereoscópio de 1860. Fonte: Grau (2007).

Conforme resalta Kirner e Kirner (2011, p. 14) as raízes da RA surgiram na década de 1960, através de duas principais contribuições de Ivan Sutherland: "[...] a) escreveu um artigo, vislumbrando a evolução da realidade virtual e seus reflexos no mudo real [Sutherland, 1965]; b) desenvolveu um capacete de visão ótica direta rastreado para visualização de objetos 3D no ambiente real [Sutherland, 1968]".

A primeira publicação científica sobre RA é datada de 1992. Nesse ano foi cunhado o termo "Augmented Reality" por Thomas Caudell, época em que trabalhava em um projeto piloto, para a fabricante Boeing. Ele publicou o artigo de título "Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes" e teve como coautor David W. Mizell (AZUMA, 1997, BEHRINGER; KLINKER; MIZELL, 1999, CAUDELL; MIZELL, 1992).

Nesse artigo, eles descrevem o projeto e o passo a passo de prototipagem para implementar um óculos-display-monitor a que eles deram o nome de *Hudset*. Este óculos-display, em conjunto com um sistema de detecção de registro do mundo real (uma câmera), permitiu que um gráfico de computador fosse sobreposto aos objetos do mundo real em uma determinada posição. O artigo afirmava que o sucesso do *Hudset* permitiria a redução de custos e melhores resultados nas operações humanas, envolvendo fabricações de aviões, devido a eliminar modelos, diagramas e outros dispositivos convencionalmente utilizados.

Havia um problema identificado por Caudell relativo à fabricação do Boeing 747 e outras aeronaves da época: a necessidade de produzir peças manualmente, pois a demanda era muito baixa e não havia condições de automatizar a produção nessas condições, também a destreza e a percepção humana não poderiam ser substituídas por robôs. Além desse fato, os custos do uso de robôs seriam enormes para o caso de pequenas demandas. Desta forma, as pessoas eram importantes na fabricação e montagem de aeronaves.

As informações para a fabricação de uma aeronave eram demasiadas e por estarem na área da engenharia eram utilizados sistemas CAD. Essas informações, muitas vezes chegavam ao chão de fábrica sob a forma de manuais, modelos montados, desenhos diversos. Eventualmente era utilizada uma tela de computador para indicar os passos do processo ou um local de ligação. Custos e atrasos na fabricação ocorriam em boa parte, pelo tempo desprendido pelos engenheiros para refletir sobre as mudanças nos projetos, guias e modelos usados para controlar o processo de fabricação. Nesse sentido, Caudell via na RA uma solução, pois essa tecnologia permitiria aos trabalhadores da fábrica acessar diretamente os dados digitais em CAD, durante as operações de fabricação e montagem. O uso da RA eliminaria, então, vários tipos de despesas ocasionadas por erros. Os funcionários usariam óculos especiais e o dispositivo proporcionaria um aumento no campo visual do trabalhador, bem como, a possibilidade de alterar as informações de forma dinâmica (CAUDELL; MIZELL, 1992).

2.4.2 Conceitos

Na literatura atual, além do termo Realidade Aumentada, também se encontra Realidade Híbrida e Realidade Mixada, estes dois último estão caindo em desuso. Caudell e Mizell (1992, p. 658, tradução da autora) propuseram no primeiro artigo sobre RA: "Esta tecnologia é utilizada para "aumentar" o campo visual do usuário com a informação necessária ao desempenho de sua tarefa e, portanto, referimo-nos a essa tecnologia como "realidade aumentada" (RA)". Desde então diversos autores buscaram conceituar a RA e a tecnologia foi lentamente se popularizando. Em 1997, Azuma (1997, p. 2, tradução da autora) diz que:

Realidade Aumentada (RA) é uma variação de ambientes virtuais (AV), ou Realidade Virtual como é comumente chamada. Tecnologias de AV imergem completamente o usuário em um ambiente sintético. Enquanto imerso, o usuário não pode ver o mundo real ao seu redor. Em contraste, a RA permite ao usuário ver o mundo real com objetos virtuais sobrepostos ou compostos. Portanto, RA suplementa a realidade, ao invés de substituí-la por completo.

Em 2001 ele complementa que para um sistema ser de RA necessita ter as seguintes propriedades:

- combinar objetos reais e virtuais em um ambiente real:
- funcionar de forma interativa e em tempo real e
- registrar (alinha) objetos reais e virtuais uns com os outros (AZUMA et al., 2001, p. 34, tradução da autora).

Burdea e Coiffet (2003, tradução da autora) definiram RV como: "[...] uma interface do computador do usuário de alta capacidade que envolve a simulação em tempo real e interações através de vários canais sensoriais. Estas modalidades sensoriais são visuais, auditivas, táteis, olfativas e palatais".

Nessa composição de real e virtual ocorre uma situação em níveis, de maneira que um ambiente real é "aumentado" por meio de um objeto virtual (gráfico de computador) e no caso contrário, acontece a virtualidade aumentada (MILGRAM; KISHINO, 1994a, 1994b). Milgram e Kishino (1994, tradução da autora) introduziram o conceito de conjunto continuum virtual conforme demonstrado graficamente na Figura 2.8.

O conceito de "continuum virtual" refere-se à mistura de tipos de objetos apresentados em qualquer situação de exposição particular, [...] onde ambientes reais, são mostrados em uma extremidade do continuum, e ambientes virtuais, no lado oposto. O primeiro caso, à esquerda, define ambientes constituídos apenas por objetos reais [...] e inclui, por exemplo, o que é observado através de um monitor de vídeo convencional de uma cena do

mundo real. Um exemplo adicional inclui a visualização direta do real da mesma cena, mas não através de qualquer sistema de exibição eletrônico em particular. O último caso, à direita, define ambientes constituídos apenas por objetos virtuais [...], um exemplo seria uma simulação gráfica em um computador. [...] a forma mais simples de visualizar um ambiente de realidade mista, portanto, é aquela em que os objetos do mundo real e mundo virtual se apresentam em conjunto dentro de uma única tela, ou seja, em qualquer lugar entre os extremos do continuum virtual.



Figura 2.8: Representação simplificada de um "conjunto continuum virtual". Fonte: Milgram e Kishino (1994).

Kirner e Kirner (2011) oferecem uma alternativa à definição de Milgram e Kishino. Os autores destacam que na década de 1990, no contexto em que Milgram e Kishino estabeleceram o conceito, a base foi a forma de exibição da RA, o foco da discussão era o display. Para Kirner e Kirner (2011, p. 19) é possível focar na interação em substituição à forma de visualização, neste caso a passagem de um lado ao outro do diagrama deixa de ser contínua e passa a ser abrupta, conforme representado na Figura 2.9:

[...] o tipo de interação no ambiente de realidade misturada é que define se o ambiente é de realidade aumentada ou virtualidade aumentada, [...]. Se o usuário interagir com os objetos virtuais da mesma maneira que interage com os objetos reais, ele estará em um ambiente de realidade aumentada. Por outro lado, se o usuário interagir com objetos reais e virtuais, usando os dispositivos de realidade virtual, ele estará em um ambiente de virtualidade aumentada. Nessa situação, a transição da realidade aumentada para a virtualidade aumentada (e vice-versa) não será contínua e sim abrupta, em função da troca do tipo de interação

no ambiente, independente da quantidade de objetos reais e virtuais existentes, [...].



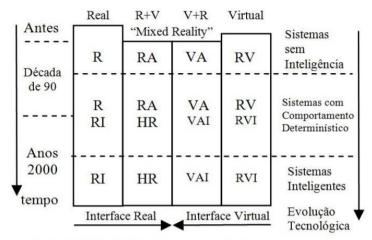
Figura 2.9: Diagrama de Milgram adaptado para considerar as interações do usuário.

Fonte: Kirner e Kirner (2011).

Estes autores ampliam o diagrama em duas dimensões, a cronológica e a tecnológica demonstrando a influência da evolução tecnológica nas denominações Figura 2.10.

Nesse diagrama, estão sintetizadas as influências da evolução tecnológica nas denominações dos sistemas reais, misturados e virtuais, considerando-se o grau de inteligência neles incorporado, em cada época. As épocas foram divididas em três fases, mostrando as raízes históricas (antes da década de 1990), a fase da realidade virtual (década de 1990) e a fase de da realidade aumentada e seus desdobramentos (anos 2000). Como houve sobreposição de tecnologia, ao longo do tempo, as fases não têm uma delimitação exata, sendo consideradas em um contexto aproximado.

Portanto, a análise da evolução dos sistemas reais, virtuais e misturados, do ponto de vista tecnológico, depende de cada época, do grau de inteligência incorporado nos sistemas e do tipo de interação envolvido (KIRNER; KIRNER, 2011, p. 21).



R=Real, RV=RealidadeVirtual, RA=Realidade Aumentada, VA=Virtualidade Aumentada, HR=Hiper-Realidade, I=Inteligente

Figura 2.10: Evolução da transição do real para o virtual, em função do tempo e da tecnologia a presença do computador.

Fonte: Kirner e Kirner (2011).

2.4.3 Tendências

A RA continua em transformação e a tendência, além do uso de dispositivos móveis (p. ex.: para aplicações na educação, serviços e comércio), os grandes formatos de *displays* para uso interno e externo (p. ex.: para serem usados em ações de marketing), uso de projetores (uma variação da RA chamada Realidade Aumentada Espacial¹⁵) ou de óculos-*displays* com câmeras acopladas.

Para Tori (2010, p. 160) "A RA espacial, ao liberar o usuário do uso de equipamentos sobre o próprio corpo e ao viabilizar experiências coletivas, abre inúmeras possibilidades de aplicação, tanto em artes e entretenimento, como em educação, e como ferramenta de produtividade". O autor aponta os projetores (mesmo os de mão e até os embutidos em celulares) como uma tendência na RA.

Outras variações da RA já se encontram em andamento: a Hiper-Realidade, que incorpora objetos virtuais inteligentes ao mundo real e o

¹⁵ A Realidade Aumentada Espacial é aquela em que a exibição é feita por um projetor sobre objetos físicos, por exemplo: uma parede (BIMBER; RASKAR, 2004).

Cross-reality, que usa sensores espalhados no ambiente real para integrar informações do mundo *online* ao real (LANDAY; PARADISO, 2009, LIFTON et al., 2009). Mas, o futuro da RA, como diz Carmigniani e Furht (2011), ainda está na infância. Estes autores relatam uma série de pesquisas em andamento, dentre elas:

- MIT Media Lab Project com o projeto "Sixth Sense" que sugere um mundo no qual as pessoas podem interagir com a informação, sem usar qualquer dispositivo intermediário. Diversos outros projetos como o TaPuMa, um mapa digital tangível, que permite que as pessoas usem seus próprios objetos para exibir as informações pertinentes sobre o mapa.
- A lente de contato de Babak Parviz para RA que permitirá um ambiente onde a informação só pode ser visualizada pelo usuário. "Essa nova geração de lentes de contato incorpora circuitos muito pequenos e LED, prometendo a visão biônica" (PARVIZ, 2012).
- O projeto de lente de contato DARPA do Pentágono, que tem a possibilidade de ser utilizada por soldados.
- Projeto da Nokia: óculos Gaze de rastreamento que permite navegação e seleção com os olhos. Fone de ouvido sem fio áudio 3D. Dispositivo tátil de pulso que permite sentir e buscar meios de comunicação e facilitar as relações sociais (Figura 2.11).







Figura 2.11: - Óculos Gaze. Fone de ouvido sem fio áudio 3D. Dispositivo tátil de pulso.

Fonte: Nokia Research Center. (NOKIA, 2012)

2.4.4 O processo da Realidade Aumentada

Explicar como a RA funciona é simples e complicado! É como um iceberg! A parte fácil de explicar é a parte de cima do iceberg, a parte de baixo é complexa e de difícil compreensão para os usuários finais

da tecnologia. Apenas especialistas da engenharia conseguem "visualizar" e compreender o que acontece nessa parte imersa. Quanto mais os especialistas melhoram a qualidade da parte imersa, melhor para o designer realizar o seu trabalho, pois dispõe de melhores recursos e os usuários usufruem dos benefícios proporcionados por esses avanços. O gráfico da Figura 2.12 representa uma visão do iceberg da RA: relação designer-tecnologia.

ICEBERG DA REALIDADE AUMENTADA

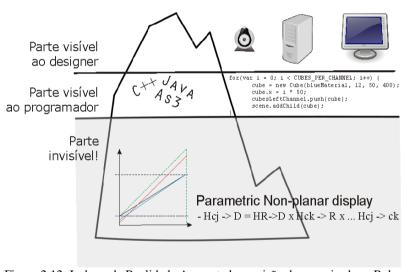


Figura 2.12: Iceberg da Realidade Aumentada na visão da pesquisadora. Relação designer-tecnologia.

Fonte: Ilustrado com imagens de Open Clip Art Library.

Gráfico e fórmula (BIMBER; RASKAR, 2004).

2.4.4.1 Fluxo do processo

Uma das possibilidades básicas de configuração de *hardware* para executar um *software* de RA se compõe de um computador ¹⁶ uma

¹⁶ O termo computador usado aqui compreende qualquer dispositivo, tais como: computador desktop, notebook ou dispositivos móveis com unidade de processamento, placas de vídeo e som e demais componentes necessários ao funcionamento completo do aparelho.

câmera e um *display*. A função da câmera é rastrear um sinal¹⁷ e seu movimento, comumente um marcador (Figura 2.13) manipulado pelo usuário, para que a sua posição seja identificada e para que essa informação seja enviada continuamente para processamento. Há casos em que as próprias mãos são rastreadas, neste caso a mão é o sinal.

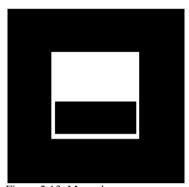


Figura 2.13: Marcador. Fonte: Produzido pela autora

A Unidade Central de Processamento (*Central Processing Unit* (*CPU*)) identifica o marcador e procura pelo comando a ser executado ou por uma imagem¹⁸ armazenada no disco rígido, que lhe tenha sido atribuída, com o objetivo de ser enviada ao *display*, para exibição conjunta com a imagem do marcador e tudo o mais que estiver sendo capturado pela câmera (BIMBER; RASKAR, 2004, FUA; LEPETIT, 2007). Esta é uma forma simplificada de explicar o fluxo do processo (Figura 2.14), contudo, cada etapa tem métodos e técnicas específicas, p. ex.: métodos de rastreamento, captação de imagem, calibragem de câmera, exibição, *rendering*, cálculos dos sistemas de coordenadas 3D, para que se alinhem aos registros de coordenadas 2D. Esta é a parte imersa do iceberg e que a Física e a Engenharia conseguem dar conta.

¹⁷ Atualmente é possível que o sinal seja qualquer objeto físico: uma figura impressa, luva especial, uma lata de refrigerante, ou mesmo as mãos. Devido ao fato de neste trabalho ter se utilizado o termo "marcador" no desenvolvimento do protótipo, daqui para frente qualquer tipo de "sinal" será referenciado como "marcador" (nota da pesquisadora).

¹⁸ Imagem que pode ser em 3D estática ou animação, uma imagem fotográfica ou um vídeo (nota da pesquisadora).

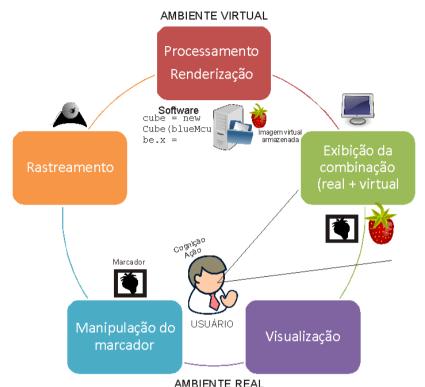


Figura 2.14: Configuração e fluxo do processo da RA. Adaptado de Fua e Lepetit (2007).

Fonte: Diagrama produzido pela autora. Ilustrações de Open Clip Art Library.

Abaixo são apresentados alguns equipamentos, os mais comuns e identificados durante as pesquisas.

2.4.4.2 Hardware

2.4.4.2.1 *Displays*

Os *displays* são sistemas de formação de imagem que utilizam um conjunto de componentes ópticos, eletrônicos e mecânicos para gerar imagens em algum ponto entre os olhos do observador e o objeto físico a ser aumentado. Dependendo do sistema utilizado, a imagem pode ser exibida em uma superfície plana ou mesmo em superfícies não planas (BIMBER; RASKAR, 2004).

As formas de exibição foram divididas em três tipos: *head worn*, *handheld* e *projective*.

Head worn: dispositivo montado sobre a cabeça e que se apresenta de duas formas: *optical seethrough e Video see-through*.

Optical seethrough: capacete ou óculos com lente, que consiste da sobreposição da RA em lentes transparente.

Video seethrough: que utiliza captura de vídeo por câmeras com um fundo para sobreposição e *display* opaco (Figura 2.15 e Figura 2.16).



Figura 2.15: See-through head mounted display (HMD).

Fonte: (BROLL et al., 2004)



Figura 2.16: Óculos Monitor com câmera da *Vuzix*. Fonte: http://www.vuzix.com/home/.

Handheld display: display de LCD manual com câmera incorporada. Uma espécie de monitor de mão. Os dispositivos móveis, como os celulares estão nesta categoria (Figura 2.17 e Figura 2.18).



Figura 2.17: Handheld: display.

Fonte: http://www.aec.at/futurelab/en/blog/page/20/



Figura 2.18: Uso externo com dispositivos móveis.

Fonte: http://www.mclab.ics.ritsumei.ac.jp/english/g1.html.

Projective. Uso de projetores com projeção direta sobre objetos físicos que dispensa o uso de óculos ou monitores (AZUMA et al., 2001). Também chamada de Realidade Aumentada Espacial (Spatial Augmented Reality (SAR) (Figura 2.19).



Figura 2.19: Realidade Aumentada Espacial (SAR). Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/

2.4.4.2.2 Outros dispositivos

Sistema de luvas em lycra colorida, para rastreamento por *web-cam*. O desenvolvimento é do aluno de graduação Robert Wang do *MIT's Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory* (Figura 2.20) (MIT NEWS OFFICE, 2012).





Figura 2.20: *Hardware* para um novo sistema de computação baseada em gestos consiste em uma webcam comum e um par de luvas coloridas brilhantes em lycra.

Fonte: (MIT NEWS OFFICE, 2012)

Mochila com RC200 com dispositivos de sobreposição de camadas, luvas e marcadores coloridos e *hardware* de rastreamento óptico (Figura 2.21).





Figura 2.21: Mochila com RC200.

Fonte: http://blog.r-smith.net/wp-content/uploads/publications/piekarski-iswc-2004.pdf.

A *Iris Tablet* desenvolvida pelos designers chineses Liu Wei, Yao Kai Chi, Hong Ruei Hong e Cheng Ya Fang é um novo conceito que combina um *touchpad* transparente com um *display* OLED¹⁹ com capacidades para RA (YANKO DESIGN, 2012).



Figura 2.22: Tablet Iris.

Fonte: (YANKO DESIGN, 2012)

¹⁹ OLED é a sigla em inglês de *Organic Light-Emitting Diode* (nota da autora).

2.4.4.3 Software

Foram os seguintes os *softwares* identificados durante a pesquisa: <u>Studierstube</u>: As pesquisas iniciais do *Studierstube* foram realizadas na Universidade Tecnológica de Viena, de 1996 a 2004. Em 2005, o projeto mudou para o *Institute for Computer Graphics and Vision, Graz University of Technology*. Graz, Áustria. Pode ser encontrado em: http://www.icg.tugraz.at/project/studierstube. *Studierstube* roda em *Windows* e está disponível gratuitamente para baixar sob GPL. A versão para celular não é disponibilizada ao público. *Studierstube* permite a colaboração face a face e remota (SANTIN; KIRNER, 2008, STUDIERSTUBE, 2012).

<u>Transvision</u>: Rekimoto Lab - Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo. Pode ser encontrado em: http://lab.rekimoto.org/projects/transvision/. Em 1996, Jun Rekimoto publica o artigo "TransVision: A hand-held augmented reality system for collaborative design" anunciando o TransVision. O sistema permitia a colaboração utilizando palmtop (REKIMOTO, 2012).

ARToolKit (Augmented Reality Toolkit): é uma biblioteca de software para a construção de aplicações em RA. É multiplataforma e pode ser encontrada em http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/. Originalmente foi desenvolvida pelo Dr. Hirokazu Kato da Universidade de Osaka, Universidade da cidade de Hiroshima e do Interactive Media Design Laboratory - Graduate School of Information Science - Nara Institute of Science and Technology. Liberada para uso em 1999. Atualmente é apoiado e faz parte das pesquisas do Human Interface Technology Lab (HITLab) - Universidade de Washington, do Human Interface Technology Laboratory New Zealand (HIT Lab NZ) - Universidade de Canterbury, Nova Zelândia, e ARToolworks, Inc em Seattle. O ARToolKit é desenvolvido em linguagem C e C++, é gratuito, de código aberto com licença GPL para uso não comercial e funciona em várias plataformas (Windows, Linux, Mac OS X, SGI) (ARTOOLKIT, 2012, SANTIN; KIRNER, 2008).

<u>ARtag:</u> ARTag foi inspirado em ARToolkit, mas saiu mais tarde, em novembro 2004 e aproveitou os avanços disponíveis de processamento. ARTag superou muitos dos problemas técnicos do ARToolkit.

Há duas maneiras de usar *ARTag* RA: "*Magic Lens*" e "*Magic Mirror*". Como uma "lente mágica", o usuário com um *tablet PC, PDA* ou telefone celular câmera (ou qualquer outro dispositivo como um computador e uma câmera *display*) pode

olhar "através" deles para ver a mistura da realidade real e virtual. Um sistema de lente mágica é mais uma experiência privada, cada usuário precisa de seu próprio hardware, enquanto que em um "Magic Mirror" um sistema de câmera de vídeo olha de perto uma tela grande e os usuários veem seus "reflexos" acrescentado do conteúdo 3D (ARTAG, 2012).

OsgART: Combina ARToolKit com OpenSceneGraph. Esta biblioteca pode ser encontrada em http://www.osgart.org/wiki/Main_Page. OsgART foi desenvolvido desde 2001 e é mantido pelo Human Interface Technology Lab, da Nova Zelândia. Desenvolvida em C++, é multiplataforma, utiliza a biblioteca gráfica 3D OpenSceneGraph. Usa também scripts Python, Lua e Ruby. OsgART tem dois tipos de licença: GPL OsgART 2.0 para uso grátis e Commercial OsgART 1.1 para uso comercial (OSGART, 2012).

<u>Artoolworks:</u> De uso comercial é um derivado do *ARToolKit*. Pode ser encontrado em: http://www.artoolworks.com/. Inclui *software* para o desenvolvimento autônomo, aplicações baseadas na *web* e *mobile AR*. Em adição aos utilitários que acompanham o *ARToolkit* foi incorporada uma série de outras ferramentas de desenvolvimento de software. A empresa *Artoolworks Inc*. foi fundada em 2001 e trabalha exclusivamente com licenças comerciais, tanto *stand alone*, quanto para *web* e *mobile*. Uma família de produtos gerados a partir do *ARToolKit*:

Stand Alone:

ARToolKitPro: C/C++ marker based tracking library ARToolKit NFT: C/C++ markerless tracking library

NyARToolKit: Java/C#/C++ optimized marker tracking library

OsgART: C++ rendering and interaction library FLARToolKit: Action script (v3) version of ARToolKit

Web:

FLARToolKit: Flash version of ARToolKit FLARManager: High level Flash AR library SLARToolKit: Silverlight port of ARToolKit

Mobile:

ARToolKit for iOS: iPhone port of ARToolKit Pro

AndAR: Android port of ARToolKit Pro (ARTOOLWORKS, 2012)

Alguns destes softwares possuem versões gratuitas, como é o caso do *FLARToolKit*, que pode ser encontrado em http://www.libspark.org/wiki/saqoosha/FLARToolKit/en, sob o tipo de licença GPL. *FLARToolKit* é baseado em *NyARToolkit* uma versão Java, portada do *ARToolKit*. É executado a partir do *flash player* e suportando classes para *Papervision3D*, *Away3D*, *Sandy*, *Alternativa3D*. Utiliza *Action Script 3* (FLARTOOLKIT, 2012).

<u>FLARManager</u> pode ser encontrado em http://words.transmote.com/wp/flarmanager/ sob o tipo de licença GPL. Suporta bibliotecas de rastreamento tais como: FLARToolkit, flare*tracker e flare*NFT. Também suportam frameworks 3D, tais como: Alternativa3D, Away3D, Away3D Lite, Papervision3D e Sandy3D. Roda a partir do flash player e utiliza Action Script 3 (FLARMANAGER, 2012).

<u>D'Fusion Studio</u>: A empresa *Total Immersion* é a produtora do *D'Fusion Studio e do D'Fusion SDK que são* ferramentas de autoria, ambas podem ser encontradas em: http://www.t-immersion.com/. "*D'Fusion* é a tecnologia patenteada desenvolvida pela *Total Immersion*". A empresa oferece, ainda, uma série de aplicativos auxiliares. As versões gratuitas para desenvolvimento podem ser baixadas desde que o usuário se registre no *site* e não a utilize para fins comerciais. "*D'Fusion Studio Suite* é uma pacote de *software* grátis completo para desenvolvimento de aplicações rodando AR em muitos sistemas operacionais: *Microsoft Windows, Mac OS, IOS e Android*". A empresa coloca a sua marca nos aplicativos gerados. Para retirar a marca e poder criar aplicações comerciais é necessário comprar uma licença (IMMERSION, 2012).

<u>Metaio Design</u>: A empresa <u>Metaio</u> é detentora do <u>Metaio Design</u> e outros aplicativos auxiliares. Todos são <u>softwares</u> de autoria. O produto pode ser encontrado em: http://www.metaio.com/home/. Todos os produtos são comercializados e vendidos no próprio <u>site</u> da empresa.

Principalmente a partir do *ARToolkit* surgiram diversos outros aplicativos de autoria, a lista é vasta e não há como listar todos estes aplicativos neste trabalho. Dentre eles ressalta-se o SACRA (Sistema de autoria em ambiente colaborativo com Realidade Aumentada), trabalho de mestrado de Rafael Santin, aluno da Universidade Metodista de Piracicaba. Pode ser baixado em: http://www.ckirner.com/sacra/. O AMIRE patrocinado por um consórcio de empresas e que pode ser baixado em: http://www.amire.net/ e o ARISE para ambiente escolar, também patro-

cinado por um consórcio de empresas. Pode ser encontrado em: http://www.arise-project.org/.

2.4.4.3.1 Aplicativos para aprendizagem colaborativa

A RA tem uma vocação para o treinamento e aprendizagem e foi possível identificar experiências que permitem a aprendizagem colaborativa face a face, em rede local de computadores (*Local Area Network (LAN)*), a partir de uma abordagem da $CSCL^{20}$, com o uso de dispositivos móveis dentre outros. Neste sentido, destacam-se o SACRA (Figura 2.23) (SANTIN; KIRNER, 2008), o *Studierstube* (Figura 2.24) (STUDIERSTUBE, 2012) e o projeto *ARISE* (Figura 2.25) (ARISE, 2012).

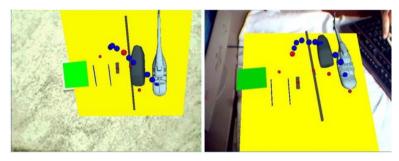


Figura 2.23: SACRA utilizado por dois usuários. Mostra das vistas do usuário 1 e usuário 2.

Fonte: (SANTIN; KIRNER, 2008).





Figura 2.24: Ferramenta Construct3D Fonte: (KAUFMANN, 2004, 2011)

²⁰ Ver conceito da CSCL no item 2.3.2, p. 4.



Figura 2.25: Alunos do projeto ARISE em comunicação remota. Fonte: (ARISE, 2012).

2.4.4.3.2 Aplicativos visando à acessibilidade

A RA também tem potencial para permitir a acessibilidade a usuários cegos e surdos (CARMIGNIANI; FURHT, 2011, ZAINUDDIN; ZAMAN; AHMAD, 2010). De acordo com Carmigniani e Furht (2011, p. 3, tradução da autora):

A RA pode ser potencialmente aplicável a todos os sentidos, aumentando o tato, olfato e audição. A RA também pode ser usada para aumentar ou substituir a falta de sentidos dos usuários, por substituição sensorial, por exemplo, aumentar a visão de usuários cegos ou com baixa visão pelo uso de sinais de áudio, ou aumentando a audição de usuários surdos pelo uso de sinais visuais.

Algumas pesquisas já se iniciaram nessa área e é possível citar algumas delas:

- Sistema de Percepção 3D para Deficientes Visuais este sistema usa o SACRA. Pode ser utilizado também por qualquer pessoa, inclusive pessoas surdas (WATAYA et al., 2009).
- SALRA é um software para ser utilizado por pessoas surdas ou não, para aprendizagem da Linguagem Brasileira de Sinais (LIBRAS) (FORTE et al., 2012).

- RA para uma interface computacional de geração de AVA para surdos e mudos (VICENTINI et al., 2006).
- *In Situ Audio Services (ISAS)* é um sistema que tem potencial para permitir a pessoas cegas caminharem em uma área urbana, usando um *smartphone*, sem necessariamente terem planejado um roteiro prévio, (BLUM; BOUCHARD; COOPERSTOCK, 2011).

2.4.4.3.3 Softwares de modelagem 3D

A Modelagem 3D necessita de um *software* especializado, pois é um processo de criação e produção de um *wireframe* que representa um objeto tridimensional. Um conjunto de pontos em 3D é criado no espaço e são conectados por vários dados geométricos como linhas e superfícies curvas (BLENDER, 2012).

Alguns dos principais softwares com capacidade para o trabalho profissional do designer e que atendem as necessidades de modelagem para a RA estão listados a seguir:

<u>Blender</u>: de código aberto e com licença GNU, pode ser encontrado em http://www.blender.org/

<u>Sketchup</u>: software da empresa Google, tem uma versão grátis e a versão <u>Sketchup-pro</u> é paga. Pode ser encontrado em http://sketchup.google.com/intl/pt-BR/.

<u>Zbrush</u>: software da Pixologic é pago, mas a empresa oferece uma versão de teste. Pode ser encontrado em http://www.pixologic.com/home.php.

<u>Maya e 3Ds Max</u>: softwares da empresa Autodesk. São softwares pagos, mas a empresa oferece versão grátis educacional para quem se cadastrar no site e comprovar ser professor ou aluno.

Há ainda vários outros *softwares* que podem ser usados livremente. Um dos repositórios de *open source* que oferece muitas opções pode ser encontrado em HTTP://www.sourceforge.net.

2.4.5 Aplicação no treinamento e aprendizagem: o potencial para a simulação

Atualmente há maior facilidade na adoção da RA, devido à evolução de microprocessadores mais velozes e novas tecnologias de placas de vídeo, que permitem camadas de imagens e o suporte necessário para a formação de imagens em 3D, que já são conhecidas dos ambientes de simulação da RV (BYRNE, 1996, KAUFMANN; SCHMALSTIEG;

WAGNER, 2000, KIRNER; KIRNER, 2011, KIRNER; ZORZAL, 2005, TORI, 2010). Desta forma, a RA vem sendo aplicada em diversas áreas: na publicidade, entretenimento, turismo, vendas imobiliárias, museologia, educação, medicina, fisioterapia, arquitetura, teleoperação de robôs, aviação militar, engenharia, treinamento para manutenção de aeronaves, devendo-se a isto o seu potencial para a simulação (AZUMA, 1997, CARMIGNIANI; FURHT, 2011, CRESCENZIO, DE et al., 2011).

Conforme se verificou, a RA é uma extensão da RV, no entanto há diferenças entre elas, pois enquanto a segunda imerge os usuários em um ambiente inteiramente artificial e estes sentem como se fossem transportados para aquele local, a primeira permite ao usuário ver objetos virtuais em 3D sobrepostos ao mundo verdadeiro, sem que o usuário perca o senso de presença (CARMIGNIANI; FURHT, 2011, KIRNER; KIRNER, 2011, KIRNER; TORI, 2004). Isto quer dizer que na RV a simulação substitui completamente o ambiente verdadeiro e o usuário fica restrito a movimentos físicos dentro de um laboratório (espaço físico), ao passo que a RA não deixa o usuário perder a percepção do mundo real, uma vez que ele apenas complementa o real com elementos do virtual. Ela permite a portabilidade de sistema, pode ser utilizada ao ar livre e, principalmente, determina que a sua utilização só ocorra no momento presente, ou seja, aqui e agora, promovendo a interatividade em tempo real. Estas diferenças levam a supor que os fatores de realidade determinem uma qualidade única da RA (MA: CHOI. 2007).

Neste sentido, a RA se apresenta como uma importante ferramenta para a ciência, visto que permite a simulação de hipóteses que, de outra maneira seriam de difícil demonstração. Por exemplo, na criação de organismos virtuais que desencadeiam certos processos em cenários reais. Ma e Choi (2007) ressaltam o filme "Jurassic Park", como um exemplo de demonstração de hipótese pela mixagem do virtual com o real. O filme coloca animais pré-históricos virtuais em cenários reais. No entanto, não é possível dizer que esta técnica se trata de RA, pois, conforme exposto, a RA se manifesta no "atual", deste ponto de vista, cada experimentação é única, bem como a RA permite a interatividade do usuário de forma dinâmica com elementos mixados em 3D (AZUMA, 1997).

A simulação com o uso da RA tem sido aplicada a cirurgia assistida por computador sobrepondo modelos da anatomia em 3D sobre o corpo do paciente e evitando que áreas sensíveis saudável possam ser danificadas. Este é o caso, por exemplo, de um sistema de navegação para cirurgia endoscópica sinusal com base na RA (JING et al., 2007).

Ainda na área médica a RA tem auxiliado na formação de profissionais, através da simulação de técnicas cirúrgicas, tais como a endoscopia e laparoscopia oferecendo uma experiência imersiva e a sensação de tocar nos tecidos como na vida real, oferecendo um treinamento para procedimentos invasivos (SHETTY, 2006). Treinamento é uma área muito explorada e com muitas aplicações desenvolvidas na medicina usando: 3D, interação, dispositivos tangíveis e estereoscópicos. A simulação facilita a aprendizagem de procedimentos antes que os estudantes possam executá-los em pacientes reais.

A utilização da RV e da RA podem incluir fatores a mais para a motivação no processo ensino-aprendizagem. Na medicina, principalmente, é necessário: que as imagens tenham qualidade e realismo, controle adequado nas interações, aspectos ergonômicos e características da aplicação devem ser observados, pois estas são questões que dependendo de como forem tratadas podem implicar na motivação ou desmotivação dos alunos (NUNES et al., 2011). Outra questão ressaltada por Tori et al. (2009) é o senso de presença que pode ser propiciado pelos ambientes virtuais em 3D na educação *online*.

Os ambientes simulados de aprendizagem produzidos pela tecnologia computacional já são conhecidos por sua aplicação na educação. Há vantagens quando um aluno interage com ambientes simulados, pois eles oferecem "[...] situações virtuais que imitam ou se aproximam do sistema real ou imaginário. [...] acesso a fenômenos e experiências difíceis de serem realizadas, caras e perigosas" (SCHFFER, 2004, p.80).

A simulação encoraja e desenvolve as habilidades intelectuais, motiva, promove a concentração do aluno, que pode trabalhar em colaboração e no seu próprio ritmo, é auxiliar na memorização da informação e facilita a solução de problemas pela intervenção em tempo real (SCHFFER, 2004, p. 80).

O ambiente virtual proporciona várias experiências familiares ao aluno para que ele aprenda a partir dele. As ações propostas nesse ambiente levam à aprendizagem do mundo real. Assim, os alunos podem vir a aprender com mais realismo e motivação. O ambiente virtual tem o poder de situar a aprendizagem em contexto real. Porém, a aprendizagem nesse contexto não pode ser considerada como completa e realista.

2.4.6 Desafios da Realidade Aumentada

O *mouse* facilita a manipulação das interfaces digitais, no entanto ele não propicia aos usuários uma liberdade natural de movimento das mãos e braços (CAUDILL, 1998). Nos últimos 20 anos uma situação mais natural vem se apresentando a partir das interfaces tangíveis: *Wii Remote controller*, comandos por gestos, toques dos dedos sobre superfícies, comando por movimento do corpo²¹ e reconhecimento de objetos. Por outra via, componentes computacionais²² e mecatrônicos estão sendo incorporados aos objetos, ambientes e produtos (CAUDILL, 1998, SHAER; HORNECKER, 2010). Estas tecnologias merecem atenção e pesquisas, pois proporcionam outras formas do home interagir com os computadores.

A RA, por ser uma tecnologia emergente, ainda apresenta muitos desafios. Suas características de *hardware* provocam verdadeiros desafios para a engenharia de *software* e para a IHC (NILSSON; JOHANSSON, 2006, TORI, 2010), pois a RA aborda a situação em que um ambiente real é "aumentado" por meio de um objeto virtual, fazendo com que na RA o usuário possa interagir simultaneamente, tanto com objetos virtuais quanto físicos e para que isto aconteça um conjunto de dispositivos óticos e táteis precisam de regulagem, para se adequar da melhor maneira aos sentidos humanos (MILGRAM; KISHINO, 1994a, TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006). São vários aspectos críticos, tais como: registro, calibração, rastreamento, distorção, latência, *rendering*, iluminação, sombras, foco, contraste, percepção de profundidade, sobreposição, oclusão, *calm technology*²³ e colisão. São desafios relacionados à capacidade de processamento, dispositivos táteis²⁴ e ópticos e ainda aqueles trazidos pela RA Espacial (AZUMA et al., 2001, TORI, 2010).

Em se tratando do uso colaborativo e *online*, há ainda questões como a velocidade da rede, sincronismo, portabilidade implicando em interfaces diferentes. Há questões gerais e particulares, pois cada tipo de dispositivo de exibição (p. ex.: um monitor em particular), e cada forma de interação tangível (p. ex.: um marcador em uma camiseta) tem suas

²¹ Consultar Kinect para Windows em Xbox http://www.xbox.com/pt-BR/Kinect/Kinect-Effect (nota da pesquisadora).

²² Consultar Wearable Computing em http://www.media.mit.edu/wearables/ (nota da pesquisadora).

²³ De acordo com Tori (2010) este é um conceito implantado por Weiser e Brown e pode ser compreendido como tornar a tecnologia mais discreta para o usuário.

²⁴ Dispositivos táteis ou de contato físico (nota da autora).

vantagens e desvantagens, bem como a escolha dependerá do contexto em que a RA será utilizada (BIMBER; RASKAR, 2004, VLADA; ALBEANU, 2010). Basicamente os problemas estão relacionados a rastreamento e registro, equipamentos de exibição e tipos de interação.

2.4.6.1 Rastreamento e registro

Para que as imagens do real e do virtual se sobreponham corretamente, é necessário que uma câmera rastreie ininterruptamente um ou mais sinais, sejam estes naturais ou construídos. A partir desse rastreamento, é gerado o mapeamento de todos os objetos colocados em um cenário real. É necessário o controle absoluto de um sistema global de coordenadas para garantir a precisão da correspondência espacial entre objetos reais e virtuais (Figura 2.26) (BIMBER; RASKAR, 2004, TEIXEIRA et al., 2010, TORI, 2010).

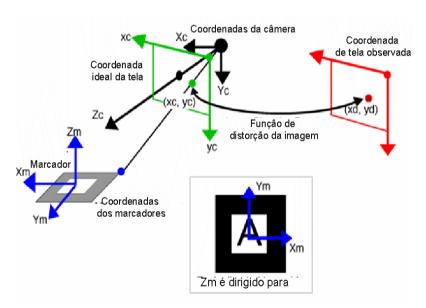


Figura 2.26: Sistemas de Coordenadas ARToolKit (Câmera e Marcador). Fonte: (ARTOOLKIT, 2012).

São dois tipos de rastreamento: de fora para dentro e o rastreamento de dentro para fora. No primeiro caso, de fora para dentro, os sensores encontram-se fixos no ambiente e rastrejam emissores em alvos

móveis. No segundo caso, de dentro para fora, ao contrário do primeiro, os sensores estão ligados aos alvos móveis. Esses sensores podem detectar a sua posição relativa aos emissores fixos montados no meio ambiente. Esta classificação de rastreamento tem por base o uso de câmera, mas se presta bem para outros modos (o rastreamento mecânico, eletromagnético e ótico). O uso de câmeras convencionais tem como vantagem o baixo custo do equipamento (BIMBER; RASKAR, 2004).

O ARToolKit tem capacidade de rastreamento para calcular em tempo real (tempo de execução) a posição da câmera e a orientação dos marcadores. Quando a posição da câmera real se torna conhecida, uma câmera virtual é colocada exatamente na mesma posição. Então o modelo 3D em computação gráfica pode ser desenhado para sobrepor o marcador. As propriedades da câmera estão em um arquivo chamado camera_para.dat e pode atender a uma ampla gama de câmeras, bem como, também é possível calibrar uma câmera em especial (CARMIGNIANI; FURHT, 2011). A Erro! Fonte de referência não encontrada. demonstra o fluxo de funcionamento do ARToolKit e, algumas das características do ARToolKit incluem:

- Rastreamento de posição/orientação por uma única câmera.
- Código de rastreamento que usa marcadores pretos na forma de quadrados.
- A capacidade de usar qualquer padrão de marcador quadrado.
- Código que permite fácil calibração de câmera.
- Rápido o suficiente para aplicações de RA em tempo real.
- Distribuição para os seguintes sistemas operacionais; SGI IRIX, Linux, MacOS e Windows.
- Distribuição do código fonte completo (AR-TOOLKIT, 2012).

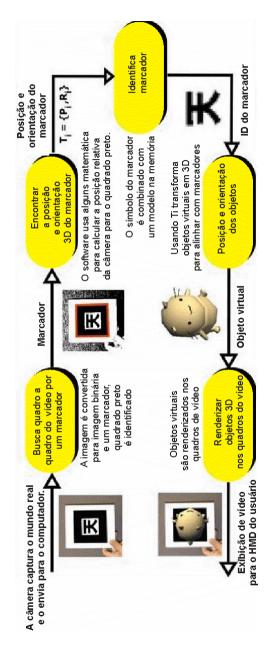


Figura 2.27: Fluxo de funcionamento do *ARToolKit*. Fonte: (ARTOOLKIT, 2012).

Outra solução de rastreamento para a RA, que não envolve o uso de marcadores, tem sido utilizada e está sendo chamada de *markerless tracking*. Este é o caso mais desafiante e considerado como o mais promissor para o futuro das aplicações em RA. Neste caso, um rosto ou os dedos das mãos fazem o papel de marcador e podem ser rastreados (Figura 2.28).



Figura 2.28: Rastreamento de face em RA. Fonte: *Website We are autobots – Transformers II: Revenge of the fallen* (2010).

2.4.6.2 Displays

Cada dispositivo de exibição oferece diferentes possibilidades e limites. Os problemas estão relacionados à formação da imagem, formato de telas, posicionamento da tela em relação ao usuário, tempo em que a imagem se forma e outros. Por exemplo, no caso do uso de projetores, são problemas com a superfície de projeção que podem ser planas ou não e podem acarretar distorções. O assunto é complexo, de modo que há literatura que se dedica exclusivamente a explorar o uso de projetores e resolução dos diversos problemas que eles apresentam (BIMBER;

RASKAR, 2004). *HMD*, dispositivos móveis de LCD, celulares, GPS, PDA, monitores CRT ou LCD de variados tamanhos, cada um tem questões específicas. O tipo de *display* também influencia na maior ou menor imersão dos usuários. Óculos especiais com câmeras incorporadas, que são de visão direta, p. ex.: causam um nível de imersão maior que monitores LCD que são de visão indireta (SANTIN; KIRNER, 2008).

2.4.7 Tipos de interação em RA

Broll et al (2005), propõem a seguinte classificação para os tipos de interação em RA: interação espacial; interação baseada em comandos; interação de controle virtual e interação de controle físico.

Interação espacial: se caracteriza pela interação espacial da manipulação das propriedades espaciais dos objetos físicos. Por exemplo: apontando ou fazendo gestos com as mãos e com os dedos. A Figura 2.29 é um dispositivo acoplado a mão com a qual é possível apontar e fazer gestos dinâmicos para manipular objetos virtuais.





Figura 2.29: Exemplo de dispositivo típico da interação espacial. Fonte: http://graphics.cs.columbia.edu/projects/SenseShapes/index.html

Interação baseada em comandos: comandos por gesto, postura, movimento dos olhos e ou comando por voz para a execução de determinadas funcionalidades. Um exemplo deste tipo de interação são gestos e posturas sem quaisquer dispositivos, simplesmente objetos virtuais são manipulados com as mãos. Câmeras 2D podem ser utilizadas, mas no caso da Figura 2.30 é usada uma câmera 3D que consegue localizar a posição 3D dos usuários e objetos do virtual.



Figura 2.30: Interação baseada em comando. Fonte: http://www.ydreams.com/.

Interações de controle virtual: são baseadas em metáforas que atendem a certas funcionalidades, por exemplo, um *menu* elaborado por ferramentas 3D (*Widgets* 3D).



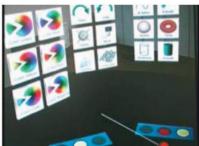


Figura 2.31: Interação de controle virtual. Fonte: (BROLL et al., 2005).

Interações de controle físico: são baseadas em objetos físicos que podem controlar tanto objetos físicos quanto virtuais (BROLL et al., 2005). Nesta categoria, incluem-se os controles remotos, como p. ex.: o Wii.



Figura 2.32: Interação por controle físico. Fonte: http://wii.com/.

2.4.7.1 Implicações para a interação

São listados abaixo alguns aspectos da RA que implicam em problemas para a IHC.

2.4.7.1.1 Latência

O *delay*, tempo de inatividade entre estímulo e resposta, causa erro de registro. "Para tarefas de curto alcance, uma simples regra de ouro é que um milissegundo de atraso causa um milímetro de erro. Mais importante ainda, o atraso pode reduzir o desempenho da tarefa" (AZUMA et al., 2001, p. 40, tradução da autora).

2.4.7.1.2 Percepção de profundidade

A percepção de profundidade apurada é outro problema proveniente de registro. Azuma et al. (2001) fala da tecnologia moderna de *displays*, sem especificar exatamente o tipo de monitor (CRT ou LCD) ou projetor, diz que elas implicam em conflitos de acomodação e vergência ou baixa resolução e fraca exibição provocando com que os

objetos apareçam mais distantes do que realmente estão. O *display* estereoscópico foi bem avaliado nesse quesito.

O autor ressalta algumas técnicas que podem melhorar a percepção de profundidade, tais como: *rendering* acurado com oclusão²⁵ e registro consistente. A partir da análise do papel dos diferentes pontos de visão e rotação dos olhos, para a percepção, o autor confirma que em se tratando de *rendering* de imagens a melhor possibilidade para localização precisa é obtida quando a referência é o centro de rotação dos olhos. Mas a precisão angular é conseguida se for considerado o centro de entrada da pupila.

2.4.7.1.3 Adaptação

Quanto à adaptação do usuário ao equipamento, no caso de *see-through HMD*, experiências demonstraram boa adaptação dos usuários, no entanto ao removerem o aparelho eles apresentaram uma acentuada passagem dos limites em tarefas de profundidade de campo.

2.4.7.1.4 Fadiga e cansaço visual

A RA pode não ser aconselhável para uso em longos períodos. O *display* binocular em que os dois olhos veem uma mesma imagem causa mais desconforto que os monoculares ou *displays* estéreos.

2.4.7.1.5 Conceito de presença

Obana e Tori (2010), após a realização de uma pesquisa aprofundada sobre o conceito de presença, sugeriram o uso dos termos presença e presença social, independentemente do uso de tecnologia. Os autores esclarecem, no entanto que o mundo real proporciona maior senso de presença para as pessoas.

Presença - a sensação que uma pessoa tem de estar em um lugar real ou virtual. Pode-se considerar que estar fisicamente e psicologicamente em um lugar do mundo real proporciona a maior percepção de presença possível. Presença social - a sensação que uma pessoa tem de estar com outra

_

²⁵ O rendering acurado com oclusão é uma técnica de iluminação e sombreamento que causa maior realismo nos ambientes renderizados (nota da autora).

pessoa ou entidade em um ambiente real ou virtual. O maior nível de presença social pode ser obtido entre pessoas que se encontram fisicamente e psicologicamente no mesmo lugar do mundo real (OBANA; TORI, 2010).

2.5 DESIGN DE INTERAÇÃO

Interface é aquilo que permite ao homem interagir com dispositivos digitais. É o que faz a intermediação da comunicação humana com microprocessadores. Em outras palavras, é o que torna as funcionalidades de produtos visíveis, acessíveis e usáveis. O design de interface é o projeto da representação onde ocorrem as experimentações de interação, é aquilo que se vê, ouve e sente. O design de interface faz parte do design de interação e interação tem a ver com o comportamento que permite que haja troca de informação entre entidades (pessoas, máquinas e sistemas) e por diversas maneiras. Design de interação corresponde a projetar para as experiências de troca, com foco nas atitudes das pessoas (SAFFER, 2010).

O design de interação surgiu com a conscientização dos profissionais da engenharia de *hardware* de que os primeiros computadores comercializados para o público em geral não eram máquinas fáceis de entender e usar. Eles perceberam a necessidade de compreender o comportamento dos usuários, de como eles se comunicam e interagem. Esse foi o caminho escolhido para projetar a diversidade de dispositivos interativos e variedade de mídias que se multiplicaram com a evolução das TIC.

Para compreender o usuário, psicólogos também foram envolvidos nos projetos de design de interação e se tornou cada vez mais importante o diálogo com profissionais de outras áreas, formando-se assim equipes multidisciplinares para o design de interação. O que determina quem são os profissionais formadores da equipe é o contexto em que vai acontecer a utilização do sistema. Por exemplo, se é o caso de projetar um ambiente de aprendizagem interativo para Web, jogos educacionais ou simulações de RV para treinamento, poderão estar envolvidos especialistas tecnologia educacional, em psicólogos, professores especialistas em conteúdos, designers de várias habilitações, analistas de sistemas, arquitetos da informação, programadores e pedagogos. A ideia é que o conhecimento do grupo amplie a possibilidade de se projetarem sistemas interativos eficazes, do ponto de vista do usuário (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

Preece; Rogers e Sharp (2005) destacam que o design de interação, além de multidisciplinar é interdisciplinar, desta forma há uma troca de técnicas e métodos entre campos de conhecimento. Os autores destacam a IHC, Ergonomia Cognitiva, Fatores Humanos, Engenharia Cognitiva, CSCW e Sistema de Informação. Todos estes campos entrelaçam saberes visando o desenvolvimento de sistemas do ponto de vista dos objetivos dos usuários, cada campo com seu foco e sua metodologia (Figura 2.33).

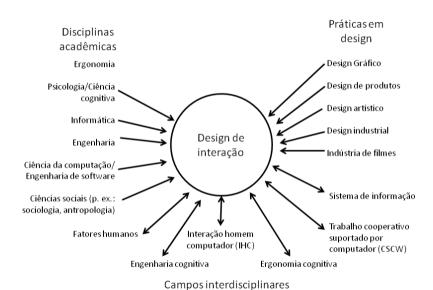


Figura 2.33: Relação entre disciplinas acadêmicas, práticas em design e campos interdisciplinares envolvidos com o design de interação. Fonte: (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

2.5.1 Campos interdisciplinares

A IHC (*Human–computer Interaction (HCI)*) é interdisciplinar e estuda "o design, a avaliação e o implemento de sistemas computacionais interativos para uso humano" (ACM SIGCHI, 2012, tradução da autora). Na IHC, as interfaces interativas são vistas como mediadoras da redistribuição de tarefas cognitivas entre pessoas e máquinas (WILSON; KEIL, 2001).

Os estudos sobre IHC foram conduzidos por duas vertentes: as pesquisas acadêmicas que forneceram subsídios sobre o comportamento dos usuários e a indústria, que gerou uma série de produtos a partir das novidades tecnológicas, que se multiplicaram desde a década de 1960. Dentre os primeiros eventos importantes para a evolução da área, destacam-se: as interfaces gráficas; as representações icônicas; os dispositivos apontadores, como o *Sketchpad* (Figura 2.34) de Ivan Sutherland e o mouse de Engelbart e Bill English desenvolvido na Xerox. Este último ficou famoso a partir da década de 70 (KARAT; KARAT, 2003, MULLER-PROVE, 2011, MYERS, 1998, SAFFER, 2010, WILSON; KEIL, 2001).



Figura 2.34: Sketchpad de Ivan Sutherland. Fonte: (MULLER-PROVE, 2011)

O *sketchpad* mudou a forma de interação do usuário com a máquina, que evolui da emissão de comandos textuais para a manipulação de *menus* e objetos, utilizando uma caneta de luz que apontava diretamente para uma tela de monitor. O fato permitiu que as mãos, que estavam aprisionadas ao teclado, ganhassem outros gestos. O *sketchpad* também implicou no nascimento da Computação Gráfica como uma disciplina (ACM SIGCHI, 2012, CAUDILL, 1998).

Buscando facilitar a interação com os computadores, houve uma procura cada vez maior por formas naturais de interagir com a máquina. Karat e Karat (2003, p.533, tradução da autora) relatam que inicialmente

os pesquisadores estavam interessados pelas teorias comportamentais individuais e cognitivas, tais como aprendizagem e resolução de problemas, mas outros estavam interessados em resolver questões ligadas à resolução de tela, reconhecimento de gesto e de voz. O objetivo maior era facilitar o esforço físico e cognitivo. Os estudos em design de interface, interação e usabilidade, com foco principal no usuário, se fortaleceram devido ao surgimento das *GUIs*, do *mouse*, dos sistemas interativos e *sites* (CAUDILL, 1998, WILSON; KEIL, 2001).

Ao tomar força, a IHC se tornou tema para Ergonomia e, visto que esta se originou a partir de estudos da adaptação do trabalho ao homem, com destaque para os ambientes organizacionais, ela enfatizou os estudos ergonômicos dos computadores na relação com o ambiente de trabalho e seus efeitos para o estresse (p. ex.: rotina de trabalho, postura e visão de monitores). A mudança das relações físicas com o trabalho aconteceu, na medida em que se inseria o processamento de informações nas organizações. Desde então a Ergonomia demandou uma extensão cognitiva.

A IHC teve a sua origem na área de Fatores Humanos²⁶, campo que também mantém relações com a Ergonomia. Fatores Humanos enfatizam a relação homem-tarefa, mas devido às novas questões com os sistemas de informação também enfocam a cognição, comunicação e interação.

A Ergonomia e Fatores Humanos contribuem com a IHC no desenvolvimento de *hardware* (p. ex.: teclados, *mouse*, dispositivos em geral) e *software* (p. ex.: a forma de apresentação das informações na tela do monitor) e a consequência dos estudos das questões cognitivas originaram dois outros campos: a Ergonomia Cognitiva e Engenharia Cognitiva²⁷ (ACM SIGCHI, 2012, ITIRO, 2005).

Itiro (2005, p. 3) destaca que:

A Ergonomia Cognitiva ocupa-se dos processos mentais, como a percepção, memória, raciocínio e resposta motora, relacionados com as interações entre as pessoas e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem a carga mental,

²⁷ Há ainda uma abordagem semiótica para o design de interface. O novo campo recebeu a denominação Engenharia Semiótica (SOUZA, 2012).

_

²⁶ Itiro (2005, p. 5) destaca que "O termo ergonomia foi adotado nos principais países europeus, substituindo antigas denominações como **fisiologia** do trabalho e **psicologia** do trabalho. Nos Estados Unidos adotou-se a denominação *humanfactors* (fatores humanos), mas ergonomia já é aceita como seu sinônimo, naquele país.

tomada de decisões, interação homemcomputador, estresse e treinamento.

No caso da apresentação de informações na tela do monitor, p. ex. o relacionamento da Ergonomia Cognitiva com o design de interface busca adequar a interface ao funcionamento e modelos mentais humanos.

Por sua vez, a Engenharia Cognitiva buscou ampliar o design de interação ao levar em consideração as capacidades cognitivas dos seres humanos no contexto em que ocorrem. Seu objetivo é melhorar a eficácia do sistema homem-tecnologia, a segurança e a produtividade do elemento humano, entendendo-o como parte do sistema. Seu surgimento aconteceu na década de 1980, quando surgiram ideias de aplicar na prática os conhecimentos em psicologia cognitiva e ciência cognitiva. Desta forma, Don Norman²⁸ (NIELSEN NORMAN GROUP, 2011) cunhou o termo "engenharia de sistemas cognitivos" enquanto Erick Hollnagel e David D. Woods²⁹ buscavam por uma engenharia orientada cognitivamente, Jens Rasmussen também havia trabalhado nessa direção. As fontes não se limitam, muitos outros pesquisadores enveredaram por essa via (COOKE; DURSO, 2008).

interação humano-computador tradicional (IHC) e os modelos de design de sistemas foram insuficientes para avaliar apropriadamente as necessidades de usuário [...]. Tomando conceitos de modelagem da engenharia, psicologia, ciência cognitiva, ciência da informação e das ciências da computação a engenharia de sistemas cognitivos (CSE)³⁰ forneceu uma estrutura bem mais ampla e dinâmica. Esta abordagem se interessa pelo design de sistemas de informação visando dar suporte a pessoas em situação real de trabalho. E tem como base a análise sistemática das tarefas cognitivas e estratégias mentais. A abordagem da Engenharia de Sistemas Cognitivo difere da tradicional IHC, que teve seu foco na interação homem-trabalho mediada pelo computador, em vez disso aborda a interação humano-computador (CWA PORTAL, 2011).

²⁸ Informações sobre este autor acesse: http://www.nngroup.com/ (nota da pesquisadora).

²⁹ Informações sobre este autor acesse: http://www.ida.liu.se/~eriho/ (nota da pesquisadora).

³⁰ Em inglês: cognitive systems engineering (nota da pesquisadora).

Durante a fase inicial, a IHC visava resolver as questões de projeto para um único usuário, no entanto redes de computadores vieram a permitir o trabalho compartilhado. O campo também se desenvolveu nessa direção surgindo o CSCW (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005). Conforme exposto no item 2.3.2, a CSCW demanda por interfaces que possibilitem a realização do trabalho conjunto. As raízes da CSCW foram atribuídas ao sistema NLS de Engelbart. Pois foi ele que forneceu a primeira demonstração de interações entre pessoas de forma mediada por computadores em locais remotos. Deste ponto de vista, a "CSCW comunga com o que Hutchins (1995) chamou de **cognição distribuída**, para destacar o fato de que a maioria das tarefas envolve, além de várias pessoas pensando, o compartilhamento por meio de artefatos" (WILSON; KEIL, 2001).

Posteriormente, o compartilhamento se tornou comum na *Web* através de protocolos de transferência de arquivos, até que se começou a falar na Web 2.0³¹, um fenômeno que envolveu fórum e w*iki* e que hoje abrange as redes sociais de todos os tipos (WILSON; KEIL, 2001). A Web 2.0 é caracterizada por aplicações interativas que permitem que usuários participem contribuindo, organizando e criando conteúdos (SHELLY; FRYDENBERG, 2009, p. 1). Neste sentido, destaca-se, também o surgimento das comunidades de prática citadas no item 2.3, p. 47 (VANZIN; ULBRICHT, 2005).

Enquanto o conceito da *Web* 2.0 é caracterizado pela socialização do trabalho em rede, a *Web* 3.0 se diferencia por basear suas aplicações web em prover valor para os usuários através do uso de aplicações inteligentes, dando-lhes informações mais exatas e precisas. A ideia é disponibilizar a informação a qualquer hora, em qualquer lugar, de qualquer forma, não só nos computadores comuns, mas também em todos os tipos de dispositivos que podem exibir conteúdos da *web* (LYTRAS et al., 2010).

Outras perspectivas, baseadas na sociologia e antropologia cultural, apareceram no cenário da IHC e trouxeram novos *frameworks*, teorias e ideias para o design de interação. As bases destas abordagens foram à **ação situada** e a **etnografia**. A IHC, nesse caso, foi amparada pelos fenômenos sociais. Estas linhas de pensamento procuravam analisar o contexto no qual os usuários interagem com as tecnologias, ou

³¹ O termo Web 2.0, para alguns é uma jogada de marketing, pois não reflete uma nova versão técnica da Web. Foi um termo cunhado em 2004 pela O'Reilly Media. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Web_2.0.

seja, do ponto de vista social, como as pessoas usam situações particulares para realizar ações inteligentes.

Algumas das últimas abordagens, que estão contribuindo com a IHC, são as seguintes: abordagem ecológica, teoria da atividade, cognição externa, cognição distribuída, ação situada e etnometodologia.

Karat e Karat (2003, p.533, tradução da autora) contam que as pesquisas em IHC enveredaram por uma perspectiva mais complexa da área, ou seja: "um ser humano em um sistema social, no qual o computador desempenha um papel cada vez mais importante".

2.5.2 O processo de design de interação

De acordo com Preece, Rogers e Sharp (2005, p. 33) o design de interação envolve fundamentalmente quatro etapas:

- Identificar necessidades e estabelecer requisitos.
- Desenvolver designs alternativos que preencham esses requisitos.
- Construir versões interativas dos designs, de maneira que possam ser comunicados e analisados.
- Avaliar o que está sendo construído durante o processo.

Quanto ao processo de design de interação, segundo as autoras, três normas são imprescindíveis:

- Os usuários devem participar do desenvolvimento do projeto.
- A usabilidade específica e as metas decorrentes da experiência do usuário devem ser identificadas, claramente documentadas e acordadas no início do projeto.
- A interação tem papel relevante e deve acontecer nas quatro etapas citadas acima.

Ao se obter estas noções iniciais — a partir da interação dos usuários com um protótipo —, é possível delinear um modelo conceitual do ponto de vista do usuário.

> Desenvolver um modelo conceitual implica visualizar o produto proposto, baseando-se nas necessidades do usuário e em outros requisitos identificados. Para se ter certeza de que esse modelo será entendido da maneira pretendida, é

necessário realizar testes interativos do produto enquanto ele ainda está sendo desenvolvido. Um ponto central nesse processo de design consiste em decidir inicialmente o que os usuários farão para conseguir realizar suas tarefas (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

2.5.3 Princípios de design e usabilidade

Princípios de design são orientações gerais baseadas em saberes teóricos, experimentação e senso comum. São fundamentos que sugerem o que usar e o que evitar no projeto (não deve ser confundido com método). Os princípios auxiliam na melhoria de uma interface, pois servem para assegurar que um conjunto de coisas não foi esquecido.

Existem muitos princípios para o design de interface, os mais comuns para interfaces 2D são: visibilidade, retroalimentação, mapeamento, consistência e *affordance*. Quando são mais específicos, são chamados de regras. Princípios de design são, portanto, diretrizes de orientação aos designers.

Uma forma de utilizar os princípios do design na prática é o emprego da heurística. Ela também auxilia na prática dos princípios de usabilidade, neste caso quando utilizadas em avaliação de sistemas: "Visibilidade do status do sistema", por exemplo, é um dos 10 princípios de usabilidade formulada por Nielsen (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

2.5.4 Usabilidade

Jacob Nielsen (USEIT, 2012) desenvolveu o conceito de usabilidade em 1990, como forma de definir o uso "amigável" da interação homem/máquina, mas as raízes da usabilidade estão na ciência cognitiva e começou a ser usada na década de 80 pela psicologia cognitiva e a ergonomia. Donald Norman (GROUP, 2012) aplicou a psicologia e a ciência cognitiva ao design de interface de sistemas computacionais com o sentido de a interface ampliar a capacidade do usuário. Tradicionalmente, os estudos em usabilidade recaíram sobre as *GUIs* e foram propostos princípios ergonômicos, regras e critérios para orientar o design de interface centrado no usuário (CORDEIRO et al., 2009, CYBIS; BETIOL; FAUST, 2007).

Cordeiro et al. (2009, p. 176, tradução da autora) destaca que:

Na versão anterior da norma ISO 9126 a usabilidade foi definida como um atributo de qualidade de software o que incide sobre a capacidade de ser fácil de entender, aprender e operar. Mais tarde, a norma ISO 9241-11:1994 tomou uma perspectiva mais ampla sobre a usabilidade, por exemplo, em que medida um produto pode ser usado por usuários especiais para atingir metas específicas com eficácia, eficiência e com satisfação em um contexto de uso exclusivo. [...] Essas definições foram revisadas e integradas na versão da norma ISO 9126 sobre a qualidade dos sistemas de software, como segue:

- Usabilidade é a capacidade de um sistema de software ser entendido, aprendido, usado e de ser atraente ao usuário, quando usado em condições exclusivas.
- Qualidade de uso refere-se ao grau que um produto, quando utilizado por usuários especiais, satisfaz a necessidade de alcançar a objetivos específicos, com eficácia, produtividade, segurança e satisfação, em um contexto exclusivo de uso.

A ISO 13407 oferece um alinhamento mais metodológico e centrou o foco no envolvimento do usuário nas fases iniciais de projeto. O método consiste em um ciclo evolutivo e interativo, conforme as seguintes fases: analisar e especificar o contexto de operação; especificar as exigências dos usuários e da organização; produzir soluções de projeto; avaliar o projeto em função das exigências. Este é o processo do Design Centrado no Usuário (*User-Centered Design (UCD)*) (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2007).

O objetivo da usabilidade é assegurar (do ponto de vista do usuário), produtos fáceis de usar, eficientes e agradáveis. São as seguintes as metas da usabilidade (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005, p. 35-36): "ser eficaz no uso (eficácia), ser segura no uso (segurança), ser de boa utilidade (utilidade), ser fácil de aprender (*learnability*), ser fácil de lembrar como se usa (*memorability*)".

Além das metas de usabilidade, também as metas decorrentes da experiência do usuário auxiliam os designers de interação a atenderem às necessidades dos usuários. As interfaces tangíveis, a RA e outras inovações tecnológicas, bem como novos tipos de aplicações na indústria de entretenimento (jogos) trouxeram novas experiências para os usuá-

rios, desta forma foram ampliadas as metas de usabilidade e surgiram as metas decorrentes da experiência do usuário (Figura 2.35).

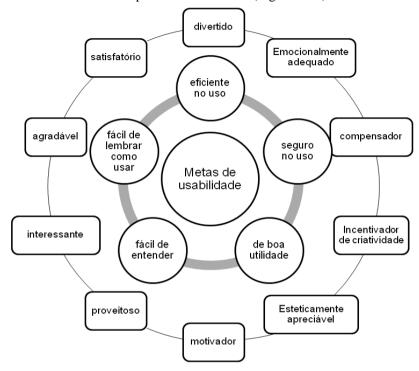


Figura 2.35:Metas de usabilidade e metas decorrentes da experiência do usuário. O retângulo externo corresponde às metas da experiência do usuário. Fonte: (PREECE: ROGERS: SHARP. 2005)

As metas de usabilidade e metas decorrentes da experiência do usuário se diferenciam pelo modo como são operacionalizadas — como atingi-las e por que meios. "As metas de usabilidade estão preocupadas com preencher critérios específicos de usabilidade (p. ex.: eficiência), e as metas decorrentes da experiência do usuário, com explicar a qualidade da experiência destes (p. ex.: ser esteticamente agradável)". Nesse sentido, o design de interação passa a visar à criação de sistemas que também sejam: satisfatórios, agradáveis, divertidos, interessantes, úteis, motivadores, esteticamente apreciáveis, incentivadores de criatividade, compensadores, emocionalmente adequados (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005, p. 35-36).

Estas são metas de caráter mais subjetivo e, no caso de jogos, por exemplo, o que definiria a sensação de prazer seria: atenção, ritmo, jogo, interatividade, controle consciente e inconsciente, envolvimento e estilo de narrativa (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005, p. 41).

Interagir com uma representação virtual utilizando um dispositivo físico (p. ex.: bater em um prego virtual, representado na tela, com um martelo de borracha), comparando-se com uma maneira utilizar um meio mais eficiente de fazer a mesma coisa (p. ex.: selecionar uma opção utilizando chaves de comando), poderá exigir mais esforço, ainda que, por outro lado, resultar em uma experiência mais agradável e divertida.

2.6 RECOMENDAÇÕES DE USABILIDADE PARA REALIDADE AUMENTADA

Em tese de doutorado de título "Conception et Evaluation des Systèmes Interactifs Mixtes selon une Approche Centrée Utilisateur", Charfi (2009) apresentou recomendações de usabilidade para sistemas de RA a partir da identificação da literatura sobre avaliação de usabilidade. Os documentos foram compilados, avaliados e critérios de inclusão e exclusão estipulados, por exemplo, foram julgados os métodos de avaliação praticados nas pesquisas encontradas e, aqueles que foram considerados inconsistentes, tiveram seus documentos excluídos. O objetivo do autor era poder integrar os resultados da pesquisa nas fases iniciais de projetos de design de interação de RA.

Esta tese em ciência da computação é parte de uma pesquisa em Interação Humano-Computador (IHC) diz respeito, especificamente, aos Sistemas Interativos mistos. O presente trabalho centra-se no desenvolvimento de um método para a concepção de sistemas interativos mistos e refere-se ao design e avaliação de interação do usuário com tais sistemas (CHARFI, 2009, p. 21, tradução da autora).

Posteriormente estas recomendações ³² foram testadas durante a aplicação no design de RA, em um estudo de caso de um museu, que também levou em consideração os critérios ergonômicos de Bastien e Scapin (1993) (CHARFI, 2009, CHARFI; DUBOIS; SCAPIN, 2009).

Para estudar as avaliações descritas na literatura Charfi (2009) pesquisou trabalhos de sistemas interativos mistos em geral, depois fez uma triagem com foco nos relatos das avaliações, em particular. Consultou os seguintes bancos de dados eletrônicos das editoras: portal ACM, IEEE e SpringerLink. O autor considera estas três as mais importantes editoras na área de sistemas interativos mistos. Baseado em um estudo anterior realizado por Dünser et al. (2008), sobre as técnicas de avaliação em RA Chafir (2009) concluiu que o portal ACM e IEEE englobar a grande maioria dos trabalhos sobre RA. No entanto, ele também manteve a pesquisa no SpringerLink. Além destes, foram pesquisados sites de pesquisadores e laboratórios especializados em HCI, especialmente em sistemas interativos mistos, como o HIT Lab NZ e o MediaLab do MIT. Ainda, Chafir (2009) pesquisou a página de autores, tais como: Hiroshi Ishii e complementou com buscas no Hcibib, no Google e no Google Scholar. Por fim, foram consultados diretamente as conferências e workshops mais relevantes da área, como: CHI, Ismar e HMI.

Foram as seguintes palavras chaves utilizadas na busca, tanto em inglês quanto na sua língua nativa, o francês: système(s) mixte(s), réalité mixte, environnement mixte, réalité augmentée, interface(s) tangible(s), interaction tangible et virtualité augmentée. Em seguida, também foram adicionados os seguintes termos: evaluation(s), evaluation(s) evaluation(s).

Embora tenham objetivos diferentes, é importante destacar a semelhança entre a revisão sistemática de Charfi (2009) e a revisão sistemática constante do Anexo B, cujos resultados já foram comentados, no Capítulo 1. Por exemplo, Charfi (2009) declara que de 185 publicações coletadas 63% não faziam referência a avaliações, 24% foram rejeitadas (excluídas por falta de clareza dos métodos praticados) e apenas 13% consistiram em trabalhos com avaliações completas e válidas. Destas 185 publicações foram escolhidas 24 e, em seguida apenas 21 foram aproveitadas. Ressalta-se, que cada documento gerou uma ou mais regras e estas foram adaptadas, de forma que houve um total de 88 recomendações finais.

³² Estas recomendações podem ser acessadas em http://www.risc.cnrs.fr/Theses_pdf/2009_Charfi.pdf.

Diz o autor que, na revisão sistemática identificou que, quando ocorrem avaliações de usabilidade, na maioria das vezes são utilizados métodos padrões, baseados na experiência dos usuários, mas sem os devidos cuidados metodológicos, pois desconsideram as características da RA e o público alvo necessário.

O uso da RA em jogos de guerra, aplicações na aprendizagem e medicina, dentre outras, exploram mais as viabilidades técnicas de implementação específicas. "A novidade do domínio também é responsável pela falta de métodos e ferramentas. A falta de resultados acumulados na área de usabilidade é outro fator agravante" (CHARFI; DUBOIS; SCAPIN, 2009, p. 231, tradução da autora).

Nilsson, Johansson e Jönsson (2010b, p. 34), concordando com os autores acima, dizem que a maioria dos desenvolvimentos da RA, inclusive seus próprios projetos, tem base nas diretrizes para interfaces gráficas. "Pode haver evidentemente, muitas razões para a forma como a RA vem sendo desenvolvida, mas uma questão que contribui é que pouquíssimos projetos são de fato baseados em requisitos e necessidades explícitas dos usuários". Afirmam os autores que nos sistemas desenvolvidos atualmente, nos poucos casos em que ocorrem testes com usuários, as pessoas são escolhidas aleatoriamente e os métodos não são eficazes, pois se baseiam em análise quantitativa, no entanto é cada vez mais evidente a importância dos estudos qualitativos.

A partir da revisão sistemática de Chafir (2009), foi possível evidenciar, na literatura coletada, seis grandes temas de interesse geral, tais como:

- forma de interação: com foco de avaliação nos dispositivos de interação (p. ex.: head-mounted display), formato de exibição (p. ex.: visão em perspectiva) e linguagens de interação (p. ex.: gestual). Além de serem muitas as técnicas de fusão do mundo físico ao virtual.
- o meio ambiente: com foco na avaliação do meio ambiente (p. ex.: problemas com iluminação e oclusão);
- qualidade dos dispositivos de exibição: com foco no esforço visual dos usuários, devido ao limite apresentado pelas áreas de visualização e dificuldades na distinção dos objetos;
- fisiologia: foco nos problemas relacionados à rigidez ou tontura devido ao peso dos dispositivos portáteis ou para manter um movimento estável, devido à baixa precisão técnica (problemas relacionados à Ergonomia física);

- influência da tecnologia na interação social: foco no ruído da comunicação, devido ao equipamento (p. ex.: equipamentos pesados e incômodos atrapalham a comunicação social);
- dificuldades cognitivas: foco no esforço mental para entender o sistema (p. ex.: descontinuidades cognitivas e perceptivas, devido às metáforas ou à localização das informações).

As recomendações foram refinadas³³, passando por adaptações para a RA. Os autores classificaram-nas em sete principais classes de acordo com o tipo de aplicação recomendada (p. ex.: aprendizagem). São as seguintes as classes:

<u>componentes:</u> diz respeito às três subclasses: entidades físicas, entidades digitais e adaptadores.

representação: compreende os aspectos gerais da representação, como a linguagem, o ponto de vista, a dimensão e localização.

<u>associação espacial:</u> refere-se às recomendações de usabilidade que lidam com a associação espacial de entidades físicas.

 $\underline{interação}$: trata das recomendações de usabilidade que lidam com formas de interação.

<u>sincronização</u>: aborda as recomendações de usabilidade relacionadas com sincronização de *feedback*.

<u>a escolha do sistema interativo</u>: é aquela relacionada às recomendações de usabilidade que ajudam a escolher o tipo de sistema interativo a ser desenvolvido.

tarefa: trata da usabilidade, que causam impacto sobre a concepção de tarefas, preferência do usuário por um dispositivo específico, ou outra tecnologia em vez da RA (p. ex.: quando a preferência do usuário recai sobre usar o computador ou jogo de tabuleiro em vez do uso da RA). Esta recomendação está ligada a identificação da aplicação (Charfi, Dubois, & Scapin, 2009, p. 233, tradução da autora).

As recomendações foram modeladas e transformadas em uma aplicação cliente-servidor denominada RESIM (*Recommandations Ergonomiques Pour les Systèmes Interactifs Mixtes*). Encontram-se publicadas na URL http://www.irit.fr/recherches/ELIPSE/resim/ para consulta (Figura 2.36). A aplicação oferece um sistema de busca pela finalidade da utilização (p. ex.: *apprentissage*) e também pode ser con-

³³ O método estabelecido por Chafir (2009), para elaborar as recomendações teve por base às recomendações de Vanderdonckt (1999). "Vanderdonckt, Jean. 1999. "Development Milestones Towards a Tool for Working With Guidelines." Interacting with Computers 12:81-118".

sultada pelo documento que lhe deu origem, organizada por classes ou pelo processo: articulação, modelo, modelo de articulação e referência.

Chafir (2009) declara ao final do seu trabalho que é necessário melhorar o escopo das recomendações, trabalhando dois agrupamentos de regras: um grupo mais geral, possível de serem aplicado a outros casos. Outro grupo mais específico.

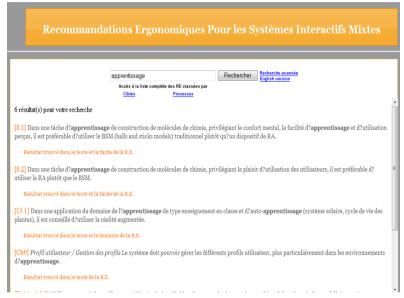


Figura 2.36: RESIM – Recomendações Ergonômicas para Sistemas Interativos Mixados.

Fonte: URL http://www.irit.fr/recherches/ELIPSE/resim/

Outra iniciativa, proposta em 2001, é a *Researching Usability Design and Evaluation Guidelines for Augmented Reality (AR) Systems* de autoria de Gabbard (2001). Destaca-se, no entanto, que de 46 referências bibliográficas dessa pesquisa, somente 11 tem em seu título o termo "*Augmented Reality*". As demais fazem referência a RV ou AV. Estas regras em sua maioria tiveram por base a RV e, embora condensadas e classificadas, não seguiram critérios meticulosos de inclusão e exclusão, como foi o caso da pesquisa de Chafir (2009).

2.7 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo deu a conhecer o processo do DI com o objetivo de se localizar a etapa de **design**, que é a fase do DI, onde se situa a concepção das mídias. Também foram enfatizadas as formas de interação na Educação *online*. Na sequência, se apresentou o conceito de mídia adotado neste trabalho, tornando claro o que é a mídia do conhecimento, pois é um conceito importante para o programa de pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Os tipos de ambientes, que permitem aprender em colaboração na *Web*, também foram destacados. Em seguida, se explanou sobre os fundamentos teóricos da RA. Apreciou-se, também, o design de interação e suas relações com outros campos de domínio tais como a IHC, Engenharia cognitiva e a Ergonomia cognitiva.

A partir dos estudos realizados, foi possível concluir que não somente a RA está sendo utilizada na aprendizagem colaborativa, mas também é uma tecnologia emergente e em plena transformação. ³⁴ Ainda há muito espaço para a sua aplicação na Educação, pois traz benefícios por sua característica de simulação. Contudo, a RA impõe desafios, pela heterogeneidade de *hardware* e dispositivos que trazem como consequência variadas formas de exibição e interação.

O processo de operação da RA não é tarefa simples para usuários comuns, nesse sentido foram desenvolvidos aplicativos de autoria, visando facilitar a sua utilização por professores e alunos. Ainda assim, são necessários conhecimentos dos *softwares* de modelagem, para que se diversifiquem os temas de aprendizagem nos aplicativos de autoria. Portanto, na sua maioria, professores não estão preparados para lidar com *softwares* tão complexos o que demonstra que é cada vez maior a demanda por designer em equipes de DI ou a disponibilização de ferramentas de autoria de RA possíveis de serem utilizadas por não especialistas.

A RA não nasceu na *Web*, mas os especialistas de sistemas estão encontrando formas de utilizá-la em áreas, tais como: *E-commerce*, publicidade, museologia e entretenimento. Na Educação *online*, a sua presença é tímida, possivelmente pela dificuldade de produção que oferece, pois só recentemente o *software ARToolKit* foi portado para *Flash, Java e Silverlight* (ARTOOLWORKS, 2012, FLARMANAGER, 2012, FLARTOOLKIT, 2012, SLARTOOLKIT, 2012). Estas são as formas

-

³⁴ Ver item 2.4.3, Tendências, p. 15 (nota da autora).

possíveis de apresentar a RA, a partir de um navegador de *Web* (utilizando *players* do *Flash*, *Java* e *Silverlight*). Como se pode observar é, necessário o domínio de conhecimentos só detidos por programadores. *Action Script 3, Java* dentre outras linguagens, não são nem mesmo de domínio dos designers. Este pode ser um fator a mais para que tão poucos projetos de RA para educação estejam disponíveis na *Web*.

A situação torna-se mais complexa, quando se trata de desenvolver a RA para aprendizagem colaborativa na *Web*, e que se caracterize como mídia do conhecimento, de acordo com os preceitos e padrões de desenvolvimento de OA. Ressalta-se que não basta colocar a RA na *Web* para que se possa caracterizá-la como um OA, mas é necessário que o objeto digital atenda a aspectos específicos, conforme apresentado no item 2.3.5, p. 53, "Objetos de Aprendizagem (OA)". Torna-se necessário, portanto metodologias e técnicas para aplicar a RA na Educação *online*, para que seja uma verdadeira mídia do conhecimento (conforme conceito apresentado no item 2.3, p. 47, "MÍDIA DO CONHECIMEN-TO").

O acima exposto evidencia a importância da interdisciplinaridade nas equipes de DI, envolvendo especialistas da pedagogia, professores especialistas em suas áreas de domínio, tutores, roteiristas, programadores e designers de mídias (arquitetos da informação, designers gráficos e designers de interação).

Pelo que foi explanado nos itens: 2.4.6 "Desafios da Realidade Aumentada", 2.5.4 "Usabilidade" e, também, pelo dizer de Nilsson e Johansson (2006) — que atestam a incompatibilidade de se conceber projetos de RA, nos mesmos moldes das interfaces gráficas —, pode se constatar que para esta tecnologia ser aplicada em AVA e OA, em acordo com as metas de usabilidade, será necessário lançar mão de um conjunto de diretrizes de design de interação, pois se trata de lidar com uma interface tangível e um ambiente híbrido.

Vários autores reforçam a necessidade dos estudos em IHC, quando se trata de aplicar a RA na aprendizagem, pois é necessário levar em conta as diferentes atividades e tarefas realizadas por um sujeito em uma interface na *Web*, por exemplo: quando a pessoa faz uma compra na *Web*, é diferente de quando está disposta a estudar e estruturar conhecimentos (PRIBEANU; IORDACHE, 2008, SHAER; HORNECKER, 2010, SWAN II; GABBARD, 2005).

Nesse sentido, ressaltam-se as metas de usabilidade apresentadas no item 2.5.4, "Usabilidade", pois ao avaliar a usabilidade de uma unidade de aprendizagem ou OA é importante verificar se cada módulo tem sua própria interface, relativa ao teor e conteúdo da aprendizagem, com

base na meta de aprendizagem que foi previamente determinada (BALOG; PRIBEANU; IORDACHE, 2007, NOKELAINEN, 2006).

Foi identificado, em revisão sistemática (Anexo B), que os poucos estudos encontrados sobre IHC e RA têm por base avaliações centradas no usuário, mas não levam em conta as teorias cognitivas. Cooke e Durso (2008), Konar e Jain (2005), Klopfer e Squire (2007) concordam sobre a importância das teorias cognitivas apoiarem o design de interação e interface, especialmente em contextos de aprendizagem. Desta forma, se conclui não só pela necessidade de desenvolver diretrizes específicas para o design de interação de mídias em RA, mas que se envolva a Ciência Cognitiva na sua concepção.

O trabalho de Charfi (2009), que desenvolveu recomendações de usabilidade, é relevante para este estudo, pois apesar de suas orientações serem generalistas elas especificam de maneira local, indicando para que tipo de aplicação é recomendada. Os coautores e orientadores, Dubois e Scapin, são pesquisadores bem conceituados na área de usabilidade e a tese de Charfi é recente, a publicação data de 2009. Por outro lado poupa retrabalho, ou seja, refazer sua metodologia.

Espera-se, por fim, se ter delineando os principais aspectos que evidenciam a necessidade de desenvolver diretrizes para o design de interação da RA em situação de aprendizagem colaborativa *online*.

3 COGNIÇÃO SITUADA E COMPATIBILIDADES

Neste capítulo se discute a história da Ciência Cognitiva e como se formou a corrente da Cognição Situada. Em seguida, se apresentará os principais autores que contribuíram para a TCS. Em seguida se apontará a convergência entre os diversos domínios de conhecimento, que compõem este trabalho, argumentando em favor da TCS como teoria de base para o desenvolvimento de diretrizes de design de interação para RA, em contexto de aprendizagem colaborativa *online*.

3.1 CIÊNCIAS COGNITIVAS

Entender a mente sempre foi assunto corrente entre os grandes pensadores da história. No entanto, a psicologia se contrapondo à tendência dos estudos da mente, a partir do Séc. XX, focou a área no campo observável. Os behavioristas³⁵ operacionalizaram os conceitos com metodologias específicas (p. ex.: condicionamento), deslocaram o entendimento da mente para o comportamento, deixaram de lado os processos mentais internos e, ainda, buscaram apoio na aprendizagem, para aplicar os métodos (p. ex.: estímulo-resposta).

Com o surgimento dos computadores, a questão retomou o foco para os processos internos da mente, pois o dispositivo de processamento de informação demonstrou a possibilidade da execução de tarefas inteligentes. Como consequência, o cérebro passou a ser visto como um computador biológico, tornando-se o modelo da cognição humana.

Nos anos 30, 40 e 50, foi o momento em que a ciência cognitiva plantou suas bases e surgiram várias correntes de pensamento (BERMÚDEZ, 2010). O ano de 1935, por exemplo, foi marcado pelos estudos de Alan Turing³⁶, o que estimulou as atividades científicas e tecnológicas (THAGARD, 2010). Em 1948 houve um evento importante, o Simpósio Hixon, que reuniu conferencistas como o matemático

³⁶ Dentre outras coisas, Turing teve grande influência do desenvolvimento da Ciência da Computação e formalizou o conceito de algoritmo e computação com a Máquina de Turing (THAGARD, 2010).

³⁵ O behaviorismo foi e às vezes ainda é influente na psicologia. Suas ramificações tem em comum o pressuposto de que seus estudos devem limitar-se a estudar os fenômenos observáveis e mensuráveis do comportamento. Estudos sobre estados mentais não observáveis devem ser evitados. Para os behavioristas, a psicologia é a ciência do comportamento fechando o espaço para o estudo científico da cognição e da mente (BERMÚDEZ, 2010).
³⁶ Dentre outras coisas, Turing teve grande influência do desenvolvimento da Ciência da Com-

John Von Neumann, o matemático e neurofisiologista Warren McCulloch e o psicólogo Karl Lashley. Eles levantaram importantes questionamentos com base no novo contexto — a descoberta dos computadores, o processamento de informação e operações complexas da mente, como a solução de problema. Na década de 1950, pesquisadores de vários campos se envolveram com a teoria da mente baseada em representações complexas e procedimentos computacionais (THAGARD, 2010, WILSON; KEIL, 2001). O termo "Ciência Cognitiva" teve seu uso corrente a partir de 1956 e há indícios de que foi cunhado pelo psicólogo George Miller (GARDNER, 2003).

Quando foi abandonada a ideia de modelagem do cérebro, surgiu outra, a de modelar a mente e consequentemente a atividade dos neurônios: "Um caminho muito melhor seria simular os fenômenos mentais propriamente ditos, entendendo a mente como um conjunto de representações de tipo simbólico e regidas por um conjunto de regras sintáticas" (TEIXEIRA, 1998, p. 13). Desta forma, se entendeu que para estudar o funcionamento da mente, bastava aprender como as informações são processadas (BERMÚDEZ, 2010).

A ideia da mente como um processador de informações envolveu outras raízes: linguística, matemática lógica, neurociência e neuropsicologia (BERMÚDEZ, 2010, WILES; DARTNALL, 1999). Pode-se explicar a analogia da seguinte maneira: a informação é armazenada no computador, em um disco rígido ou similar, através de um dispositivo de entrada de dados (um teclado, por exemplo). Um software auxilia no processamento da informação que é apresentada em um monitor ou impressora. Da mesma maneira, a informação é introduzida em nossa mente, através da percepção do que vemos ou ouvimos, é então alojada em nossa memória e processada pelo pensamento. O pensamento é a base para a saída da informação, na forma de linguagem comportamento físico (FRIEDENBERG; SILVERMAN, 2006). Essa estrutura ou arquitetura passou a ser representada, mas apenas do ponto de vista funcional, pois não havia domínio sobre as correspondências neuroanatômicas (FIALHO, 2001). A Figura 3.1 é o exemplo de um esquema de arquitetura cognitiva.

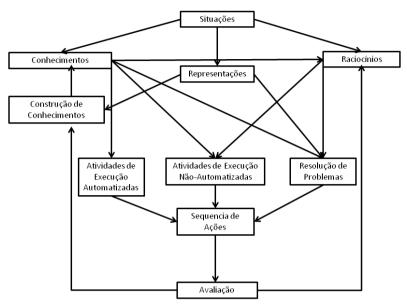


Figura 3.1: Arquitetura cognitiva de Jean-François Richard. Fonte: (FIALHO, 2001).

O campo da Ciência Cognitiva se organizou em meados da década de 1970, quando a Sociedade da Ciência Cognitiva foi formada e o jornal Ciência Cognitiva foi lançado (THAGARD, 2010). Nessa década, muitos cientistas tentaram estabelecer definições para a ciência cognitiva. As diversas disciplinas, que compunham a área se empenharam em responder o que é a mente ou a cognição de forma que refletissem as questões específicas de seus domínios, pois os diferentes ramos das ciências cognitivas diferiam no enfoque e orientação. Por fim, a ciência cognitiva foi entendida como a ciência da mente. Descrita como interdisciplinar, busca compreender a inteligência humana e a cognição. Trata de elucidar os processos cognitivos de maneira metafórica, explicando a cognição como computação ou a mente como um processador de informações. Muitos modelos foram estabelecidos desde então (BERMÚDEZ, 2010, FIALHO, 2001, FRIEDENBERG; SILVERMAN, 2006, VARELA; ROSCH; THOMPSON, 2000).

[...] um esforço contemporâneo, com fundamentação empírica, para responder questões epistemológicas de longa data — principalmente àquelas relativas à natureza do conhecimento, seus componentes, suas origens, seu desenvolvimento e seu emprego. Embora o termo ciência cognitiva seja às vezes ampliado, passando a incluir todas as formas de conhecimento. Tanto animado como inanimado, tanto humano como não humano — aplico o termo sobretudo a esforços para explicar o conhecimento humano (GARDNER, 2003, p. 19).

Teixeira (1998, p. 13) destaca que o desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) contribuiu com a ideia de relacionar mente e computadores e para o estabelecimento do que foi chamado de "modelo computacional da mente". A área prosperou, gerando alternativas, tais como: os sistemas especialistas e o conexionismo dos anos 1980 (abordando redes neurais artificiais). Implicou no surgimento de movimentos mais recentes como a Vida Artificial, a Nova Robótica e a Escola Chilena. "A importância destes três movimentos recentes reside no fato de eles restaurarem antigas ligações entre Inteligência Artificial (IA), Robótica e Biologia — ligações que aparentemente se perderam no curso das últimas décadas" (TEIXEIRA, 1998, p. 15).

A Ciência Cognitiva estabeleceu novos elos interdisciplinares e surgiram novos campos: Psicologia Cognitiva, Neurociências, Inteligência Artificial, Antropologia, Linguística e Filosofia da Mente (BERMÚDEZ, 2010, FRIEDENBERG; SILVERMAN, 2006, GARDNER, 2003, VARELA; ROSCH; THOMPSON, 2000, WILES; DARTNALL, 1999).

Fialho (2001) oferece um mapa adaptado de Varela, Rosch e Thompson (2000) — que apresentaram a evolução das ciências cognitivas em três fases — que foi ampliado com uma quarta fase da evolução das ciências da cognição. O momento ecosófico é o quarto momento complementar. Também é possível identificar no gráfico os cientistas envolvidos e áreas que compõem a Ciência Cognitiva. O autor destaca que este é apenas um mapa reduzido, pois seria impossível citar todos os teóricos em um mesmo esquema (Figura 3.2).

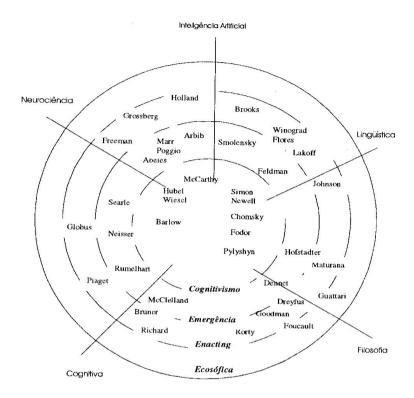


Figura 3.2: Os quatro momentos da Ciência da Cognição. Fonte: Gráfico de Varela, Rosch e Thompson (2000) ampliado por Fialho (2001, p. 13).

Em síntese os quatro momentos propostos por Fialho (2005) são:

<u>Cognitivismo</u> – Fase da metáfora do computador simulando o comportamento humano. Para o cognitivismo, a cognição é uma representação mental e a mente opera através de símbolos que representam as características do mundo. Na hipótese cognitivista, o estudo da cognição enquanto representação mental, fornece à ciência cognitiva, um domínio considerado independente, por um lado da neurobiologia e por outro da sociologia e da antropologia (VARELA; ROSCH; THOMPSON, 2000).

<u>Emergência (conexionista)</u> – Nesta fase, a metáfora é a do sistema nervoso. A tentativa é a de entender como os neurônios funcionam e se ligam entre si. "Para o conexionista, conhecer é a emergência de estados globais ou padrões numa rede de conjuntos de autômatos interconectados de acordo com fórmulas matemáticas; as redes de uni-

dades conectadas formam estados adaptados capazes de se modificarem com a experiência" (FONSECA, 2008). Aqui também não há um foco sobre o papel sociocultural no estudo da cognição.

Enatismo (atuacionismo) – Cognição é ação. "[...] decorre das possibilidades neurobiológicas dos organismos em constante interação com seus ambientes ecológicos e socioculturais. Nessa visão, entra em cena a atuação do ser sobre seu ambiente, atuação essa possibilitada, mas ao mesmo tempo limitada, pela sua própria estrutura e pela estrutura do mundo que o cerca" (FELTES; MACEDO; FARIAS, 2011, p. 23). O Enatismo resgatou o contexto biológico, psicológico e sociocultural nos estudos sobre a cognição. Desta forma, o modelo enatista expressa uma visão em que a mente, corpo e mundo se apresentam em interação. (PEREIRA; MOSQUERA; TREVISAN, 2011, VARELA; ROSCH; THOMPSON, 2000).

<u>Ecosófico (ecosistema)</u> – "O objeto assume um significado, não pelo "em si", mas pela relação que estabelece com outros objetos em seu entorno" (FIALHO, 2001).

3.2 A CORRENTE DA COGNIÇÃO SITUADA

Nos últimos tempos, a ciência cognitiva tradicional tem recebido críticas em relação à ideia de comparar a mente com procedimentos computacionais, pois conforme visto acima, no cognitivismo, a mente é comparada com um computador que armazena representações simbólicas e realiza operações sobre esses símbolos, de acordo com regras sintáticas (WILSON; KEIL, 2001). Esse entendimento, porém, não levou em conta a possibilidade de se olhar para as capacidades intelectuais dos seres humanos recebendo influências a partir das interações com o mundo (WILES; DARTNALL, 1999). A lacuna foi preenchida, em meados de 1980, quando surgiram novas correntes de pensamento com base na **situação** e no **corpo físico.** A primeira preocupou-se com o comportamento de um agente, quando da interação com o ambiente imediato, e a segunda, com o papel desempenhado pelas propriedades físicas corporais de um agente no comportamento (BEER, 2008).

Outra corrente surgiu no início dos anos 90, a **dinâmica**, que procura aplicar os conceitos da teoria de sistemas dinâmicos, enfatizando uma dimensão temporal do comportamento para análise do agente.

Historicamente, estas três ideias surgiram de forma independente, mas a combinação delas levou a uma noção de sistema "cérebro-corpoambiente" (Figura 3.3), "onde o sistema nervoso de um agente, seu cor-

po e ambiente são, cada um, conceituados como um sistema dinâmico em constante interação" (BEER, 2008, p. 100, tradução da autora).

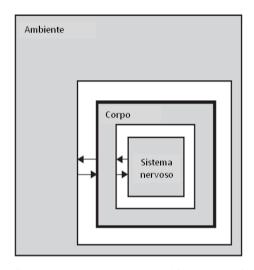


Figura 3.3: Um agente e seu ambiente como sistemas dinâmicos acoplados. O agente por sua vez é composto do acoplamento do sistema nervoso e do corpo como sistemas dinâmicos.

Fonte: Beer (2008).

A corrente **situada** causou perplexidade aos cientistas da cognição, por sustentar que os processos cognitivos são tanto sociais quanto neurais (CLANCEY, 2008). A noção da cognição situada abraçava os conceitos das outras correntes, formando um conjunto de abordagens com ideias comuns de "[...] que o organismo e seu ambiente constituem uma unidade indissociável e interagem de forma dinâmica, contínua e simultânea" (PEREIRA; MOSQUERA; TREVISAN, 2011).

Destacam-se, dentre as abordagens que formaram a cognição situada: o Enatismo de Varela, Thompson e Roshch; a Biologia do Conhecer de Maturana e Varela; a Ecologia da Mente de Bateson, dentre outras teorias. (CLANCEY, 2008, PEREIRA; MOSQUERA; TREVISAN, 2011). Por outro lado Robbins e Aydede (2009) identificaram os termos mais comuns e associados à cognição situada: incorporação, enatismo, cognição distribuída e mente expandida³⁷. Estas ideias, embora

 $^{^{37}}$ Versão em ingles: embodiment, enactivism, distributed cognition, and the extended mind

variadas, carregam em si três noções especiais e que estão no centro das pesquisas sobre cognição situada:

<u>Primeira noção</u>: Sustenta que a cognição não é puramente dependente do cérebro, mas também do corpo (p. ex.: a tese da incorporação).

Segunda noção: A atividade cognitiva está em constante interação com o ambiente natural e social (p. ex.: a tese da mente "embutida" no ambiente).

A atividade cognitiva comum não ocorre em um cenário fixo experimental onde a informação disponível é estritamente limitada e controlada, mas em um ambiente de informação complexo, rico e mutável. Nas espécies sociais, membros da mesma espécie ocupam um lugar destacado nesse ambiente, e grande parte da interação indivíduo-ambiente é, de fato, a interação com outros indivíduos. No caso humano, além disso, o ambiente é densamente mobiliado com objetos culturais e eventos. A maioria dos quais têm, pelo menos em parte, a função de produzir efeitos cognitivos (WILSON; KEIL, 2001).

<u>Terceira noção:</u> A cognição estende-se além dos limites dos organismos individuais e necessita do ambiente com seus objetos de modo que o ambiente pode ser visto como uma extensão da mente (p. ex.: a tese da expansão e da cognição distribuída). Um exemplo que ilustra a questão é evidenciado por (ORTEGA; BEZERRA JR., 2007, p. 73):

A mente estendida, proposta por Clark & Chalmers (1998), é extremamente dependente de certos arranjos com o ambiente. Os estudos sobre as patologias que afetam a memória (como a doença de Alzheimer), tornam cada vez mais evidentes o processo de acoplamento entre a mente e seu ambiente. Um dos maiores sofrimentos da perda da memória é a sensação de não familiaridade, ou seja, perdemos a capacidade de nos reconhecermos no ambiente que criamos, pois nos tornamos dependentes das informações do ambiente para estruturar nossa vida.

A partir destas noções, são percebidos níveis de situação (contexto), mais locais ou mais globais (ROBBINS; AYDEDE, 2009) o que remete ao argumento de Clancey (2008), que advoga a similitude entre

os conceitos da cognição situada e teorias sistêmicas tais como: complexidade, holística, ecologia e mesmo a Teoria Geral de Sistemas (TGS) de von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1975). Clancey (2008, p.18, tradução da autora) ressalta que pensamento sistêmico é sinônimo de pensamento situado:

Um modo de entender um processo dinâmico consiste em que o sistema que está funcionando - o processo que está sendo estudado, modelado, controlado, e/ou projetado - não pode ser entendido no seu desenvolvimento ou função como estritamente localizado dentro de um único nível de análise (p. ex., Gould, 1987). Isto é, os processos cognitivos não são estritamente atribuíveis (redutível) a mecanismos neurológicos, nem são puramente conceituais (p. ex., dirigido pelo conhecimento), características de uma pessoa, ou propriedades do mundo físico. Mas o que a pessoa experimenta e o que um observador vê (p. ex.: de organismos, realização mental, indivíduos, organizações, populações, a ecologia), é produto contínuo de uma relação causal ligada, tal como o objeto que é estudado e o seu contexto (se neurológico, conceitual, físico-artefatual, interpessoal, ou ecológico), formam um ao outro em um sistema complexo. Assim, a visão científica do pensamento sistêmico (leia-se "pensamento situado")³⁸ em áreas de estudo que variam de neurologia para o ambientalismo muitas vezes são enquadradas como disciplinas combinadas: epistemologia genética, a biologia da cognição, da sociologia do conhecimento, neuropsicologia, biologia evolutiva, a cognição social, e assim por diante.

Bertalanffy (1972, tradução nossa) entende que: "Um sistema pode ser definido como uma composição de elementos que estão em relação mútua entre si e com o ambiente". Capra (2002) ressalta dois critérios do pensamento sistêmico: o primeiro consiste em que o todo surge das relações de organização de seus elementos, portanto, não se pode estudar a totalidade pelas partes isoladamente. O segundo refere-se

-

³⁸ Grifo da pesquisadora.

a níveis de sistemas, nos quais subsistemas aninham-se uns dentro dos outros, destacando-se que diferentes leis operam em cada nível, não se podendo estudar o todo por meio de suas partes isoladamente. Desta forma, o pensamento sistêmico é um pensamento contextualizado, diferenciando-se por este motivo do pensamento analítico.

O Quadro 3.1 demonstra as relações entre as noções do pensamento sistêmico e do situado.

Quadro 3.1: Comparação das ideias entre o pensamento sistêmico e o situado. Adaptado de vários autores (BERTALANFFY, 1975, CAPRA, 2002, CLANCEY, 2008, SUCHMAN, 2007, VARELA; ROSCH; THOMPSON, 2000).

2000).		TOCK
Noções:	TGS	TCS
Localização (dentro-fora)	Elementos internos ao sistema X Ambiente externo ao sistema	Situação Local X Situação Global Interno (processo mental) X Externo (Ambiente)
Hierarquia	Organização em níveis subsistemas	Níveis: mental-corporal-ambiental
Interação	Influência mútua	Influência mútua
Foco	Contexto	Situação
Abertura/ Extensão	Sistema aberto	Cognição distribuída Troca mente - ambiente
Dinamismo	Troca constante entre os elementos	Cognição ↔ Ação

Ao se perceber as relações que a corrente situada mantém com o pensamento sistêmico, infere-se, por analogia, que um método de analise — de um objeto de estudo — pela abordagem sistêmica tem chances de fornecer subsídios para um método de análise situada. Por exemplo, nas interações que ocorrem na RA, por se envolver na análise uma situação específica de aprendizagem em colaboração.

3.2.1 Teoria da Cognição Situada

Conforme se viu, a corrente situada envolveu várias linhas de pensamento com pontos em comum e foi apresentada por diversas disciplinas envolvendo muitos teóricos.

Os cientistas cognitivos, tais como Lave (1988), Suchman (1987), Hutchins (1995), Norman (1988), Kirsh (1991, 1995a, 1995b), Brooks (1991), Agre (1997), Lakoff e Johnson (1999), Barwise e Perry (1985) descreveram formas em que a representação do mundo, aprendizagem, memória, planejamento, ação e significado linguístico são incorporados no ambiente, ferramentas, arranjos sociais e configurações do corpo humano (SOLOMON, 2007, p. 413, tradução da autora).

O termo Cognição Situada foi cunhado pela antropóloga e pesquisadora Jean Lave, que em suas primeiras publicações estabeleceu as bases teóricas. Especialmente Lave, Wenger, Suchman e Hutchin comungam princípios teóricos muito aproximados. Desta forma, ganhou corpo a Teoria da Cognição Situada (TCS).

Atualmente Jean Lave é membro do corpo docente da Universidade da Califórnia, Berkeley. Ela é doutora em Antropologia Social pela Universidade de Harvard recebendo seu título em 1968. Parte do seu trabalho, sobre cognição situada e comunidade de prática, teve a parceria de Etienne Wenger (LAVE; WENGER, 1991). A abordagem da comunidade de prática, p. ex. foi formulada no livro "Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation" publicado em 1991 com Etienne Wenger.

Etienne Wenger se considera um pensador independente, pesquisador, consultor, autor e palestrante. Ele é mais conhecido pelo seu trabalho em comunidades de prática, mas também se considera um teórico da aprendizagem social. A sua pesquisa envolve a conexão entre comunidade, conhecimento, aprendizagem e identidade. Para ele o conhecimento humano é fundamentalmente um ato social (WENGER, 2012).

3.2.2 Comunidade de prática e aprendizagem online

As comunidades de prática na sua maioria são informais e sem uma estrutura organizacional. Elas se formam por acaso, quando as pessoas procuram por seus pares para trocar aconselhamentos sobre um assunto. Pode ser um colega de trabalho, alguém que se conheceu em um ambiente acadêmico ou lazer. Assim, se formam rede de relações espontâneas e por isso comunidades estão em todos os lugares, sem data para começar ou terminar.

Conforme idealizadas por Wenger (1998), as comunidades de prática têm base na aprendizagem sociamente **situada** e são operacionalizadas sobre a reflexão das aprendizagens que emergem das práticas de seus membros (BLACKMORE, 2010, WENGER, 1998).

Inicialmente a maior parte dos estudos e livros sobre comunidade de prática se identificaram com tradições acadêmicas de gestão do conhecimento e aprendizagem organizacional. Mas atualmente elas fazem parte de qualquer área: ciências de informações, serviços de computador, saúde, psicologia social e educação (BLACKMORE, 2010).

As comunidades que emergem naturalmente são diferentes daquelas institucionalizadas nas escolas e organizações. Aprender é parte da natureza humana, mas grande parte dos alunos sentem aborrecimento e apatia ao frequentar uma sala de aula. Funcionários não gostam de se sentirem obrigados a participar por imposição. Deste ponto de vista, as salas de aula deveriam refletir o contexto da nossa participação natural no mundo (ABRAHÃO, 2008).

Epistemologicamente Wenger parte de quatro premissas:

- 1. Somos seres sociais. Este fato, longe de ser uma verdade comum, é um aspecto essencial da aprendizagem.
- 2.O conhecimento é uma questão de competência em relação a certas atividades valorizadas como, por exemplo, aprender papéis sociais, descobrir fatos científicos, escrever poesia ou arrumar máquinas....
- 3.Conhecer é uma questão de participar no desenvolvimento destas empresas ou atividades e, especialmente, de comprometer-se de uma maneira ativa com o mundo.
- 4.O significado, nossa capacidade de experimentar o mundo e nosso compromisso com ele como algo

significativo — são em última instância o que deve produzir a aprendizagem (ABRAHÃO, 2008, p. 27).

A participação social do aluno ou de um funcionário é fator relevante para a aprendizagem, mas essa participação tem um sentido especial na teoria de Wenger: consiste em participação ativa nas práticas das comunidades sociais e em construir identidades em relação a estas comunidades.

São os seguintes os componentes básicos da aprendizagem em comunidades de prática:

- Significado: uma maneira de falar de nossa capacidade mutável no plano individual e coletivo
 — de experimentar nossa vida e o mundo como algo significativo.
- Prática: uma maneira de falar dos recursos históricos e sociais, dos quadros de referência e das perspectivas compartilhadas que podem sustentar o compromisso na ação.
- Comunidade: uma maneira de falar das configurações sociais, em que a continuidade das nossas atividades se define como valiosa e nossa participação é reconhecida como competente.
- Identidade: uma maneira de falar de mudanças, que a aprendizagem produz em quem somos e como criamos histórias pessoais e o que está por vir no contexto de nossas comunidades (ABRAHÃO, 2008, p. 27).

As escolas precisam encontrar os caminhos para incentivar o engajamento de seus alunos e as organizações de como envolver seus funcionários nas comunidades de prática. É comprovado que o voluntariado dos membros é o melhor caminho. Destaca-se que a comunidade não reflete a hierarquia organizacional da empresa. A comunidade de prática deve ser auto-orientada e só floresce, quando há interesse de compartilhamento por parte dos voluntários (BLACKMORE, 2010).

A Web oferece a vantagem de colocar as pessoas em comunicação, facilitando a transmissão de informações. No momento, o conceito principal da Web é a participação nas redes sociais (p. ex.: Facebook, Linkedin, Mendeley). São muitas as ferramentas disponíveis que facilitam o surgimento das comunidades de prática na internet. Blogs, Fóruns, Wikis, ferramentas gerenciadoras de conteúdos (CMS) e AVA.

Há uma tendência nos cursos de graduação para que implantem programas envolvendo comunidades de prática. Neste sentido, podem ser usados modelos híbridos de aprendizagem presencial e *online*. É possível usar vários tipos de aplicações para Web, que sejam orientadas para comunidades, de modo a que estas ferramentas possam apoiar à interação e o acesso às redes de conhecimento (BLACKMORE, 2010).

Enquanto Lave e Wenger se voltaram para a Aprendizagem Situada, Suchman para a Ação Situada e Hutchins para a Cognição Distribuída. Estes dois últimos muito contribuíram para a IHC. Nilsson e Johansson (2006), p. ex.: ressalta que os estudos realizados por Suchman e Hutchins inseriram o contexto no qual a cognição se realiza como fator importante:

O ser humano não é uma criatura isolada, mas é sempre uma parte de um ambiente, e a interação entre o ser humano, o ambiente e os artefatos que ele/ela esta usando é igualmente importante para a experiência da usabilidade. O ser humano é, portanto, parte de um sistema em que a cognição não está isolada na mente, mas se realiza em todas as partes do sistema. (NILSSON; JOHANSSON, 2006, p.1, tradução da autora).

Lucy Suchman é Professora de Antropologia de Ciência e Tecnologia no Departamento de Sociologia na Universidade Lancaster. Trabalhou vinte anos como pesquisadora no Centro de Pesquisa da Xerox (PARC). A sua pesquisa concentrou-se nas práticas sociais e materiais que compõem os sistemas técnicos.

Em 1987, foi publicado o seu livro "Planos e Ação Situada, o problema da comunicação homem-máquina". O livro tinha o objetivo de contribuir para as pesquisas sobre máquinas inteligentes. Contudo, esse trabalho foi inspirador para a comunidade de IHC. O ponto alto das suas ideias defendidas no livro é que a ação humana não é primariamente racional, nem planejada, muito menos controlada, mas sim, socialmente situada e se manifesta conforme o ambiente físico e social. Esta forma de pensamento se contrapõe a ideia da cognição se realizar puramente por processos internos. Suchman ressaltou que a interação entre humanos é complexa e muito diferente da interação humano-computador. Os fundamentos teóricos da autora baseiam-se na etnometodologia. Sua pesquisa teve em sua maior parte, base na análise de dados empíricos (SUCHMAN, 2007).

Tendo muito em comum com a Ação Situada, Hutchins argumentou por uma cognição distribuída descrevendo como os artefatos apoiam as tarefas de uma equipe. Ele observou como os artefatos foram usados pela tripulação de um barco da marinha mercante e como apoiaram o trabalho. Hutchins inferiu que os instrumentos continham informações que eram distribuídas a tripulação. Ou seja, para Hutchins a cognição está distribuída nas pessoas e nas coisas — construídas ou naturais (BISANTZ; OCKERMAN, 2003, HUTCHINS, 2012).

Hutchins é professor do *Department of Cognitive Science - University of California at San Diego* atualmente.

3.3 TEORIA DA COGNIÇÃO SITUADA E COMPATIBILIDADE ENTRE CONCEITOS

Podem ser observadas convergências entre alguns aspectos apresentados no capítulo de fundamentação teórica e a TCS. Eles são destacados a seguir com o objetivo de gerar argumentos que justifiquem o pressuposto declarado no Capítulo 1, item 1.4: "A Cognição Situada pode contribuir para o desenvolvimento de diretrizes para o design de interação da RA em situação de aprendizagem colaborativa *online*".

TCS e Educação *online*: Vanzin e Ulbricht (2005) entendendo que a TCS é adequada à **situação** da aprendizagem por meio da tecnologia, desenvolveram um modelo de ambiente hipermidiático de aprendizagem de Geometria apoiado nessa teoria. Por outro lado a TCS se originou de estudos empíricos de autores envolvidos com a antropologia sociocultural e a tecnologia. Lave e Wenger visando à aprendizagem e Suchman e Hutchin à cognição humana em meio à interação com os artefatos (HUTCHINS, 2012, LAVE; WENGER, 1991, SUCHMAN, 2007).

TCS e DI: Uma das questões cruciais para a comunicação e entendimento entre os membros de uma equipe é que tenham um mínimo de repertório em comum. Pessoas com formações diferentes pensam os projetos de maneira diferente e dão importância diferente a uma mesma questão. Um mesmo termo pode ter significados diferentes na pedagogia e no design (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005). Na prática, diretrizes de design de interação, que levem em consideração aspectos pedagógicos, servem para manter os projetos alinhados com a situação da aprendizagem e evitar confusões e retrabalho. Além da vantagem de que independentemente da estratégia didática utilizada em um projeto de DI, a TCS sempre estará em compatibilidade, pois mesmo os aspectos vanguardistas da Cognição Situada não fazem dela uma teoria isolada. Beer

(2008, p. 380, tradução da autora), p. ex.: ressalta que "[...] a cognição humana não pode, em princípio, ser inteiramente ou mesmo em grande parte reduzida à Cognição Situada [...]". Cabe, portanto evidenciar o seu aspecto **complementar**, pois ela não elimina as outras dimensões da cognição humana, mas, sim, **acrescenta** o elemento **contexto** (NILSSON; JOHANSSON, 2006). Solomon (2007) comunga com esta noção e defende, inclusive, que não se descartem as teorias tradicionais, mas que elas sejam reenquadradas.

TCS e Interações na Educação *online*: Conforme compreendidos por Anderson (2004), alguns tipos de interação que acontecem nos ambientes de aprendizagem, estão centrados na relação social e o autor busca apoio em Vygotsky. Nesse sentido, vale lembrar que muitas das questões da cognição situada foram inspiradas no trabalho do psicólogo russo Lev Vygotsky (1896-1934), que também entendeu a atividade cognitiva como social e mental. Ele realçou a importância dos artefatos culturais para a cognição. O seu discernimento de que as capacidades das crianças poderiam ser ampliadas pelas condições do contexto histórico, cultural e institucional serviram de estímulo às abordagens ecológicas na psicologia (WILSON; KEIL, 2001).

TCS e as mídias do conhecimento: mídias do conhecimento, por natureza, são colaborativas. Zacklad (2003) diz que no sentido de especificar as funcionalidades de sistemas de apoio a CSCW muitas vezes utiliza: a Ação Situada, as Comunidades de Prática e a Cognição Distribuída como referência.

Uma das principais abordagens para coletar informações para o design de tecnologias colaborativas levando em conta questões sociais consiste em realizar um estudo etnográfico [...] Observações do ambiente, seja ele o lar, o trabalho, a escola, um local público ou outro ambiente, são feitas examinando-se o trabalho atual e outras práticas colaborativas nas quais as pessoas estão engajadas (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005)

TCS e RA: analisar e projetar sistemas interativos, a partir de uma abordagem da TCS é vantajoso, na medida em que, do ponto de vista de quem projeta, pode ser levada em consideração a situação em que o usuário se encontra, ou seja, o contexto em que ocorre o processo cognitivo (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005, SUCHMAN, 2007). Na RA o usuário lida com um ambiente aumentado, ou híbrido, mas, do ponto de vista de quem projeta (o designer), há preocupação com dois

ambientes: o simulado sinteticamente e o real, estes precisam ser planejado de forma a serem percebidos pelos usuário como um único mundo. Desta forma a TCS poderá contribuir para a análise e projeto dos sistemas, cabendo ao designer compreender que tanto o ambiente físico quanto o sintético está povoado por artefatos nos quais é possível considerar a distribuição de conhecimentos, pois conforme Hutchin a cognição é distribuída (HUTCHINS, 2012).

A RA também apresenta desafios advindos dos seus dispositivos de interação, são problemas originados pelos modos de visualização, modos de interação tátil e rastreamento óptico. Considerando alunos aprendendo a distância, em ambientes virtuais e em colaboração, os desafios se multiplicam, pois o designer, ao projetar as interações, não tem controle sobre os equipamentos que estarão sendo utilizados pelos alunos, muito menos, sobre o ambiente onde eles estão. A aprendizagem ocorre na ação que surge da dinâmica das interações de todos os elementos envolvidos. Desta forma, pode-se considerar que o elemento externo adicionado pela TCS amplia as teorias tradicionais que entendiam a cognição somente como processo interno da mente (BORGES; DESBIENS, 2005) (WILSON; KEIL, 2001).

TCS e Diretrizes de Design de Interação: O pensamento situado, por sua similaridade com o pensamento sistêmico, pode compor um método para o processo de design de interação, tanto quanto pode oferecer subsídios para a estrutura das diretrizes e, ainda, influenciar na abordagem analítica dos elementos e interações relacionados, p. ex.: ao teste de protótipo e forma de coleta e análise de dados (BERTALANFFY, 1975, CLANCEY, 2008).

3.4 POSIÇÃO DA COGNIÇÃO SITUADA DIANTE DOS MODE-LOS MENTAIS

A cognição humana pode ser caracterizada pelo tratamento e produção de conhecimento de natureza simbólica, na forma de representações mentais produzidas pelas pessoas, a partir de suas experiências com a realidade. Os seres humanos usam essas representações da realidade para tomar decisões, planejar e atuar sobre essa realidade. Em sua natureza simbólica, os conhecimentos assumem na mente das pessoas, formas análogas aos estímulos a que estão associados, principalmente visuais e verbais (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2007, p. 296).

Para Konar e Jain (2005) é aconselhável que no desenvolvimento de um sistema, se leve em consideração os modelos cognitivos, principalmente aqueles que já estejam bem estabelecidos. As ciências cognitivas, ergonomia cognitiva e engenharia cognitiva, ao estudarem os modelos mentais, estabeleceram vários tipos e o uso de modelo mental pode favorecer a estruturação dos conhecimentos pelo usuário, a respeito dos comandos e dos procedimentos corretos para operar um sistema (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2007). "Conforme a natureza do conhecimento estocado, os modelos mentais constituirão redes semânticas, esquemas de procedimentos e modelos estruturais" (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2007, p. 297).

Visto que os modelos mentais são uma responsabilidade da IHC, buscou-se compreender como a TCS lidou com esta questão. Preece, Roger e Sharp (2005) apresentam o modelo da Cognição Distribuída de Hutchins, que pode ser considerada quando se trata de entender o conhecimento distribuído através dos diversos artefatos e do ambiente onde ocorre o processo cognitivo. Uma alternativa, que se aproxima da Cognição Situada e surgiu da Engenharia Cognitiva traz o conceito de *Joint cognitive system* (HOLLNAGEL, 2002):

Later, Hollnagel e Woods [16] introduziram a noção de "joint cognitive system", um sistema humano-tecnologia, que visa atingir uma determinada tarefa, em certo contexto. Várias outras teorias cognitivas, tais como: cognição situada [34], cognição distribuída [18] e a teoria da atividade [39, 8] defendem perspectivas semelhantes (NILSSON; JOHANSSON; JÖNSSON, 2010, p. 37-38, tradução da autora).

O que há de comum entre estas abordagens é que aplicam métodos qualitativos e etnografia, bem como a ideia de que o comportamento do sujeito pode ser obtido em termo de modelo de comportamento. Uma estrutura básica da Engenharia de Sistemas Cognitivos é a interação cíclica entre o sistema cognitivo e seu ambiente, o que se dá da seguinte maneira: (NILSSON; JOHANSSON; JÖNSSON, 2010)

Cada ação realizada é executada para cumprir um propósito, embora nem sempre a ação se baseie em uma decisão ideal ou racional. Por outro lado, a habilidade de controlar uma situação, em grande parte, se apoia na competência do sistema cogniti-

vo (um conjunto de desempenho), nas informações disponíveis sobre o que está acontecendo e no tempo que leva para processar a informação (NILSSON; JOHANSSON; JÖNSSON, 2010, p. 38, tradução da autora).

A Figura 3.4 demonstra como ocorre o processo cíclico e a troca entre o sistema cognitivo e seu ambiente.

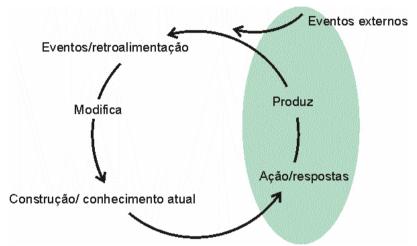


Figura 3.4: Modelo cíclico como descrito na Engenharia de Sistema Cognitivo. Fonte: (NILSSON; JOHANSSON; JÖNSSON, 2010).

Contudo, em sua origem, a TCS não se apoia em um modelo mental. Suchman (2007) explica que os modelos mentais são modelos pré-concebidos, são modelos abstratos de usuário, que nem sempre representam, realmente, como o usuário vai operar o sistema. Por esse motivo ela não aconselha que sejam usados. Conforme a autora o design de máquinas interativas pode ser bem projetado, se os designers procurarem observar as operações dos usuários em vez de tentarem antecipálas e determiná-las. Os designers limitarão as interações das pessoas com a máquina e com o ambiente, caso forcem as ações dos usuários o que pode resultar em uma experiência ruim para o usuário.

Desta perspectiva, a melhor postura para o designer é observar o comportamento das pessoas e como elas utilizam a tecnologia, considerando os detalhes reais da prática de trabalho. O que ela Suchman (2007) quer dizer, não é que se abandonem o planejamento das ações, pois em resposta a dois autores³⁹ ela responde que não é essa a sua ideia, bem ao contrário, ela quer fazer dos planos um objeto de investigação. Para Suchman (2007), as ações se sucedem de acordo com as contingências que vão se apresentando e não há como moldar o comportamento das pessoas antecipadamente. A investigação é que deve levar a um plano das ações.

Aproveitei a oportunidade de responder ao seu artigo para reafirmar que a agenda principal de minha escrita sobre o tema não era de abandonar os planos como fenômenos de interesse, mas, pelo contrário, recuperá-los como objetos de investigação. Minha preocupação era que, por muito tempo os planos foram entendidos como determinantes das ações projetadas, uma teoria de planos se tornou não só necessária, mas também, entendida como suficiente para dar conta da atividade humana. É preciso se preocupar com os casos em que por uma razão ou outra uma ação planejada não possa ser executada, mas o pressuposto fundamental era que uma vez que se conhecia o plano, a ação simplesmente o seguia (Suchman, 2007, p. 17, tradução da autora).

De qualquer maneira, qualquer "coisa" que se construa corresponderá a algum modelo mental, mas esse modelo mental será modificado na medida em que as ações vão acontecendo e o ambiente se modificando. É dinâmico e cíclico, pois as contingências, o entorno, o ambiente são percebidos novamente (ou reciclados?) pelo indivíduo e tudo se inicia novamente. Suchman (2007) ressalta que esta "composição" se constituiu na história e é sociocultural. Depreendendo os planos a partir das investigações, em vez de modeladores das ações, Suchman (2007) sugere a etnometodologia como contribuição para entender a relação homem-máquina.

³⁹ Nota da autora: Em resposta a um artigo de Vera e Simon (SUCHMAN, 2007).

3.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Apresentou-se neste capítulo a história da Ciência Cognitiva e seus desdobramentos, passando pelo cognitivismo e chegando às novas proposições das teorias que formaram à corrente situada. Em seguida se apresentou os principais autores que contribuíram para a TCS.

Entendeu-se que na linha do pensamento situado a mente não pode ser estudada e modelada apenas pelos processos internos (do ponto de vista da metáfora com os computadores), pois o homem atua no mundo modificando-o como ser produtivo. No convívio com o que produz (p. ex.: cultura material), ele modifica a si mesmo em ciclo contínuo entre o que é interno e externo a si.

Neste sentido, cada objeto produzido no mundo é a expressão da cognição-ação, operando em um dado contexto, ou seja, todo objeto produzido é situado. O que permite dizer que os objetos da cultura material carregam em si esses três elementos, cognição-ação-situação e se espalham pelo mundo distribuindo conhecimento, em um processo contínuo de aprendizagem coletiva.

De forma fundamentada, se colocou em evidência a convergência entre a TCS e os principais conceitos, que compõem este trabalho. Argumentou-se em favor da TCS como teoria de base para o desenvolvimento de diretrizes de design de interação para RA em contexto de aprendizagem colaborativa *online*. Também foi importante compreender como a TCS lidou com os modelos mentais, pois no entendimento de Suchman (2007), a avaliação do comportamento do usuário, a partir da observação, é que deve levar a um plano das ações do usuário. Desta forma, entende-se que o pressuposto apresentado no início deste trabalho teve suas razões devidamente justificadas.

Página em branco

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta o estudo de caso etnográfico, que abrange: planejar e desenvolver o protótipo de um OA em RA, testar, analisar e dar manutenção ao processo e finalmente desenvolver as diretrizes que foram declaradas como objetivo geral, ou seja: "desenvolver diretrizes para o design de interação da RA sob a abordagem da Cognição Situada, considerando a sua aplicação específica na aprendizagem colaborativa *online*".

4.1 ESTUDO DE CASO ETNOGRÁFICO

A decisão de usar o estudo de caso etnográfico depende: do que se quer saber, do problema definido e da questão que se quer responder. É necessário verificar se a pesquisa está no âmbito qualitativo e não quantitativo, se o caso envolve resultados humanistas e culturais, se é caso localizado, ou seja, uma situação singular, "seja porque é representativo de muitos outros casos, seja porque é completamente distinto de outros casos" (ANDRE, 2000, p. 51).

As características selecionadas por Merriam (1988) para definir o estudo de caso também podem servir de critério para determinar quando se deve ou não utilizar essa metodologia. Segundo ela, "os estudos de caso buscam o conhecimento do particular, são descritivos, indutivos e buscam a totalidade. Além disso, eles estão mais preocupados com a compreensão e a descrição do processo do que com os resultados comportamentais" (p.31). A preocupação com o processo, segundo ela, envolve, por um lado, a descrição do contexto e da população em estudo e, por outro lado, a tentativa de verificar como evoluiu o evento, projeto ou programa estudado.

Para Yin (1988) deve ser dada preferência à metodologia de estudo de caso quando: (1) as perguntas da pesquisa forem do tipo "como" e "por que"; (2) quando o pesquisador tiver pouco controle sobre aquilo que acontece ou que pode acontecer; e (3) quando o foco de interesse for um fenômeno contemporâneo que esteja ocorrendo numa situação de vida real.

Há relevância na introdução do contexto nos estudos de design de interação, em se tratando de um domínio específico, pois a tecnologia afeta o usuário e todo o contexto ao redor. Afeta principalmente a forma como o usuário executa suas funções. Os efeitos da inserção de novas tecnologias na vida dos usuários são difíceis de prever, pois usuários diferentes, em contextos diferentes se comportam de forma diferente. O seu comportamento vai estar relacionado com a tecnologia, o sistema que está utilizando, a cultura organizacional e o ambiente. Não é recomendado, portanto, tentar descobrir se uma tecnologia é útil ou fácil de usar, de forma isolada do contexto natural. Há uma grande diferença entre fazer testes em ambientes controlados (laboratórios) e ambientes reais (NILSSON; JOHANSSON; JÖNSSON, 2010).

Diretrizes de usabilidade, tais como as apresentadas por Nielsen [25], Shneiderman [33] e outros pesquisadores, que têm uma visão semelhante da cognição e usabilidade, geralmente são as principais fontes de inspiração para os estudos de usabilidade dos sistemas de RA e RM. Vários exemplos deste tipo de estudo estão listados na pesquisa de campo realizada por Dünser et al. [7]. As diretrizes utilizadas nesses estudos são sensatas e úteis de muitas maneiras, mas muitas vezes deixam de lado o contexto de uso, o ambiente e o efeito que o sistema ou a interface pode causar. Estar ciente do contexto na elaboração de uma interface significa ter uma boa percepção não só de quem é o usuário, mas também onde e como o sistema pode e deve afetar o usuário em suas tarefas (NILSSON; JOHANSSON; JÖNSSON, 2010, p. 37, tradução da autora).

Destaca-se o conceito de processo cíclico, como uma ideia em comum entre a *Joint cognitive system* (HOLLNAGEL, 2002) a TCS (SUCHMAN, 2007) a etnometodologia (ANDRE, 2000) e a visão sistêmica de Bertalanffy (1975). Na visão sistêmico/situada, o indivíduo é um dos subsistemas, um todo que interage e não a mente isolada. A mente é outro subsistema e o corpo também outro, são muitos níveis hierárquicos interagindo, trocando, influenciando-se mutuamente e a interação pode ser entendida como essa dinâmica cíclica que forma o todo (BERTALANFFY, 1975, SUCHMAN, 2007).

Neste sentido, qualquer sistema pode ser analisado por uma abordagem situada/sistêmica. Na TGS, é aconselhado avaliar no máximo três

níveis do sistema, pois acima disso a quantidade de informações prejudica a análise (BERTALANFFY, 1975). Ou seja, a análise de um objeto de estudo, a partir da TGS determina níveis hierárquicos: supersistema, sistema e subsistema. Cada nível, por sua vez é composto por elementos que se agregam formando novos sistemas (BERTALANFFY, 1975).

Desta perspectiva, buscou-se representa um processo de refinamento de design de interface que: inicia com o modelo do designer e que, pela investigação cíclica, se transformará no modelo do usuário (Figura 4.1). A interação entre os elementos do processo é cíclica e dinâmica, bem como está permeada pela situação/ambiente e todas as suas circunstâncias (artefatos, acontecimentos, atividades, ações etc.) (BERTALANFFY, 1975, HUTCHINS, 2012, NILSSON; JOHANSSON; JÖNSSON, 2010, PREECE; ROGERS; SHARP, 2005, SUCHMAN, 2007).

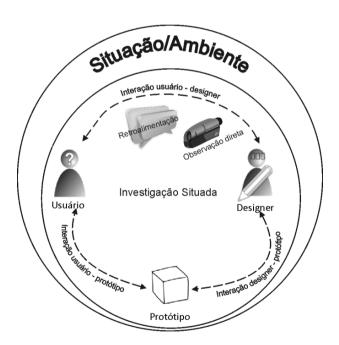


Figura 4.1: Método de investigação situada. Processo cíclico de refinamento do design de interação.

Fonte: Adaptado de: (BERTALANFFY, 1975, HUTCHINS, 2012, NILSSON; JOHANSSON; JÖNSSON, 2010, PREECE; ROGERS; SHARP, 2005, SUCHMAN, 2007). Imagem de http://openclipart.org/.

Considerando a elaboração de um primeiro protótipo a partir do modelo do designer, torna-se importante atentar para os ensinamentos de Nielsen (1993), um alerta relativo à questão das diversas lógicas atuando nas decisões de design:

Os designers de sistemas são humanos e sem dúvida usam computadores. Apresentam duas características, pois são designers e usuários. [...] Infelizmente, os designers de sistema são diferentes dos usuários em vários aspectos, incluindo a sua experiência geral de informática (e entusiasmo) e o seu conhecimento das bases conceituais do design do sistema. Quando você tem uma compreensão profunda da estrutura de um sistema, normalmente é fácil ajustar uma pequena parte extra da informação na tela e interpretá-la como correta. Consequentemente, um designer de sistema pode ver uma mensagem incorreta na tela e acreditar que ela faz perfeito sentido, mas essa mesma mensagem pode ser completamente incompreensível a um usuário que não teve a mesma compreensão do sistema (NIELSEN, 1993, p. 13).

Neste sentido, ao final do processo de investigação, o protótipo resultante deverá atender as necessidades dos usuários.

4.2 TRABALHO DE CAMPO

Este estudo de campo se utilizará do estudo de caso etnográfico (ver 4.1, p. 131), pelas seguintes razões: há interesse em uma **situação local**, ou seja, trata-se da atividade de aprendizagem e, se deseja conhecer a **complexidade** e a **totalidade** dessa **situação** em particular, assim como, a maneira de desenvolvimento do processo, para que se chegue às inferências necessárias. O que se quer conhecer precisa retratar a dinâmica da situação em uma forma muito parecida com o que acontece na sua forma mais natural (ANDRE, 2000). Quer se conhecer as facilidades e dificuldades específicas da situação — que, conforme já se alertou, é diferente de lidar com a RA *offline*, em ambiente controlado — entender as práticas de uso dos voluntários, captar suas expectativas, frustrações, contentamentos e mesmo, qualquer coisa que não se possa imaginar de antemão (NILSSON; JOHANSSON; JÖNSSON, 2010). Neste sentido, se utilizou três formas de coleta de dados:

- questionário disponibilizado na internet.
- disponibilização de fórum e bate-papo no AVA, além de e-mail e celular para conversas abertas. A pesquisadora se colocou à disposição dos voluntários.

Na observação participativa on-line, você não tem de olhar no olho da pessoa, lidar com seu ceticismo, ou ficar se perguntando o que ela pensa a seu respeito — como ocorre nas situações face a face. O que você veste, a sua aparência, ou seu tom de voz não importam. Todavia, o que você diz ou não e como você diz são fundamentais para a maneira como os outros lhe responderão. On-line você só vê parte do contexto das pessoas. Geralmente você não vê como elas se comportam, quando estão off-line, como se apresentam, sua linguagem corporal, como passam os dias, qual é a sua personalidade, quem está presente, mas não participando, etc. (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

 observação direta: a pesquisadora foi ao local de trabalho dos voluntários para observar e em alguns casos registrou o comportamento com fotografia e/ou filmagem.

Desta maneira, o estudo de caso que será apresentado neste trabalho compreendeu: colocar pessoas de uma amostra, em situação de solução de problema de forma individual e em dupla (colaboração) através de um protótipo de um OA em RA, instalado em um AVA, especificamente o *Moodle*, na URL: http://www.goul.net.br/moodle.

Com relação à amostra, segundo Nielsen (2000), esta deve ser composta por cinco usuários, tendo em vista que após o teste com o quinto usuário começa a ocorrer incidências e repetições em relação à interação. Por outro lado, Ambrose e Harris (2011) acreditam que uma boa amostra encontra-se entre cinco a dez participantes.

O projeto de pesquisa também passou por rigorosa avaliação do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos, que aprovou a sua realização (Anexo D).

4.3 ESTÁGIO DE DOCÊNCIA E A ESCOLHA DO TEMA

No segundo semestre do ano de 2008, a pesquisadora fez estágio de docência na UFSC e, naquela ocasião, teve a oportunidade de estar na companhia de jovens universitários, da primeira fase, do curso de Arquitetura e Urbanismo. O professor Dr. Tarcísio Vanzin era o ministrante da disciplina de Geometria Descritiva (Figura 4.2).



Figura 4.2: Estágio de docência – segundo semestre de 2008. Prof. Vanzin com alunos.

Fonte: Acervo da autora. Para preservar a identidade dos alunos foi usado efeito de distorção na imagem.

Buscando deixar algum registro do estágio, a pesquisadora havia escrito um relato informal de suas impressões pessoais, que estão transcritas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Relato informal sobre o estágio de docência. Disciplina de Geometria Descritiva.

Florianópolis, segundo semestre de 2008.

A turma é composta de alunos da primeira fase e, portanto, neste momento, estão passando por uma fase de trotes. Os veteranos estão "na hora da vingança" — risos!!!

Esta turma vem para aula com uma placa de identificação pendurada no pescoço e uma lata de "refri" amarrada na perna. A lata faz barulho na hora da entrada e saída da aula, pois os alunos arrastam a lata pelo chão. Para se livrarem da lata, me disse uma aluna, — Tem que pagar

um Real. (.... que certamente vai ajudar os veteranos a festejarem a "revanche" lá no bar da pracinha, na entrada do campus). Mas... pensam que os calouros estão chateados com isso? Que nada! Estão cheios de alegria por participarem daquela brincadeira e estão felizes! E, é claro, tem as baladas..., pois ninguém é de ferro "né"!!!! — Hoje tem "balada"!!!. assim me disseram eles.

O professor de Geometria Descritiva, ou GD, conforme costuma ser chamada a disciplina, é o prof. Tarcísio Vanzin, engenheiro mecânico, arquiteto e doutor em Engenharia de Produção pela UFSC.

Prof. Vanzin é experiente o que faz com que olhe para os alunos com o coração de mentor. Ele toma para si uma responsabilidade enorme sobre o aprendizado de cada aluno. É amigo da turma, não deixa um aluno sem resposta e faz questão de explicar tudo, indo de mesa em mesa. Explica desde um simples ponto até as mais complicadas projeções da GD.

Após as aulas ficarmos, eu e o prof. Vanzin, "filosofando" sobre os assuntos relacionados à disciplina: a estratégia de ensino e métodos utilizados por ele. — Ele se empolga quando fala! Quanto a mim, vou descobrindo uma maneira diferente de transmitir as informações sobre GD aos alunos. Enquanto conversamos, relembro de minha dissertação de mestrado e do que aprendi, sobre a pedagogia da ação e a teoria da atividade e vou traçando relações com essas teorias. Esta nova forma "Vigotyskiana" de aprender com o prof. Vanzin tem muito a ver com a minha dissertação de mestrado e me identifico com a didática aplicada por ele: o menos experiente aprende com o mais experiente!

O prof. Vanzin leva os alunos a aprenderem a GD a partir da observação e da ação, um ciclo constante. É a construção de um artefato e o manejar desse artefato, pelos alunos que dá a dinâmica: uma pequena maquete, de uma casinha e um diedro vai aos poucos formando o conhecimento em GD — construídos pelos próprios alunos com papel cartão.

Enquanto o prof. Vanzin desenha no quadro, as representações em 3D e 2D, os alunos buscam exemplos correspondentes manipulando a casinha sobre o diedro. É permitido aos alunos aprenderem uns com os outros durante a aprendizagem. Eles podem consultar tanto o professor quanto os colegas, para solucionarem os problemas, o que cria um ambiente dinâmico e motiva os alunos diante da possibilidade de

socialização.

Os alunos estão aprendendo um vocabulário novo, o prof. Vanzin vai explicando a matéria e falando em "diedro", "épura", planos e seus tipos. Ele vai fazendo analogias e explicando as relações da GD com a arquitetura através da casinha. Hoje ele falou em "cumeeira"!!! Quase dei um pulo da cadeira para dizer — Ah... isso eu sei o que é! Mas me controlei e me coloquei na posição de estagiária novamente.

Isso tudo é novo para os alunos. Para mim é relembrar minhas aulas de GD1 e GD2 durante a graduação na Federal do Rio e tirar meus antigos traumas com a disciplina de GD, pois confesso, eu os tenho! A maneira como aprendi GD não era motivadora.

No decorrer das aulas vou procurando estudar GD para poder auxiliar os alunos na resolução dos exercícios, não é fácil para mim, pois já faz muito tempo que eu estudei GD. Então resolvi montar minha própria casinha e diedro. Ah! Mas me deparo com um problema, a casa e o diedro são opacos. Então, destaco as capas transparente de algumas encadernações e com elas monto o diedro, a casinha, planos e retas transparentes. Com uma caneta, própria para escrever em transparência para retro projetor, vou desenhando sobre o diedro e depois o abro sobre a mesa e, eureca! Lá esta a minha projeção 2D.

Ainda tenho dificuldades para ajudar os alunos durante os exercícios, mas agora está mais fácil visualizar mentalmente as relações espaciais e transpor para a épura.

Uma situação leva a outra, é a dinâmica da vida, pois aquela experiência do estágio de docência serviu de base, tanto para a escolha do tema e conteúdo (constante do planejamento do DI) (Quadro 4.2), quanto para a análise de requisitos do protótipo em RA. O que foi observado e vivenciado pela pesquisadora, naquela época, agora será transposto para a *Web*, mas de forma a ampliar as possibilidades dos alunos. Para tanto, o protótipo precisa permitir que os elementos digitais traspassem uns aos outros, visando a obtenção da visualização daquilo que não era possível observar anteriormente (com o material físico, opaco ou mesmo o transparente, caso em que se tinha que riscar a projeção no diedro com uma caneta).

Estas noções de requisitos do protótipo em RA serão descritas mais adiante (Quadro 4.3). A seguir é apresentado o planejamento do DL

4.4 DESIGN INSTRUCIONAL

Torna-se necessário esclarecer que o DI tem como objetivo principal desenvolver o protótipo para avaliação com usuário/voluntário, desta forma, pretende-se habilitar os usuários/voluntários ao uso do protótipo em RA, sendo secundária a aprendizagem de Geometria Descritiva. Por este motivo, o conteúdo de Geometria Descritiva torna-se um meio e não um fim em si. Foi escolhido apenas um fragmento do conteúdo da disciplina, para permitir a realização do teste, pois não havia, neste caso, a necessidade de desenvolver todo seu conteúdo. O processo de DI foi realizado conforme demonstrado na

Figura 4.3, a modelagem está na Figura 4.4 e o planejamento no Quadro 4.2.

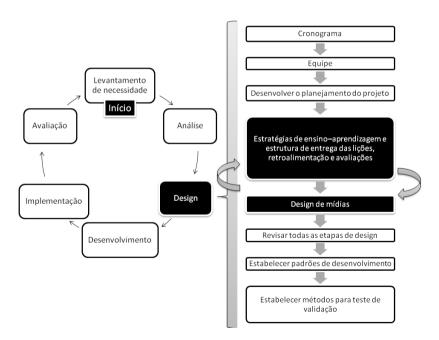


Figura 4.3: Processo do design instrucional.

Fonte: Adaptado de Filatro (2004), Lee e Owens (2004) e Romiszowski (2007).

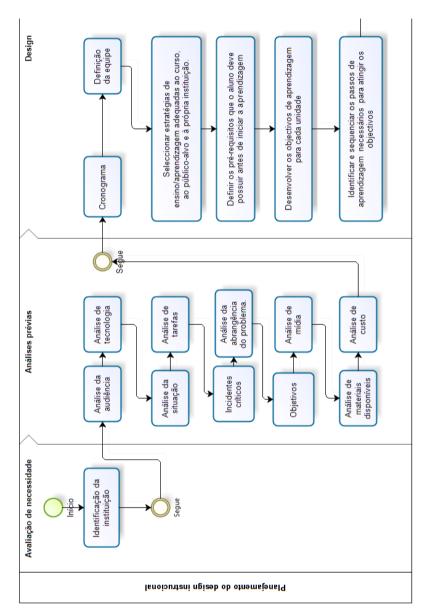
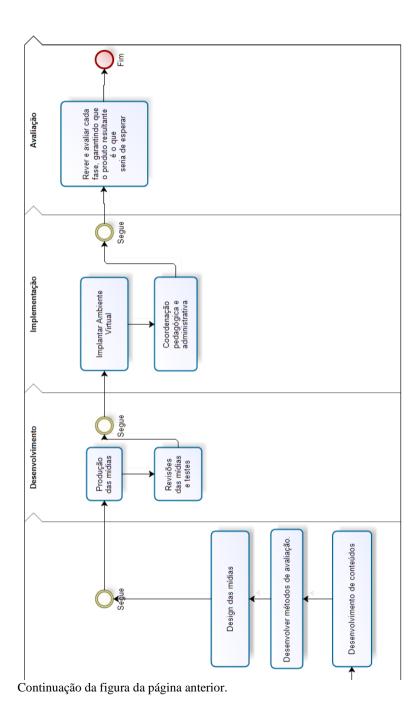


Figura 4.4: Modelagem do DI.

Fonte: Pesquisadora.

Continua na próxima página



Quadro 4.2: Planejamento do design instrucional para o teste do protótipo.

Planejamento do design instrucional

AVALIAÇÃO DE NECESSIDADE

Identificação da instituição: Projeto Capes WebGD.

Torna-se necessário desenvolver e testar um protótipo em RA e o conteúdo escolhido será uma introdução básica da Geometria Descritiva, que faz parte dos cursos de arquitetura, engenharia e design. Os alunos na grande maioria são jovens que lidam no seu dia a dia com os artefatos tecnológicos para o desenvolvimento de atividades relacionadas à representação em 2D e 3D. Alunos de instituições, tais como a UFSC, já participam da modalidade semipresencial com a utilização de AVA, no caso da UFSC é utilizado o *Moodle*.

ANÁLISE PRÉVIA

Análise da audiência: Alunos universitários, professores e profissionais das áreas de: design, arquitetura, licenciatura em desenho, artes, engenharia, área tecnológica e afins.

Análise de tecnologia: Para participar do teste do protótipo é necessário ter computador *desktop* ou *netbook*, *webcam*, acesso a internet, navegador Internet Explorer ou similar e estar com o *player* do *flash* instalado. O monitor deve ser do tipo LCD, CRT ou LED, tela plana de preferência. Serão fornecidos marcadores impressos aos voluntários. Os voluntários que desejarem podem baixar um arquivo em pdf, com os marcadores, e imprimir, para tanto será necessário uma impressora e uma tesoura para cortar os marcadores.

Análise da situação: Desenvolver diretrizes de design de interação para RA em contexto de aprendizagem colaborativa online. A expectativa é formatar o design conceitual a partir da experimentação de um protótipo, teste com usuário e coleta de dados para compor as diretrizes.

Análise de tarefas: Identificação das tarefas e grau de complexidade:

- Tarefas básicas: Fazer o *login* no AVA. Executar a introdução e condições de participação em *flash*. Executar o protótipo em RA. Ler os exercícios. Preencher questionário de pesquisa. Enviar questionário finalizando o processo.
- Tarefas complexas: Segurar os marcadores. Colocar os marcadores em frente da webcam. Seguir orientações. Realizar a sobreposição de elementos e traspassar elementos individualmente e em dupla.

Incidentes críticos:

- Tarefas mais importantes: Manipular os marcadores para conseguir colocar a reta, plano e casa sobre o diedro. Traspassar os objetos virtuais entre si.
- Tarefas importantes, mas não essenciais: Posicionar os objetos virtuais na

posição exata sugeridas nos exemplos fornecidos.

- Tarefas a serem excluídas: Não se aplica.

Objetivos: No âmbito da presente pesquisa o objetivo é permitir uma experiência em RA para que os participantes se familiarizem com o protótipo e realizem tarefas, tais como: a manipulação de marcadores e elementos digitais em 3D.

Análise da abrangência do problema: Treinamento pessoal.

Análise de mídia: Uso do AVA *Moodle* e OA com interface 2D e OA produzido em RA incorporado ao OA em interface 2D.

Análise de materiais disponíveis: adquirir papel 180 g para imprimir marcadores. Entregar marcadores aos voluntários. Disponibilizar os marcadores no AVA em arquivo do tipo pdf.

Análise de custo: Não se aplica.

DESIGN

Definição da equipe: não se aplica.

Selecionar estratégias de ensino/aprendizagem adequadas ao curso, ao público-alvo e à própria instituição: estratégia tecnológica: Instalar o AVA *Moodle*. Uso de fórum, bate-papo e *e-mail* para contato com a pesquisadora.

A estratégia de ensino/aprendizagem compreende a aprendizagem pela experimentação através de simulações em RA. Resolução de tarefa individual e em dupla. A retroalimentação deve ser contínua. O conteúdo será dividido em uma introdução com informações sobre como participar do teste, breves conceitos sobre Geometria Descritiva em flash, exercícios para serem experimentados através do protótipo em RA.

Definir os pré-requisitos que o aluno deve possuir antes de iniciar a a-prendizagem: o aluno precisa ter conhecimentos no uso de programas de computador, navegação na internet. Ter conhecimento para instalar complementos como o *player* do *flash*. Saber usar o *e-mail*, fórum ou bate-papo.

Desenvolver os objetivos de aprendizagem para cada unidade:

Competência: Conhecimento do que é Realidade Aumentada.

Habilidade: Operar o protótipo.

Atitude: Colaboração, compartilhamento, sentimento de participação e voluntariado. Em se tratando de pesquisa acadêmica será desenvolvida apenas uma pequena parte do conteúdo: breve histórico da geometria descritiva. Método de monge. Plano de projeção. Conceito de diedro. Simulações em RA.

Identificar e sequenciar os passos de aprendizagem necessários para atingir os objetivos: entrar no AVA. Ler as informações disponíveis de como participar e breve conceitos sobre Geometria Descritiva. Executar o protótipo de forma a manipular os marcadores e visualizar os elementos em 3D na tela. Seguir os exercícios sugeridos na lateral direita da tela. Posicio-

nar reta, plano e casa sobre o diedro. Traspassar o plano através da casa, que deverá estar sobre o diedro. Preencher o questionário online. Enviar o questionário finalizando a sequencia de tarefas.

Design das mídias: concepção de: apresentação introdutória em Flash, protótipo e questionário.

DESENVOLVIMENTO

Produção das mídias: produção de conteúdo, roteiro instrucional, *storyboard*, autoração, programação.

Revisões das mídias e testes: testes preliminares.

<u>IMPLANTAÇÃO</u>

Implantar Ambiente Virtual: Instalar o *Moodle* no servidor. Instalar as mídias. Configurar as ferramentas do AVA. Instalar textos e arquivos.

Coordenação pedagógica e administrativa: Divulgar o teste e cadastrar os voluntários. Acompanhar os voluntários tirando dúvidas. Tutoria.

AVALIAÇÃO

Rever e avaliar cada fase, garantindo que o produto resultante é o que se espera. Através de questionários, fórum, bate-papo e *e-mail* coletar os dados de avaliação do protótipo para a manutenção do processo.

4.5 A ETAPA DE DESIGN

A etapa de **design** está subdividida nas estratégias de ensino/aprendizagem e no design das mídias que, por sua vez, compreende a escolha e desenvolvimento das mídias com base nas estratégias de ensino e aprendizagem (

Figura 4.3).

Na fase de DI, decidiu-se pela seguinte especificação de mídia:

- Instalação do *Moodle*, devido a funcionalidades que oferece e opções de ferramentas colaborativas.
- Apresentação em *flash* com informações sobre a pesquisa e breves lições sobre Geometria Descritiva.
- Página em HTML que contém o protótipo em RA e alguns exercícios, propostos na lateral direita da página.
- O protótipo em RA.
- Formulário de coleta de dados.

A Figura 4.5 apresenta o modelo de estrutura e conexão entre as mídias.

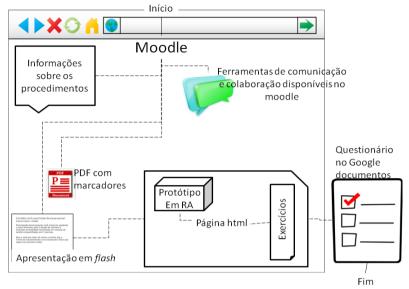


Figura 4.5: Estrutura e conexão entre as mídias.

Fonte: Ilustração da pesquisadora.

O AVA *Moodle* recebeu uma alteração na página inicial para caracterizar: o projeto WebGD, o programa de Pós-Graduação EGC e a UFSC. Uma ilustração foi implantada como alusão à Geometria Descritiva e a RA (Figura 4.6), medidas que pretenderam fazer com que os voluntários pudessem identificar que se tratava do sitio da pesquisa para a qual foram convidados.

Na página inicial da experimentação do protótipo o participante contou com informações sobre como fazer contato com a pesquisadora por *e-mail*, telefone, fórum e *chat*. Outra página disponibilizava informações sobre como participar do processo. Também foi disponibilizado um arquivo do tipo pdf com os marcadores e informações de como imprimi-los e um *link* para iniciar a apresentação em *flash* (Figura 4.7).



Figura 4.6: Página de entrada do Moodle.

Fonte: http://www.goul.net.br/moodle.



Figura 4.7: Tela de entrada para a experimentação do protótipo em RA. Fonte: http://www.goul.net.br/moodle.

Antes do teste do protótipo propriamente dito, o voluntário foi levado a executar a apresentação em *flash* para ler algumas orientações sobre: como participar, o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), orientações de uso do protótipo, breve conteúdo sobre Geometria Descritiva e requisitos técnicos de *hardware* e *software* (Figura 4.8 e Figura 4.9).





Figura 4.8: Apresentação com o convite de participação e explicações de como participar.

Fonte: http://www.goul.net.br/moodle



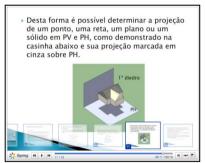


Figura 4.9: Apresentação com o convite de participação e explicações de como participar.

Fonte: http://www.goul.net.br/moodle

Ao final desta apresentação em *flash* encontra-se a conexão para uma página em html^{40} com o protótipo, informações e exercícios (Figura 4.10). A página também contém conexão para o questionário, que foi armazenado no Google documentos.

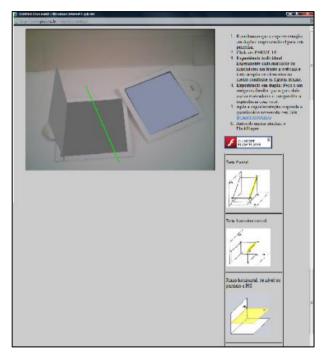


Figura 4.10: Página html com o protótipo, informações e exercícios.

4.6 DESIGN E PRODUÇÃO DO PROTÓTIPO EM RA

4.6.1 Requisitos

A partir dos relatos do estágio de docência, leituras sobre GD, aconselhamento com os professores orientadores⁴¹ e do planejamento do DI (Quadro 4.2), foi estabelecido um conjunto inicial de requisitos (Quadro 4.3) (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

⁴⁰ HTML é abreviação de *HyperText Markup Language* (nota da autora).

⁴¹ Ambos os orientadores, Vania Ulbricht e Tarcisio Vanzin, são peritos na disciplina de GD (nota da autora).

Quadro 4.3: Estabelecimento de requisitos iniciais para o protótipo.

Requisitos funcionais:

Do software para produzir a RA

- Permitir realizar atividades a distância.
- Possibilitar o rastreamento de mais de um marcador pela webcam.
- Propiciar a realização de tarefas em dupla (face a face).
- Permitir que os elementos virtuais trespassem uns aos outros.

Dos marcadores

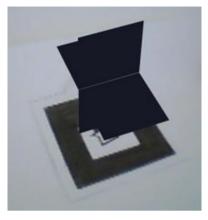
- Devem facilitar à pega.
- Deve evitar a poluição visual da cena.

Requisitos não funcionais

Do protótipo em RA

- Deve ser simples esteticamente. Mínimos detalhes.
- Proporcionar comunicação rápida: pictogramas dos marcadores e elementos digitais devem ser de fácil entendimento. Os pictogramas devem aludir aos elementos digitais: diedro, plano, reta e casa.
- Manter a atenção do aluno na aprendizagem.
- Facilitar a manipulação das figuras no espaço.
- Proporcionar uma experiência divertida.
- Fácil de aprender a usar.
- Permitir a visualização dos exercícios, enquanto o aluno realiza tarefas no protótipo.
- Permitir o acesso ao AVA, a informações e ao questionário.
- Auxiliar na instalação de complementos.

Desta forma, foram pensados alguns cenários, que pretendiam prever, como alunos se comportariam durante a realização de tarefas de aprendizagem, individualmente e em dupla. Para evitar que se ficasse apenas nas suposições, foram produzidos protótipos rápidos e rudimentares para testes *offline*. Um dos protótipos foi escolhido e apresentado aos professores orientadores, que concordaram com a ideia (Figura 4.11).



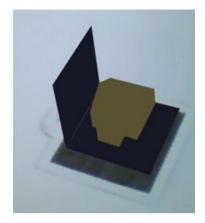


Figura 4.11: Protótipo *offline*, para aprovação dos peritos em Geometria Descritiva.

Após esta etapa o protótipo foi desenvolvido em baixa fidelidade conforme demonstrado na Figura 4.12. A experiência da pesquisadora se tornava a fonte que ia determinando o design do primeiro protótipo. Mas a mensagem de Nielsen (1993) é clara: há diferentes lógicas atuando durante o desenvolvimento, mas a lógica do usuário é a que deve prevalecer.





Figura 4.12: Demonstração do protótipo em RA. Protótipo em baixa fidelidade. Fonte: Acervo da autora.

4.6.2 Escolha do software livre para RA

Previamente, foram instalados e experimentados vários *softwares* de RA e assim foi possível conhecer na prática o funcionamento da tecnologia. Destaca-se, que nem todos os sistemas identificados em publicações acadêmicas estão disponíveis para uso. Alguns aplicativos

são pagos e disponibilizam apenas versões de demonstração, que não trazem todas as funcionalidades. Em outros casos o tempo de uso é limitado.

Após estudo de viabilidade concluiu-se que o *Flartoolkit*, *FLAR-Manager*, *NyARToolkit e o SLARToolKit* seriam as opções possíveis de execução na *Web*.

Desta forma, foi utilizada uma versão do *Flartoolkit*, pois as suas funcionalidades atendiam aos requisitos necessários (Quadro 4.3). Por ser livre o *Flartoolkit* permite alterações no seu código.

Para alterar o *action script 3*, foi utilizada a versão acadêmica e gratuita do *Flash Builder*⁴², *Eclipse*⁴³ e *Flex framework*⁴⁴. Estes dois últimos são *open source*.

Foram instalados e experimentados *softwares* de modelagem que permitem uso gratuito: *Blender*, *Sketchup* e o *3D Max*, este pago, porém o uso acadêmico é gratuito. A biblioteca *Papervision*, que permite gerar elementos em 2D e 3D, vem incorporada no pacote do *Flartoolkit* e também foi utilizada. O *Blender*, o *Sketchup* e o *3D Max*, alem de outros formatos, geram arquivos Collada com a extensão DAE. Estes são compatíveis com o *Flartoolkit* que na sua distribuição já vem com a biblioteca apropriada. Os arquivos DAE são relacionados no código *action script* aos marcadores, mas para isto acontecer, os marcadores são reconhecidos antecipadamente por um aplicativo, que gera um arquivo com o padrão da imagem e o armazena no sistema.

4.6.3 Marcadores

Quatro marcadores foram produzidos com pictogramas, metáforas dos elementos virtuais. Ocorreram problemas de reconhecimento de padrões, que implicavam no rastreamento óptico e sincronia, por exemplo: as figuras eram reconhecidas erroneamente pelo sistema. Outras vezes, os elementos do próprio ambiente eram entendidos como marcadores (p. ex.: uma estante com livros, as figuras da camiseta).

Solução: Foi necessário diferenciar os marcadores (Figura 4.13). Desta forma, o posicionamento dos signos foi alterado, as áreas de branco e preto foram revistas, a posição no espaço 3D (orientação das coordenadas) foi reforçada, colocando-se um pequeno quadrado no canto superior dos marcadores. Os signos remetiam aos elementos virtuais

⁴² O *Flash Builder* está disponível em: http://www.adobe.com/br/products/flash-builder.html.

⁴³ O Eclipse está disponível em: http://www.eclipse.org/.

⁴⁴ O *Flex framework* está disponível em: http://www.adobe.com/products/flex.html.

modelados, mas foi usada a técnica de redundância, para reforçar a informação, visto que a solução funcional interferia na estética e consequentemente na compreensão. Para não deixar o usuário confuso e, agilizar o encontro do marcador correto, foi escrito o nome do elemento 3D na aba de pega do marcador.

Para a pega, se utilizou uma aba em formato meio círculo para evitar que os dedos cobrissem a área preta do marcador atrapalhando o rastreamento óptico. O meio círculo buscava o conceito de *affordance*, ou seja, insinuar onde pegar e a maneira de pegar o marcador.

A iluminação do ambiente causava problemas para que a *webcam* detectasse corretamente os marcadores, por exemplo: iluminação direta sobre os marcadores causando reflexão forte da luz ou baixa iluminação. Buscou-se encontrar o ponto certo da luz ambiente apagando ou redirecionando os pontos de luz do ambiente.

Destaca-se que as câmeras que permitem regulagem possibilitam melhorar o rastreamento, mas como saber se na situação natural o aluno conhece essa possibilidade e sabe como fazer o ajuste? Esperava-se que essa resposta fosse respondida a partir do estudo de caso.

4.6.4 Webcam

Foram feitos os seguintes teste:

- A) Composição: Webcam incorporada ao monitor do notebook - neste caso foram detectados problemas, tais como: rastreamento óptico; reconhecimento de padrões, noção espacial (ângulo e distância entre a Webcam e os marcadores determinam a percepção espacial do usuário e a conexão entre a posição e os movimentos feitos com os marcadores e o que acontece com os elementos digitais).
- B) Composição: Webcam externa ao computador neste caso o usuário tem mais liberdade de posicionar o dispositivo conforme melhor se adapte a sua percepção.

Solução: projetar para a pior das opções, que é a *webcam* incorporada ao notebook, pois na segunda opção haveria flexibilidade de posicionamento.

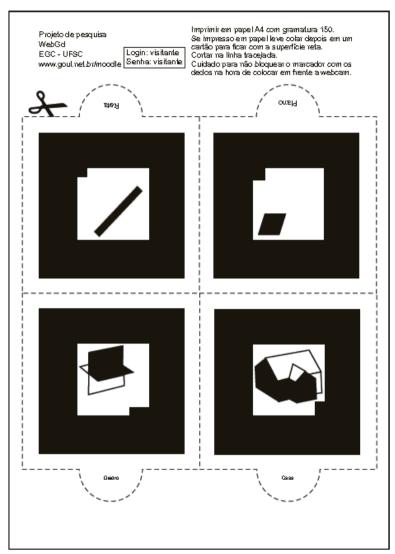


Figura 4.13: Arquivo pdf disponibilizado no AVA, com quatro marcadores. Fonte: Concepção da autora.

4.6.5 Dispositivo de exibição

De acordo com o DI foi determinado, como pré-requisito, o uso de monitor LCD, CRT, LED ou similar, pois em se tratando do *Elearning* e da tarefa a ser realizada, o mais provável é que o usuário esteja nos seguintes locais: casa, escritório, salas de aeroporto ou praça de alimentação de shopping. Dificilmente um aluno irá comprar um *HMD* para fazer o curso, o equipamento é caro. Não foi cogitado projetar o sistema para *tablet*, celular ou *pda*, nestes casos, necessariamente, serão outras diretrizes de orientação. Um assunto para futuros trabalhos.

Foram feitos testes com monitores LCD, que revelaram a questão das dimensões de apresentação da cena na tela. Do lado dos usuários há uma heterogeneidade de tamanhos de telas de monitores com diferentes configuradas de resolução.

Solução: as condições precisam se adaptar aos resultado obtidos em testes com três monitores LCD: um incorporado a um notebook de 17". Dois independentes: um com 17" polegadas e outro com 20". Todos configurados na resolução indicada por seus fabricantes, como ideal para visualização.

4.7 COLETA E COMPILAÇÃO DOS DADOS

Após o convite⁴⁵, se obteve a resposta positiva de 44 pessoas. Destas, efetivamente 26 voluntários responderam aos questionários. Dentre estas, houve quatro observações diretas, uma delas com fotos e filmagem. Uma observação foi realizada com o apoio de outra pessoa, pois uma das voluntárias, que é pesquisadora e professora da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da Universidade Estadual de campinas (UNICAMP), solidariamente fez os testes com os seus bolsistas e enviou os relatos por *e-mail*, incluindo registros fotográficos.

4.7.1 Questionário

O questionário foi modelado segundo as técnicas de Gil (1999), Richardson (2008) e Vasconcellos (2003). Foram levadas em consideração as seis principais áreas de recomendações de Charfi, Dubois e

⁴⁵ O convite foi feito por diversos canais: pessoas cadastradas no Hiperlab, ambiente virtual do departamento de design da UFSC. Por *e-mail* para lista de *e-mail* ou *e-mail* pessoal e através do Facebook. Além disso muitas pessoas replicaram o convite para outras pessoas.

Scapin (2009) e as duas metas de usabilidade apresentadas no item 2.5.4, p. 98 (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005). Além destas providências, se levou em consideração as implicações da RA, apontadas no item 2.4.7.1, p. 89. O questionário se constituiu de perguntas do tipo múltipla escolha, de níveis e perguntas abertas. Foi estruturado em setores (Anexo C):

- Dados formais (exceto nome ou documentos de identificação).
- Limites físicos previamente conhecidos (p. ex.: tremores nas mãos).
- Experiências prévias com tecnologia.
- Equipamento e conexão de internet utilizada no momento do teste.
- Meta da usabilidade (p.ex.: ambiente e nível de iluminação).
- Meta da experiência do usuário.
- Êxito na realização das tarefas.
- Expectativas futuras.

Embora a pesquisa tenha uma abordagem qualitativa, os dados colhidos, por meio do questionário, que conformam um conjunto de informações quantitativas, têm a finalidade de estabelecer "critérios, categorias, escalas de atitude, ou ainda identificar com que intensidade, ou grau, um conceito, uma atitude, uma opinião se manifesta" (RI-CHARDSON; PEREZ, 1999, p. 38). Entretanto, a interpretação e inferência da pesquisadora, a partir dos dados quantitativos, não podem estar desvinculadas do processo em que ocorreu essa coleta de dados, visto que se trata de um estudo de caso etnográfico.

Neste sentido, cabe ressaltar que os dados acima totalizam duas etapas de coletas entremeadas por um ponto de manutenção do protótipo de forma a adaptá-lo as primeiras 6 respostas de questionários recebidas e troca de *e-mails* com os voluntários/usuários.

Assim, no sexto questionário recebido, foram analisadas as respostas, levou-se em consideração a trocas de *e-mail* entre os participantes e a pesquisadora e, só então o protótipo foi alterado. A partir deste ponto a coleta dos dados continuou, mas em função da observação dos acontecimentos, pois não se efetuou mais nenhuma alteração.

4.7.2 Compilação dos dados do questionário

Os questionários foram compilados e seus dados estão apresentados abaixo. Nesta etapa, quantitativa, os dados foram tratados na totalidade dos 26 respondentes.

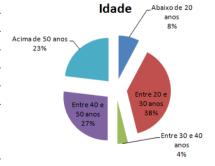
4.7.2.1 Dados formais

Respondentes por:

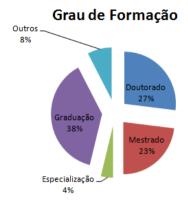
Atividade	Qtd.	%
Alunos de design ou arquitetura	8	30,77
Alunos de outras áreas	6	23,08
Professores de design ou arquitetura	7	26,92
Professores em outras áreas	5	19,23
Total	26	100



Idade	Qtd.	%
Abaixo de 20 anos	2	7,69
Entre 20 e 30 anos	10	38,46
Entre 30 e 40 anos	1	3,85
Entre 40 e 50 anos	7	26,92
Acima de 50 anos	6	23,08
Total	26	100

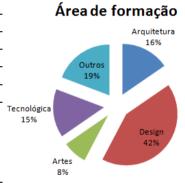


Grau de Formação	Qtd.	%
Doutorado	7	27
Mestrado	6	23
Especialização	1	4
Graduação	10	38
Outros	2	8
Total	26	100

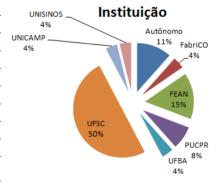


Área de formação	Qtd.	%
Arquitetura	4	15,38
Design	11	42,31
Artes	2	7,69
Tecnológica	4	15,38
Outros	5	19,23

Total 26 100



Instituição	Qtd.	%
Autônomo	3	11,54
FabriCO	1	3,85
FEAN	4	15,38
PUCPR	2	7,69
UFBA	1	3,85
UFSC	13	50,00
UNICAMP	1	3,85
UNISINOS	1	3,85
Total	26	100



4.7.2.2 Limites físicos previamente conhecidos.

Visão: 38,46% declaram problemas de visão, tais como: miopia, presbiopia, hipermetropia, astigmatismo e daltonismo. Duas pessoas são daltônicas.

Tátil: uma única pessoa declara ter problemas de tremores nas mãos e dificuldade de segurar objetos.

Enjoo ou tonturas no uso de jogos em 3D: uma pessoa declarou já ter sentido anteriormente estes sintomas nesta condição.

4.7.2.3 Experiências prévias com tecnologia.

Nível de familiaridade com a internet: todos os participantes têm alguma familiaridade com a internet. 3,85% têm nível médio e 96,15% acima da média.

Nível de familiaridade com AVA: 7,69% têm nível abaixo da média, 19,23% estão na média e 73,08% acima da média.

Nível de familiaridade com RA: 65,38% consideram que têm familiaridade abaixo da média, 11,54% média familiaridade e 23,08% acima da média.

4.7.2.4 Equipamento e conexão de internet utilizada no momento do teste.

Configuração	Qtd.	Total	%	Total
Computador desktop	5		19%	
Notebook	19		73%	
Computador não declarado	2	26	8%	100%
Monitor 14"	1		4%	
Monitor 15"	3		12%	
Monitor 17" ou acima	11		42%	
Monitor não declarado	11	26	42%	100%
Webcam externa	4		15%	
Webcam incorporada	15		58%	
Webcam não declarada	7	26	27%	100%

73% dos computadores utilizados eram *notebooks*, 42% dos monitores de 17" e 58% com *Webcam* incorporadas ao monitor.

100% dos participantes acharam suficientes os equipamentos utilizados durante a experiência.

Conexão com a internet: 100% utilizaram banda larga. Destes, 65% conexão wireless e 35% por cabo.

4.7.2.5 Meta de Usabilidade

4.7.2.5.1 Relativas ao ambiente físico

Iluminação: 3 pessoas perceberam problemas de rastreamento devido a pouca iluminação ou muita iluminação.

Fundo: Uma pessoa percebeu leve interferência do fundo no rastreamento, embora 6 participantes tenham declarado muito ruído de fundo sem interferência.

Por meio das respostas abertas, relativas ao ambiente, foi possível interpretar melhor estas respostas. Os experimentos foram realizados em residência, escritório ou laboratório de computadores com luz artificial e ambiente de fundo, na maioria das vezes com poucos elementos que pudessem interferir no rastreamento. Em geral paredes neutras ou cortinas neutras, sem estampas.

Relativas ao esforço visual para visualizar os objetos em 3D no monitor:

Nível de facilidade individual: 15% dos participantes acharam difícil visualizar os objetos no monitor, 31% consideraram fácil e 54% muito fácil.

Nível de facilidade em dupla: 31% acharam difícil visualizar os objetos no monitor, 31% consideraram fácil e 38% muito fácil.

Nível de sincronicidade entre o rastreamento do marcador e o aparecimento dos elementos 3D na tela do monitor: 35% relataram baixa sincronicidade, 27% boa sincronicidade e 38% ótima sincronicidade.

Abertura do ângulo da *webcam* para captar todos os elementos ao mesmo tempo: 38% acharam insuficiente. 62% disseram ser suficiente.

4.7.2.5.2 Relativa à interação com os marcadores:

Nível de facilidade em segurar e manipular os marcadores individualmente: 31% acharam difícil manipular os marcadores, 35% acharam fácil e 35% muito fácil.

Nível de facilidade em segurar e manipular os marcadores quando em dupla: 38% acharam difícil, 27% acharam fácil e 35% acharam muito fácil.

Nível de facilidade individual em posicionar os marcadores em frente a Webcam: 38% acharam difícil, 31% acharam fácil e 31% muito fácil.

Nível de facilidade, em dupla, em posicionar os marcadores em frente a Webcam: 46% acharam difícil, 23% acharam fácil e 31% muito fácil.

Distância ideal do marcador em relação a *webcam*: 46% responderam 50 cm, 19% preferem acima de 50 cm e 35% menos que 50 cm.

Pergunta aberta em relação à cor, textura, representação e formato dos marcadores: 4 participantes preferem os marcadores da forma como estavam, um participante não entendeu o ícone de representação do plano e 21 participantes não se manifestaram.

4.7.2.6 Questões fisiológicas:

Pergunta aberta: duas pessoas sentiram desconforto físico e uma sentiu enjoo e tontura.

Esforço cognitivo:

Nível de facilidade de entendimento de como realizar as tarefas: 19% acharam difícil entender como realizar as tarefas, 23% acharam fácil e 58% acharam muito fácil.

Nível de facilidade de entender e relacionar os ícones dos marcadores com os elementos em 3D: 16% dos participantes acharam de difícil entendimento e não conseguiram fazer relações. 31% acharam fácil, mas acreditam que pode haver melhorias na informação. 54% acharam de fácil entendimento e relacionamento.

Nível de caracterização dos objetos em 3D: 19% perceberam como baixo nível de caracterização. 8% entenderam como suficiente e 73% como bem caracterizados.

4.7.2.7 Êxito na realização de tarefas

Tarefa complexa: 54% conseguiram realizar a tarefa tanto individualmente quanto em grupo. 19% conseguiram realizar apenas individualmente. 27% não conseguiram realizar a tarefa.

Tarefa de alta complexidade: 27% conseguiram realizar a tarefa tanto individualmente quanto em dupla. 15% só conseguiram individualmente. 23% só em dupla. 35% não conseguiram realizar a tarefa.

4.7.2.8 Meta da experiência do usuário

Nível de divertimento: 19% acharam pouco divertido, 8% acharam divertido e 73% acharam muito divertido.

Em pergunta aberta um usuário disse sentir raiva por não conseguir ver nada na tela do monitor.

4.7.2.9 Expectativas futuras

Quando perguntados se indicariam a mídia em RA para amigos: 65% disseram que sim. 31% responderam que sim, mas se forem feitas melhorias no protótipo. 4% responderam que não.

Interesse em cursos *online* com o uso da RA: 73% demonstraram interesse em participar, mas desde que o uso da RA esteja adequado aos objetivos da aprendizagem. 19% não querem fazer cursos *online* em nenhuma circunstância. 8% têm interesse em cursos *online*, desde que não utilize a RA.

4.7.3 Interpretação: manutenção cíclica

Neste item será relatado a fase qualitativa, sob o método etnográfico e foi dividida em duas etapas. A primeira determinou alterações de melhorias de uso do protótipo. A segunda recolheu dados relativos às influencias causadas pelas alterações.

Primeira etapa:

Dos seis primeiros questionários e das conversas iniciais por *e-mail*, foi identificado que os voluntários estavam confusos sobre o que deveriam fazer. Relatavam irritação e frustração, por não conseguirem bons resultados. Relatavam os passos que empreendiam para conseguir ver alguma coisa na tela do monitor, mas sem êxito.

Cada situação era analisada dentro do contexto particular de cada usuário/voluntário. Um dos problemas estava relacionado com a iluminação do ambiente que prejudicava o rastreamento do marcador. Outra questão era a intensidade da tinta preta de impressão dos marcadores. Visto que gasta muita tinta, a tendência é que se imprima na forma econômica, assim o preto fica cinza e o marcador não é detectado pela webcam.

Havia relato de falta de sincronia (o tempo de retorno entre a captura do marcador e o aparecimento do objeto modelado na tela não era satisfatório), mas o fato decorria da iluminação e marcadores impressos

com baixa densidade de tinta. Outra questão era o papel de base que estava sendo usado em alguns casos com 70g, quando o ideal seria pelo menos 150g, para a superfície ficar reta. O arquivo em pdf disponibilizado com os quatro marcadores deveria ser impresso no formato A4, mas havia quem estivesse imprimindo no formato A5, o que diminuía o tamanho do marcador e implicava em problemas para o rastreamento.

Nas operações em dupla o ângulo da *webcam* não era suficiente para rastrear os quatro marcadores ao mesmo tempo. Nesse caso, a distância entre a *webcam* e os marcadores tinha que ser aumentada pelos usuários\voluntários, provocando que as cena ficasse pequenas na tela.

A tutoria foi necessária, foram enviadas orientações textuais aos voluntários, por *e-mail*, as mesmas informações foram disponibilizadas no AVA, mas elas não foram suficientes. O sistema precisava ser mais claro, em uma linguagem mais visual do que textual. A solução foi providenciar um tutorial instrucional em *flash* com o passo a passo detalhado do processo, apresentando: desde como chegar à página inicial do AVA, até a demonstração do protótipo funcionando e o momento do preenchimento do questionário.

No arquivo em pdf, contendo os marcadores para impressão, foram acrescentadas novas instruções sobre formato de impressão, tonalidade da tinta e gramatura do papel.

Os marcadores foram reposicionados para melhorar a manipulação por uma única pessoa e em dupla. Foram solucionados problemas de modelagem e da interseção correta de um objeto por outro.

Segunda etapa:

A tutoria com a demonstração encorajou os próximos voluntários, pois eles viram que era possível fazer o protótipo funcionar. Desta forma, as novas respostas aos questionários corresponderam às melhorias que foram feitas. Havia mais satisfação, o grau de divertimento com a tarefa aumentou. A distância entre marcador e webcam passou a demonstrar maior estabilidade, representando que o sistema de rastreamento e exibição das imagens na tela havia melhorado também.

Embora não se tenha feito qualquer alteração nos pictogramas dos marcadores, a avaliação desse quesito, também subiu para 4 e 5, demonstrando que as mudanças de percepção do usuário se refletiam em todo o sistema. O grau de entendimento de como realizar a tarefa aumentou para 4 e 5 após a disponibilização do tutorial.

Os voluntários também estavam se dando conta do problema com a luz e relataram que estavam fazendo a experiências de mudar a intensidade de luz no ambiente. Outra reação foi passarem a dar sugestões para as perguntas abertas, o que não aconteceu inicialmente. Havia sugestões de usar os marcadores de forma fixa, sem manipulação ou prender o marcador em palitos de picolé. Nas observações presenciais, se constatou o momento em que isto era necessário. As dificuldades de manipulação dos marcadores e o desconforto postural aconteciam no trabalho em dupla. Às vezes, a dupla tinha que fazer malabarismos para conseguir realizar as tarefas.

De qualquer maneira, com as primeiras alterações os relatos demonstravam que as tarefas estavam sendo realizadas, tanto individualmente, quanto em dupla.

As respostas passaram a se repetir: relativas à iluminação, ao desconforto do trabalho em dupla e a oclusão dos marcadores.

Houve, também, um relato de mal estar.

Abaixo seguem alguns relatos.

4.7.3.1 Relatos

Usuário A — sim, tudo esta bem de acordo, achei muito interessante fazer este teste. Isso é incrível, se poder ter uma perspectiva tão precisa e o mais inovador: você mesmo pode manipular. Isso poderá facilmente ser usado, por pessoas que tem tipos de deficiências que não restringem as mãos, ou braços. É bem fácil aprender a manipular os marcadores, não senti dificuldade sobre isso.

Usuário B: Acabo de fazer o teste aqui, do meu gabinete na FEC e responder o questionário. Participaram: minha bolsista de IC em RA e um aluno de computação. Achamos bem interessante sua proposta, apesar dos marcadores não terem se apresentado muito estáveis, provavelmente por causa da iluminação. Seguem algumas imagens da experiência (Figura 4.14).

Usuário C: Quando fiz o teste sozinho não senti desconforto, mas quando fiz com ajuda, senti desconforto para manipular os marcadores. No momento, eu estava usando o diedro, casa, e plano.

Não houve nenhuma alteração a partir desse ponto.

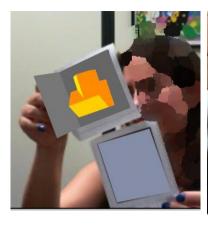




Figura 4.14: Experimentação do usuário B. Pode-se observar a sombrinha para conter a luz sobre os marcadores.

Fonte: Imagem com efeito de distorção. Fornecido pela professora Ana Lúcia N. de C. Harris.

Usuário D: senti tontura, mediante o movimento constante, aumentando e diminuindo de tamanho, tentando fixar em vários pontos da tela ao mesmo tempo, por exemplo: no diedro e na reta, para posicionar a reta no diedro.

Usuário E: Achei desconfortável ter que segurar as peças por muito tempo e consequentemente senti meus braços cansados. Tivemos muita dificuldade para posicionar a casa, essa ficando sempre em ângulo em relação ao diedro horizontal. Toda vez que a casa iria ser posicionada o marcador não aparecia na *webcam* e o elemento 3D sumia. A casa deveria ser reposicionada de modo a facilitar o seu encaixe.

4.7.3.2 Observações diretas: fotos e filmagens

Observação 1: Nestas observações, devido à presença da pesquisadora foram tomadas algumas precauções antecipadas, por exemplo: diminuir a iluminação, fechar a cortina, explicar a distância ideal que o marcador deveria ficar em relação a webcam, demonstrar o uso. O local foi um escritório.

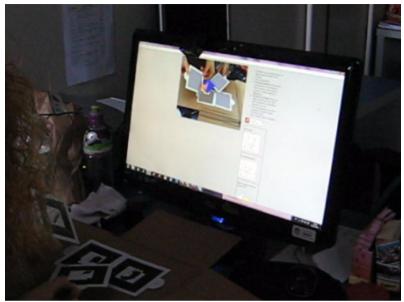


Figura 4.15: Luz apagada e cortinas fechadas. Imagens mais estáveis. Fonte: Acervo da autora.

Inicialmente, foi percebido que a voluntária [A] perdia a noção espacial da conexão entre marcadores e objetos virtuais, mas com a repetição da tarefa o problema foi sanado. Nessa experiência foi possível mudar a *webcam* de lugar e colocá-la em uma posição mais favorável, pois era uma *webcam* externa. A presença da pesquisadora explicando os procedimentos, fez com que a voluntária entendesse o funcionamento mais rapidamente. O domínio da ferramenta tornou-se melhor com a prática.

Desse ponto a pesquisadora se afastou e deixou outra voluntária [B] compor a dupla. A dupla se divertia empolgada, quando conseguiam posicionar bem os objetos reagiam com risos e palavras que demonstravam surpresa pelo êxito na realização da tarefa. Havia compartilhamento do conhecimento, pois a voluntária [A] ensinava a voluntária [B] o que já havia aprendido. A dupla tomou a aprendizagem como uma brincadeira e um desafio.

Uma base de papelão para dois marcadores e cada uma das pessoas segurando um único marcador facilitou na execução das tarefas das voluntárias (Figura 4.16).

O tamanho da janela de apresentação do protótipo, por ser pequena em relação ao tamanho total do monitor, dificultava a visualização, que por sua vez implicava na percepção espacial e ação motora das voluntárias. O fato já havia sido identificado pela pesquisadora nos testes iniciais do protótipo e evidenciou, mais uma vez, a necessidade de dispositivos de comandos, que permitissem ao usuário ajustar a janela ao tamanho total da tela, ou conforme a sua necessidade (Figura 4.16).

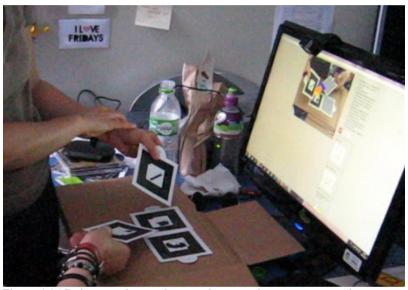


Figura 4.16:Dois marcadores sobre uma base e cada pessoa segurando apenas um marcador. Esta foi uma forma mais estável e menos desconfortante. Fonte: Acervo da pesquisadora.

Observação 2: O voluntário colocava o marcador muito próximo da *webcam* e não tentava afastá-lo, desta forma nada acontecia. Com a pesquisadora presente orientando a tarefa foi realizada. Mas novamente foi necessário apagar a luz para um bom rastreamento dos marcadores.

Observação 3: Foi a melhor performance, a mais rápida. Foi utilizado um IMac e o voluntário tem larga experiência com computador. A tela era de 21 polegadas e a *webcam* correspondeu às expectativas, por se adapta ao ambiente automaticamente. Desta foram, não foi necessário apagar a luz e o ambiente não causou qualquer interferência. Os marcadores e os elementos virtuais ficaram completamente estáveis. Tudo

correu perfeitamente bem e mesmo nas tarefas em dupla não houve problemas, possivelmente devido à composição da dupla que era experiente no uso de computadores. O local foi um escritório de design, onde também havia outras pessoas trabalhando. A adaptação da *webcam* ao ambiente foi um fator preponderante para a estabilidade das imagens.

4.8 SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Para sistematização e facilidade de análise montou-se um quadro com os seis temas de interesse apresentados por Charfi, Dubois e Scapin (2009) e se cruzou com os dados recolhidos durante o estudo de campo.

Quadro 4.4: Relação entre os temas críticos identificados por Charfi, Dubois e Scapin (2009) e situações críticas identificados no trabalho de campo.

Temas críticos identifica-	Dados identificados no estudo de campo
dos por Charfi, Dubois e Scapin (2009)	
Forma de interação	Tátil: Pega dos marcadores e quantidade de marcado-
	res para segurar.
	Visual: Tamanho da janela do protótipo em relação à
	tela do monitor.
	Abertura do ângulo da <i>webcam</i> versus distância entre
	o marcador e <i>webcam</i> .
Meio ambiente	Iluminação, oclusão, ruídos visuais no ambiente cau-
	sando confusão no rastreamento
Qualidade dos dispositivos	Dificuldade de identificação dos elementos em 3D
de exibição	devido à imprecisão do rastreamento. Esforço visual
	e cognitivo.
Fisiologia	Tontura e postura inadequada para conseguir realizar
	as tarefas em dupla.
	Tremores nas mãos.
	Para quem tem problema de miopia e presbiopia e
	usa dois óculos há desconforto.
T. Cl. A	Daltonismo: questão com cores.
Influência da tecnologia na	Poucos relatos de uso de gestos na comunicação. An-
interação social	siedade pela falta de controle sobre o marcador da
	outra pessoa. Na comunicação face a face não houve
D.C. 11 1	ruído de comunicação verbal.
Dificuldades cognitivas	Esforço inicial para entender o sistema por falta de
	demonstração. Falta de indicadores de erros. Falta de
	informações localizadas. Falta de <i>link</i> para o tutorial
	durante a experimentação.

Conclui-se que as informações recolhidas no trabalho de campo são compatíveis com as áreas identificadas por Charfir (2009).

4.9 ANÁLISE SITUADA

Diretrizes para o design de interação são prescrições (uma espécie de receita) do que designers devem usar ou não em projetos. Algumas vezes eles também tomam como referência as regras de usabilidade (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005).

As diretrizes elaboradas neste trabalho serão compostas por avaliações com usuários e, também, pelo cabedal de conhecimentos adquiridos nos capítulos anteriores de fundamentação teórica, que evidenciaram as relações entre o *E-learning*, DI, RA e IHC e a abordagem da Cognição Situada.

As avaliações com usuários tiveram duas fontes: uma o sistema RESIM de Charfir (2009), que em revisão sistemática fez um levantamento criterioso, adaptou seus resultados e disponibilizou na URL http://www.irit.fr/recherches/ELIPSE/resim/. A outra fonte veio da interpretação do estudo de caso etnográfico, por manter a coerência com a Cognição Situada e com os pensamentos de Suchman (2007), em relação à comunicação/interação homem-máquina.

Destaca-se o comentário que foi feito no final do item 2.6, p. 101, sobre a sugestão de Chafir (2009) em relação ao futuro do sistema RE-SIM. O autor tem a expectativa de fazer melhoria na estrutura das recomendações. Para ele deve ser feito o agrupamento das regras de usabilidade em gerais e específicas. Neste sentido, entende-se que, também as diretrizes de design deveriam seguir esse modelo. Entretanto a questão traz uma indagação: como determinar diretrizes gerais para o design de interação de mídia em RA, considerando as especificidades da pesquisa empreendida?

Agrupar as diretrizes de design de interação para RA, em gerais e específicas, torna-se uma tarefa complexa devido à multiplicidade de combinações que podem ser feitas, acarretando na diversidade de variáveis. As variáveis podem modificar a relação do sujeito com o sistema: "Com efeito, a integração de objetos físicos na tarefa e o uso de dispositivos específicos têm uma influência direta sobre a interação" (CHARFI, 2009, p. 25, tradução da autora). De fato, a Cognição Situada, assim como a Teoria Geral de Sistemas, enfatizam a importância das intera-

ções entre os elementos do sistema (BERTALANFFY, 1975, ROBBINS; AYDEDE, 2009, SUCHMAN, 2007).

Para que se esclareça a situação, tomem-se como exemplo as duas configurações A e B a seguir:

- A) uso de mochila, capacete HMD e dispositivo apontador utilizados para atividade de aprendizagem no campo da Geologia e praticada em ambiente externo, uma montanha ou uma praia.
- B) uso de um pequeno dispositivo móvel, um GPS ou um celular, *webcam* incorporada, comandos por toque de tela, a mesma atividade a mesma área e o mesmo ambiente.

A partir desse exemplo, observa-se a ocorrência de variáveis que também poderiam estar na atividade, na área e no ambiente.

A variação implica em um grande desafio para a elaboração das diretrizes. Desta forma, o projeto apresentado no primeiro capítulo, precisou focar em uma única situação para que, do ponto de vista de seu gerenciamento, se tornasse mais fácil e o projeto pudesse ser realizado, pois a gestão de um projeto requer compatibilizar recursos financeiros, humanos e tempo. A complexidade motivou a elaboração dos itens 1.7 e 1.8, escopo e limites para o projeto.

Desta perspectiva, as diretrizes desenvolvidas neste trabalho tiveram como apoio a análise do estudo de caso e o apoio da abordagem situada, que determinou uma estrutura hierárquica composta por: situação global, local e sublocal (BERTALANFFY, 1975, ROBBINS; AYDEDE, 2009, SUCHMAN, 2007).

- A situação global refere-se tanto às circunstâncias em que se deu o projeto, quanto às circunstâncias do ambiente de uso.
- A situação local refere-se à infraestrutura, a mídia e a tecnologia.
- A situação sublocal refere-se ao usuário em relação à tarefa realizada.

As variáveis estão apresentadas no Quadro 4.5.

Quadro 4.5: Elementos que influenciaram nos resultados das interações dos participantes do estudo de caso.

Adaptado de (BERTALANFFY, 1975, ROBBINS; AYDEDE, 2009, SUCHMAN, 2007).

MAN, 2007). Situação/sistema	Elementos	Variáveis	Estudo de caso
-	Liementos	v al la veis	Estudo de Caso
Global – ambiente Código	Circunstâncias de projeto e produ- ção	Equipe de plane- jamento pedagógico e ad- ministrativo, de criação e produ- ção de conteúdos e design. Tudo que envolve o ambiente no qual o processo do DI é concebido	O ideal é a equipe multidisciplinar e o envolvimento do usuário em testes, durante o desenvol- vimento.
	Espaço físico on- de ocorrem as interações	Externo Interno	Interno
	Circunstância	Iluminação Sentado Em pé outros	Variável
	Aplicação	Aprendizagem Medicina outros	Aprendizagem
Local – Tecnologia Código	Hardware, periféricos, dispositivos de apontar e objetos físicos para rastreamento	Grande variedade indo desde composições pesadas para locomover e atreladas ao corpo do usuário, até leves e de mão. Podendo também ser fixa, sem causar peso para o usuário por estar sobre uma mesa.	Sem variação. Exibição: monitor de computador desktop ou notebook. Tátil: uso de marcador impresso em papel 150g
	Software, ambiente digital e tecnologias.	Conjunto de ambiente e objetos com o qual o usuário vai se relacionar. AVA OA	AVA e ferramentas fórum, chat, e-mail. OA. RA Flash PHP HTML

		RA - híbrido Imagem estática ou em movimen- to. Tecnologia: Java Flash, 3D outros	Collada Papervision
Sublocal – usuário Código	Usuário	Quem interage com o sistema. Audiência	Alunos, professores especialistas, de- signers, tutores, coordenação admi- nistrativa e pedagógica
	Tarefa	Tarefas variadas dependendo do tipo de usuário	Dependendo do usuário: desde a manutenção do sis- tema, cadastramento de alunos, postar men- sagens no fórum, atualizar perfil, lei- tura de lição, manipulação de objetos virtuais na resolução de pro- blemas e outros.

Cabe ressaltar, portanto a importância da estrutura resultante do estudo de caso, que evidenciou um sistema homem-mídia-ambiente.

- Homem: é sinônimo aqui, dos sujeitos que interagem com a mídia e que podem ter objetivos diferentes.
- Mídia: tem significado de conjunto de elementos que permitem ocorrer o processo de comunicação, através de um canal, que tem por finalidade compartilhar conhecimento, socialização entre os sujeitos: hardware, software, infraestrutura de rede, tecnologias de produção e outros.
- Ambiente: é tudo aquilo que permeia o sistema homem e mídia e que implica nas interações, mesmo o ambiente de planejamento da mídia.

O estudo de caso também resultou na determinação de especificações de *hard-ware* e *software* e das condições para um arranjo físico e condições ambientais, em que o sistema deve ser operado para obter-se o melhor resultando de uso.

Ficou constatado que este modelo melhora a percepção do usuário em relação ao sistema e estimula o seu uso, bem como, auxilia na melhor postura, quando da execução de tarefas, principalmente no desempenho em dupla. Concluindose que tarefas nestas condições melhoram: a postura, dores, fadiga visual, fadiga cognitiva, tontura e a motivação. Abaixo estão as especificações e o arranjo físico está representado na .

- Forma de exibição (saída): monitor LCD, CRT ou LED.
- Equipamento: computador desktop ou notebook
- Limites: uma ou duas pessoas podem utilizar o sistema ao mesmo tempo.
- Rastreamento (entrada): webcam, incorporada, ou não ao monitor.
- Entidades físicas: marcadores impressos em papel acima de 150g e base rígida para apoio de marcadores.
- Conexão: banda larga de internet.
- Uso de navegador de internet.
- Flash player instalado.
- Uso de AVA Moodle ou outro que suporte padrões de OA.
- Uso de ferramentas de comunicação e colaboração do AVA, para a formação de comunidades de aprendizagem em compartilhamento de conhecimento (p. ex.: fórum).

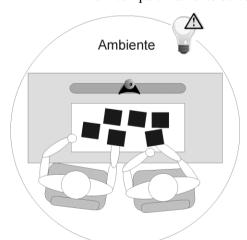


Figura 4.17: Condições para que o sistema seja mais bem percebido pelo usuário e cause o menor problema de postura possível. A luz ambiente deve ser regulada se necessário.

Fonte: Ilustração da pesquisadora.

No Quadro 4.6 estão traçadas as relações entre as seis classes e subclasses estipuladas no RESSIM de Charfir (2009) e as inferências da pesquisadora relativas à melhoria de uso para o protótipo.

Quadro 4.6: Cruzamento de inferências, a partir do estudo de caso com as classes determinadas por Charfir (2009).

Classes	Subclasses	Inferências
Componentes	entidades físicas	 Marcadores no formato 8 X 8 cm. Pictogramas dos marcadores em preto e branco. Pictogramas dispostos, nos marcadores, de forma que: as áreas de preto e branco estejam em disposições e tamanhos diferentes em cada marcador. Desenhar nos marcadores um elemento que facilite a localização das coordenadas x,y,z. Marcadores devem ter local de pega de forma a orientar o usuário e evitar a oclusão. Marcadores devem ser facilmente localizados pelos usuários.
	entidades digi- tais	• Elementos modelados devem estar bem caracterizados na sua forma, sombras e cores.
	adaptadores	Não se aplica ao trabalho de campo.
Representação	linguagem	Linguagem visual. Uso de pictogramas nos marcadores e as entidades digitais em 3D. O que não se aplica ao trabalho de campo:
		não se utilizou de linguagem textual diretamente no protótipo. Não se utilizou recursos de voz, animação ou vídeos.
	ponto de vista	Permitir ao usuário alterar o ponto de vista conforme a sua necessidade.
	dimensão	Permitir ao usuário fazer escolhas de dimensões conforme a necessidade.
	localização	Observar a localização relativa para que se tenha noção apropriada em 3D.

Associação espacial	associação es- pacial de entidades físi- cas.	Projetar corretamente as coordenadas dos eixos X, Y, Z em concordância dos marcadores com os elementos virtuais.
Interação	formas de inte- ração	 Preferencialmente utilizar monitor de tela plana de 17" ou mais. Webcam deve ser do tipo que se adapta automaticamente a luz ambiente ou ter regulagem. Colocar uma entidade digital, como um plano horizontal, sobre o marcador para que na exibição não apareça o pictograma.
Sincronização	relacionadas com sincroni- zação de feedback	 Webcam sensível à luz ambiente, ou que permita a regulagem, pode melhorar a estabilização do feedback (rapidez entre o rastreamento do marcador e o tempo de exibição do elemento visual correspondente na tela). Usuário deve ser orientado a mudar a luz do ambiente caso a experiência não esteja sendo bem sucedida. Usuário deve ser orientado para regular a sensibilidade da webcam no caso de webcam comuns. Usuário deve ser orientado a imprimir o marcador no formato correto e com tinta preta de 80 a 100% de cinza.
A escolha do sistema interati- vo	tipo de sistema interativo a ser desenvolvido	• Não se aplica
Tarefa	Impactos sobre a execução das tarefas.	 Modelar a disposição dos elementos físicos e virtuais de forma que se torne fácil para o usuário cumprir os objetivos. Informar e orientar o usuário a melhor postura para cumprir a tarefa. Fazer testes com usuário para determinar as diretrizes mais específicas relacionadas à diversidade de temas e conteúdos da aprendizagem.

4.10 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo se apresentou os procedimentos metodológicos que permitiram a realização de um estudo de caso etnográfico e, a partir da sistematização e análise de seus resultados fazer inferências para chegar a uma conclusão sobre a estrutura adequada para o desenvolvimento de diretrizes para o design de interação.

Em primeiro momento foi necessário traçar relações entre o conceito de estudo de caso etnográfico e as ideias de Suchman (2007), relativas à observação do comportamento do usuário, para a formulação de um plano das ações, sem recorrer a modelos mentais pré-definidos.

Foi necessário elaborar um método cíclico para o desenvolvimento, testagem, análise e manutenção de um protótipo em RA, bem como um método de análise **situada** para sistematizar os resultados do trabalho de campo.

A análise **situada** permitiu estabelecer uma estrutura em níveis hierárquicos para desenvolver as diretrizes, compreender as características e elementos de cada nível, identificar as variáveis que influenciam nas interações entre os níveis e entre seus elementos.

Também foram estipuladas as condições para o melhor uso do sistema, pois é necessário atender a algumas condições para torná-lo satisfatório, do ponto de vista do usuário.

Além da melhoria técnica da RA em si, o estudo de campo demonstrou que a participação do usuário foi efetiva para se chegar a certas conclusões, p. ex.:, a entender que para a manipulação de vários marcadores é necessário colocá-los em uma base de apoio e em uma organização que reflita os elementos virtuais, liberando, desta maneira, uma das mãos para dar auxílio em outras tarefas. Por outro lado concluiu-se que nestas condições é aconselhável que participem não mais que duas pessoas. Ressalta-se ainda que a base utilizada pelas voluntárias durante o teste do protótipo, tratava-se de uma caixa de papelão aberta, um artefato que estava no escritório, o que demonstra que, conforme Hutchins (n.d.) o conhecimento esta distribuído no ambiente (HUTCHINS, 2012).

Os resultados do procedimento metodológico levaram ao desenvolvimento das diretrizes apresentadas no próximo capítulo.

Página em branco

5 DIRETRIZES

Este capítulo apresenta as diretrizes que foram declaradas como objetivo geral desta pesquisa, ou seja: "desenvolver diretrizes para o design de interação da RA sob a abordagem da Cognição Situada, considerando a sua aplicação específica na aprendizagem colaborativa online".

Estas diretrizes devem ser utilizadas, portanto, para casos de *Elearning*. Poderão ser aplicadas pelos designers gráficos, web designers e designers de mídia envolvidos em um projeto de DI. Servirá como um guia para o design de interação de mídia, para aprendizagem colaborativa *online* com o uso de AVA. OA e RA.

5.1 DIRETRIZES GLOBAIS

Diretriz 1: Relativa ao DI – Participar do planejamento do design instrucional, desde o início.

Objetivo: Fazer parte da equipe multidisciplinar. Dar apoio ao planejamento como um consultor, analisando, sugerindo melhorias e articulando os processos através de métodos do design e técnicas criativas. Antecipar-se aos problemas de design para evitar retrabalho, devido à falta de comunicação entre os *Stakeholder*. Manter a consistência do projeto das mídias com as especificações, requisitos e conceitos do DI.

Diretriz 2: Relativa à etapa de **design** - Conhecer as estratégias de ensino/aprendizagem estipuladas pelos pedagogos e peritos das disciplinas. Objetivo: Manter a consistência do projeto das mídias com as estratégias de ensino aprendizagem, bem como escolher *hardware* e *software* que já tenham incorporadas as funcionalidades necessárias à realização das tarefas planejadas para os usuários (p. ex.: *Flartoolkit*).

Diretriz 3 – Identificar o espaço onde a tarefa será realizada, se externamente ou internamente, se em casa ou escritório, ou outros.

Objetivo: Conhecer as implicações do ambiente para a realização da tarefa e decidir por uma configuração adequada, que facilite realizar as tarefas no espaço escolhido.

Diretriz 4: Conhecer a audiência do curso ou disciplina e os usuários que irão interagir com a mídia.

Objetivo: Centrar o design nos usuários.

Diretriz 5 – Informar sobre a possibilidade de regular a *webcam* para contornar problemas com a iluminação do ambiente.

Objetivo: Minimizar problemas de luz direta sobre os marcadores, que causa interferência no sistema de rastreamento e exibição.

Diretriz 6 – Determinar uma configuração física adequada para a realização de tarefas individuais e em dupla.

Objetivo: Possibilitar maior conforto ao usuário na realização das tarefas.

Diretriz 7 – Conhecer as especificidades da área de aplicação. Objetivo: Contextualizar a mídia.

5.2 DIRETRIZES LOCAIS

Diretriz 1 – Na escolha da mídia 2D, inspecionar e fazer testes com usuários, para verificar se atendem às normas de usabilidade para *Web*. Ver item 2.5.4, p. 98.

Objetivo: Escolha de um AVA compatível com o design centrado no usuário⁴⁶.

Diretriz 4 - Deve prevalecer a preferência do usuário por uma determinada mídia, diante de uma tarefa.

Objetivo: Facilitar a aceitação da mídia pelo usuário.

Diretriz 4.1- Escolher um AVA que permita a incorporação de OA 2D e 3D, para tanto verificar suas especificações e funcionalidades, por exemplo: se suporta a importação de OA padronizado - SCORM.

Objetivo: Padronização.

Diretriz 4.2 – Escolher um AVA que agregue ferramentas de comunicação, coordenação, produção e repositório de OA e outros documentos digitais. Objetivo: permitir a formação de comunidade de prática (colaboração) e a distribuição de conteúdos.

Diretriz 4.3 – Desenvolver o OA segundo o paradigma da orientação a objeto e dentro dos padrões IMS, SCORM e IEEE-LOM.

Objetivo: Permitir a uniformização da produção e readaptação a outras situações de aprendizagem, ou seja, permitir a modularidade, interoperabilidade e recuperação⁴⁷.

⁴⁷ Recomenda-se a leitura da tese de Macedo (2010): MACEDO, Claudia Mara Scudelari de. Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis. 272 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2010. Disponível em: http://www.tede.ufsc.br/teses/PEGC0167-T.pdf (nota da pesquisadora).

⁴⁶ Recomenda-se o sistema ErgoList em http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/. A leitura das regras de usabilidade de Shneiderman (2003), *Research-Based Web Design & Usability Guidelines* em: http://pt.scribd.com/doc/3700901/Communication-Technologies-ResearchBased-Web-Design-Usability-Guidelines.

Diretriz 4.4 – Conectar o OA às ferramentas de colaboração do AVA. Objetivo: A qualquer momento compartilhar conhecimento com outros usuários.

Diretriz 4.5 – Informar ao aluno sobre o seu progresso no processo de aprendizagem.

Objetivo: Dar conhecimento de como o aluno está progredindo nos módulos, lições e atividades de resolução de problemas. Tarefas individuais e compartilhadas

Diretriz 4.5: Prevalecer a tecnologia que permita, do ponto de vista do usuário, realizar as tarefas com facilidade de uso (p. ex.: *Java, flash, silverlight, PHP, RV, RA e outras*).

Diretriz 5 – Disponibilizar instruções de uso em todas as mídias, se possível com tutoriais instrucionais em *flash* ou vídeo.

Objetivo: Permitir ao usuário se informar sobre os recursos e forma de usar o sistema.

Diretriz 4 – Disponibilizar instruções mais localizadas em todas as mídias. Objetivo: Permitir ao usuário recordar instruções durante tarefas localizadas.

Diretriz 5 - Consistência entre as mídias.

Objetivo: permitir que o usuário faça associação entre as mídias, para não perder a noção de que se encontra em um único ambiente.

Diretriz 6 – Clareza nas informações.

Objetivo: Permitir que o usuário compreenda com facilidade as instruções.

5.3 DIRETRIZES SUBLOCAIS

Diretriz 1 - Na escolher do *software* proprietário da RA conhecer as suas funcionalidades

Objetivo: Verificar se o *software* permite a realização das tarefas programadas para os usuários.

Diretriz 2 - Na escolha das entidades físicas, conhecer quais são suportadas pelo *software* proprietário da RA.

Objetivo: Decidir o tipo de entidade física.

Diretriz 3 - No caso de uso de marcadores impressos em papel conhecer os padrões exigidos pelo *software* proprietário da RA.

Objetivo: projetar apropriadamente formato, cor, intensidade de tinta, tamanho, posição e desenho de pictogramas e formas de localização rápida das coordenadas relativas às entidades digitais. Evitar problemas com rastreamento e sincronia.

Diretriz 4 - Marcadores impressos em papel com pega.

Objetivo: Orientar o usuário na forma de pegar o marcador, evitar a oclusão e incômodos nas mãos ou punho.

Diretriz 5 - Entidades digitais bem caracterizadas. Simples, mas com uso de sombras para facilitar a noção de planos na cena e profundidade. No caso do tipo de aplicação na medicina, buscar desenhos o mais realístico possível.

Objetivo: Facilitar a rápida compreensão da cena e seus elementos.

Diretriz 6 - O sistema deve permitir ao usuário adaptar o ponto de vista da cena exibida.

Objetivo: Facilitar o uso e inibir cansaço visual.

Diretriz 7 - O sistema deve permitir ao usuário alternar as formas de visualização da cena. Por exemplo: em tela cheia.

Objetivo: Facilitar o uso e inibir o cansaço visual.

Diretriz 8 - Programar as coordenadas X, Y, Z dos marcadores em relação à posição esperada das entidades digitais.

Objetivo: Facilitar a realização das tarefas.

Diretriz 9 - A posição relativa entre as entidades digitais deve estabelecer uma noção apropriada em 3D.

Objetivo: Percepção apropriada da relação entre os elementos em primeiro plano, segundo plano etc.

Diretriz 10 - Colocar um elemento digital sobre a imagem do marcador. Uma capa neutra.

Objetivo: Evitar a poluição visual da cena no dispositivo de exibição.

Diretriz 11 - Informar ao usuário as especificidades do sistema e especificações de *hardware* e *software*.

Objetivo: Facilitar o uso do sistema.

Diretriz 12 - Informar e orientar o usuário da melhor postura e arranjo físico para cumprir a tarefa.

Objetivo: Evitar dores e desconforto.

Diretriz 13 - Dependendo do público alvo e da atividade o sistema pode ter um caráter lúdico, ou mesmo utilizar características de jogos.

Objetivo: Manter a atenção, proporcionar uma atividade divertida e motivadora.

5.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas as diretrizes desenvolvidas a partir de uma estrutura hierarquicamente situada, em diretrizes globais, locais e sublocais. As diretrizes globais compreendem o ambiente e toda a contingência que permeiam a interação do usuário com a mídia. Locais, estão focadas na mídia e na tecnologia e sublocais, focadas no usuário e na realização de tarefas.

Página em branco

6 CONCLUSÃO

No capítulo 1 desta pesquisa se apresentou o projeto de tese de doutorado, cujo tema é facilitar a relação do usuário com a RA em uma situação especial de aprendizagem colaborativa *online*. A RA ainda apresenta muitos desafios para a sua aplicação e, por este motivo, se propôs dar apoio aos designers, que trabalham nas equipes de DI, oferecendo diretrizes para o design de interação.

No capítulo 2 se apresentou o processo do DI e se localizou a etapa de design, uma fase do processo onde se situa a concepção das mídias. Em seguida, se apresentou o conceito de mídia do conhecimento e os tipos de ambientes que permitem aprender em colaboração na *Web*. Na sequência, se explanou sobre os fundamentos teóricos da RA e do design de interação.

Foram delineados os principais aspectos que evidenciam a necessidade de desenvolver diretrizes específicas para o design de interação da RA, em situação de aprendizagem colaborativa *online*.

No capítulo 3 se apresentou: breve histórico e conceitos da Ciência Cognitiva, a corrente da Cognição Situada e os principais teóricos da TCS. De maneira fundamentada, foi evidenciada a convergência entre a TCS e os principais conceitos que compuseram a fundamentação teórica dos capítulos anteriores. Foi argumentado em favor da TCS e suas razões justificadas como linha de pensamento para este trabalho.

No capítulo 4, foi apresentado o procedimento metodológico para o trabalho de campo. Decidiu-se pelo estudo de caso etnográfico por sua compatibilidade com a TCS e se traçaram dois caminhos para o desenvolvimento das diretrizes: os estudos de Charfir (2009) e os resultados dos testes com usuários feitos a partir de um protótipo em RA. Ao final, ficou entendido que, para tornar um sistema de RA satisfatório, são necessárias diretrizes globais, locais e soblocais, pois a RA tem a característica de ser influenciada pelo ambiente em que ocorrem as interações (homem-mídia-ambiente).

O estudo de caso etnográfico e a TCS, como condutores do processo e a dinâmica cíclica, foram importantes para permitir elaborar as diretrizes. A cognição-ação, acontecendo de forma não prevista e em interação com o ambiente, demonstrou que a participação do usuário no ambiente natural traz benefícios para o design de interação.

O trabalho partiu do pressuposto que a Teoria da Cognição Situada poderia contribuir para o desenvolvimento das diretrizes. Conclui-se afirmativamente sobre a sua contribuição ao respondendo à pergunta de pesquisa: "Como a Cognição Situada pode apoiar o desenvolvimento de diretrizes para o design de interação da RA em situação de aprendizagem colaborativa *online*?". A TCS contribuiu na medida em que: orientou o desenvolvimento de um método para o design de interação de um protótipo em RA; permitiu um método cíclico de teste com usuários; orientou na análise situada dos resultados; permitiu estruturar as diretrizes em globais, locais e sublocais oferecendo um caminho de análise e inferências a partir de resultados sistematizados e finalmente desenvolver as diretrizes situando as interações no ambiente onde os usuários realizam as tarefas de aprendizagem.

O objetivo geral: "Desenvolver diretrizes para o design de interação da RA, considerando a aprendizagem colaborativa *online*", foi atingido, pois ao final do trabalho as diretrizes foram desenvolvidas e permeadas pelo pensamento da Cognição Situada. Os objetivos específicos:

- "Identificar os pontos de compatibilidade entre a Cognição Situada e os conceitos relacionados com o design de interação para RA, em contexto de aprendizagem *online*. Este objetivo foi atingido, conforme pode ser verificado no capítulo 3, item 3.3, p. 123, pois se fez uma análise e relacionou os vários aspectos de compatibilidade entre conceitos da fundamentação teórica e a Cognição Situada.
- "Desenvolver um processo que possibilite elaborar o design de interação a partir dos pressupostos da Cognição Situada". Considera-se este objetivo atingido, conforme demonstrado no capítulo 4, item 4.1e representado na Figura 4.1.
- "Desenvolver um protótipo de mídia em RA para teste com usuário". Também se considera este objetivo atingido, conforme relatado no capítulo 4, item 4.6, p. 148.

Ressalta-se que as conclusões relatadas ao final de cada capítulo aprofundam as explicações acima. Aqui foram apenas apresentadas a síntese das conclusões de cada capítulo.

6.1 PERSPECTIVAS

O projeto WebGD " tem como meta desenvolver e disponibilizar material didático sobre representação gráfica que seja acessível a um maior número de pessoas, incluindo-se deficientes auditivos e visuais" (WEBGD, 2012). Este projeto está sendo desenvolvido por um grupo de pesquisadores da UFSC, professores orientadores, alunos de doutorado, mestrado e bolsistas de graduação. O projeto pode ser acessado em: http://www.webgd.ufsc.br/ (Figura 6.1). Esta pesquisa de tese está atrelada a esse projeto, que em seu escopo já conta com diversas determinações, tais como: o uso do *Moodle* como AVA; a colaboração (com base nas comunidades de prática), uma abordagem teórica norteadora baseadas na Cognição Situada e a acessibilidade.



Figura 6.1: Tela inicial do projeto WEBGD.

Fonte: http://www.webgd.ufsc.br/

Desta forma, para atender ao projeto WEBGD, está sendo desenvolvido um projeto de OA em 2D, conforme conceitos, aspectos técnicos e padrões para OA (assunto fundamentado no Capítulo 2). O OA em 2D deve permitir ser instalado no *Moodle*.

A estratégia é executar o protótipo em RA, a partir do OA em 2D e este, por sua vez, dentro do *moodle*.

O OA em 2D se encontra em fase de modelagem e passará por refinamentos. O *mockup* esta sendo realizado com o *software Pencil*, um

projeto *open source*⁴⁸. A Figura 6.2 apresenta duas *Print screen* do *mockup* do OA em 2D.

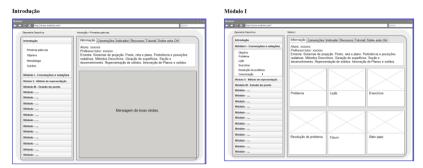


Figura 6.2: Telas do Objeto de Aprendizagem 2D. *Mockup*. Fonte: Ilustração da autora.

As diretrizes apresentadas neste trabalho servirão de base para o desenvolvimento do OA em RA que será incorporado ao OA em 2D. Para tanto, suas características seguirão as determinações do DI do projeto WEBGD e demais requisitos de implementação técnica.

A mídia resultante abordará a disciplina de GD. O OA em 2D tem um composto de requisitos conformados pelas estratégias pedagógicas e de design de interação, por exemplo: manter a estrutura dentro do paradigma orientado a objeto, apresentar conteúdos como unidades e lições, resolução de problema em colaboração, informações sobre a evolução da aprendizagem do aluno, tutoria por agente inteligente, avaliação dentre outros.

Quanto ao OA em RA, está previsto que ofereça mais algumas funcionalidades: além de uma reta poder atravessar um plano, a projeção dessa reta deve ser visualizada nos planos de projeção. A experiência do usuário, proporcionar diversão. O produto final está recomendado nas sugestões para futuros trabalho.

⁴⁸ O *Pencil* pode ser encontrado em: http://pencil.evolus.vn/en-US/Home.aspx (nota da pesquisadora).

6.2 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro sugere-se:

- Validar as diretrizes.
- Desenvolver as diretrizes para acessibilidade.
- Desenvolver um OA em 2D, que comporte o protótipo em RA.
- Completar o ciclo de vida do desenvolvimento do protótipo até a sua versão final.
- Propor diretrizes para outras áreas.
- Propor diretrizes para outras configurações de dispositivos (p. ex.: *tablets*).
- Desenvolver um sistema remoto distribuído para colaboração na Web CSCW.
- Em frente à rapidez em que se sucedem as mudanças tecnológicas, fazer atualizações constantes das diretrizes a partir da sua publicação na web, por meio de um sistema que possibilite formar uma comunidade de prática que contribua para a atualização constante das diretrizes.

Página em branco

REFERÊNCIAS

AASTERUD, D. Using Augmented Reality and Tangible User Interfaces in a primary school learning situation, 2010. Dissertação de Mestrado, Department of Computer Science and Media Technology - Gjøvik University College, Gjøvik, 2010.

ABRAHÃO, M.H.M.B. **Professores e alunos: aprendizagens significativas em comunidades de prática educativa**, EDIPUCRS,2008.Disponível em: http://books.google.com/books?id=533V-nB6EGEC&pgis=1. Acesso em: 5 Feb. 2012.

ACM SIGCHI. **HCI Bibliography: Human-Computer Interaction Resources**. Disponível em: http://hcibib.org/. Acesso em: 15 Jan. 2012.

AMBROSE, G.; HARRIS, P. **Design thinking**, Porto Alegre: Bookman, 2011.

ANDERSON, T. Toward a Theory of Online Learning. In T. Anderson, F. Elloumi, EDS. 2004, **Theory and Practice of Online Learning**. Canada: Athabasca University, 2004.Disponível em:

http://cde.athabascau.ca/online_book/. Acesso em: 25 Jan. 2012.

ANDRE, M.E.D.A. DE. **Etnografia da prática escolar**, Papirus Editora,2000.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=diKQ9ff20oQC&pgis=1. Acesso em: 11 Feb. 2012.

ARETIO, L.G. TIC en la Universidad: Los objetos de aprendizaje. In B. Martínez Mut, ED. 2005, **El Espacio Europeo de Educación Superior**. Valência: Universidade Politécnica de Valencia, 2005. pp. 154-162.

ARISE. **ARISE: HOME**.Disponível em: http://www.arise-project.org/index.php?id=35. Acesso em: 25 Jan. 2012.

ARTAG. artag.Disponível em: http://www.artag.net/. Acesso em: 10 Jan. 2012.

ARTOOLKIT. artoolkit home page. Disponível em:

http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/. Acesso em: 10 Jan. 2012.

ARTOOLWORKS. **Welcome to ARToolworks**. Disponível em: http://www.artoolworks.com/. Acesso em: 10 Jan. 2012.

AZUMA, R. et al. Recent advances in augmented reality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, 2001, v. 21, n. 6, pp. 34-47. Disponível em:

http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=963459. Acesso em: 8 Jul. 2011.

AZUMA, R.T. A Survey of Augmented Reality. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, 1997, v. 6, n. 4, pp. 355 - 385.Disponível em: http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf. Acesso em: 1 Jan. 2011.

BALOG, A.; PRIBEANU, C.; IORDACHE, D. Augmented Reality in Schools: Preliminary Evaluation Results from a Summer School. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, 2007, pp. 114-117. Disponível em: http://www.waset.org/journals/waset/v30/v30-21.pdf. Acesso em: 27 Jan. 2012.

BARRITT, C.; ALDERMAN, F.L. Creating a reusable learning objects strategy: leveraging information and ..., John Wiley and Sons, 2004. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=zd_nGa8MdpcC&pgis=1. Acesso em: 3 May 2011.

BASTIEN, J.M.C.; SCAPIN, D.L. **Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces**,1993.Disponível em: http://hal.inria.fr/inria-00070012/en/. Acesso em: 28 Jan. 2011.

BATES, T. Charting the Evolution of Lifelong Learning and Distance Higher Education: The Role of Research. In C. McIntosh, ED. 2005, **Lifelong Learning & Distance Higher Education. Perspectives on Distance Education**. Paris: Unesco, 2005. pp. 133-150.Disponível em: http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001412/141218e.pdf. Acesso em: 27 Jan. 2011.

BEER, R.D. The Dynamics of Brain–Body–Environment Systems: A StatusReport. In P. Calvo, A. Gomila, EDS. 2008, **Handbook of Cognitive Science: An Embodied Approach**. Amsterdam: Elsevier, 2008. pp. 99-120.

BEHRINGER, R.; KLINKER, G.; MIZELL, D.W. Placing artificial objects in real scenes. In 1999, **Proceedings of the international workshop on Augmented reality**. 1999.Disponível em:

http://portal.acm.org/citation.cfm?id=322690. Acesso em: 9 Apr. 2011.

BELLONI, M.L. **O que é mídia-educação**, Campinas: Autores Associados, 2005.

BERMÚDEZ, J.L. **Cognitive Science: An Introduction to the Science of the Mind**, Cambridge University Press,2010.Disponível em: http://books.google.com/books?id=VOxjPmAmX4gC&pgis=1. Acesso em: 28 Apr. 2011.

BERTALANFFY, L. VON. **Teoria geral dos sistemas**, Vozes, 1975. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=gaGAHAAACAAJ&pgis=1. Acesso em: 5 Jan. 2012.

BIMBER, O.; RASKAR, R. **Spatial Augmented Reality: merging real and virtual worlds**, Wellesley: A K Peters - Ltd,2004.

BISANTZ, A.M.; OCKERMAN, J.J. Lessons From a Focus on Artefacts and Implicit Theories: Case Studies in Analysis and Design. In E. Hollnagel, ED. 2003, **HANDBOOK OF COGNITIVE TASK DESIGN**. New Jersey: LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, 2003.

BLACKMORE, C. Social Learning Systems and Communities of Practice (Google eBook), Springer,2010.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=d3h458HXdvgC&pgis=1. Acesso em: 5 Feb. 2012.

BLENDER. **blender.org - Home**.Disponível em: http://www.blender.org/. Acesso em: 18 Jan. 2012.

BLUM, J.R.; BOUCHARD, M.; COOPERSTOCK, J.R. What's around me? Spatialized audio augmented reality for blind users with a smartphone. In VIII, 2011, Eighth Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems:Computing, Networking and Services (MobiQuitous 2011). Copenhag, 2011.Disponível em: http://www.cim.mcgill.ca/sre/publications/2011-MOBIQUITOUS.pdf. Accesso em: 12 Jan. 2012.

BORGES, C.; DESBIENS, J.-F. Saber, formar e intervir para uma educação física em mudança, Campinas: Autores Associados, 2005.

BRAGA, M.C.G.; PEREIRA, A.T.C. Estratégia on-line para capacitação de professores em aprendizagem por meio das HQs: abordagem centrada na educação através do design (EdaDe), 2007. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2007. Disponível em: http://tede.ufsc.br/teses/PEGC0012.pdf. Acesso em: 2 Jan. 2010.

BROLL, W. et al. An infrastructure for realizing custom-tailored augmented reality user interfaces. **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, 2005, v. 11, n. 6, pp. 722-33.Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1512022. Acesso em: 9 Apr. 2011.

BROLL, W. et al. ARTHUR: A Collaborative Augmented Environment for Architectural Design and Urban Planning. **Journal of Virtual Reality and**

Broadcasting, 2004, v. 1, n. 1,.Disponível em:

http://www.jvrb.org/articles/34. Acesso em: 18 Jan. 2012.

BRUSILOVSKY, P. KnowledgeTree. In 2004, **Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters - WWW Alt. '04**. New York, New York, USA: ACM Press, 2004. p. 104.Disponível em:

http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1013367.1013386. Acesso em: 22 Dec. 2010.

BUCKINGHAM, D. **Media education: literacy, learning, and contemporary culture**, Wiley-Blackwell,2003.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=mGOxvIdkTscC&pgis=1. Acesso em: 28 Apr. 2011.

BURDEA, G.; COIFFET, P. Virtual reality technology, Volume 1, Wiley-IEEE, 2003. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=0xWgPZbcz4AC&pgis=1. Acesso em: 17 Apr. 2011.

BYRNE, C. Water on Tap: The use of virtual reality as education tool, 1996. University of Washington, 1996.

CANTONI, R.C.A. **Realidade Virtual: uma história de imersão interativa**, 2001. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Comunicação e Semiótica, PUC-SP, São Paulo, 2001.

CAPRA, F. As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável, São Paulo: Cultrix,2002.

CARMIGNIANI, J.; FURHT, B. Augmented Reality: An Overview. In 2011, **Handbook of Augmented Reality**. New York: Springer, 2011.

CAUDELL, T.P.; MIZELL, D.W. Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In 1992, **Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences**. Kauai: IEEE Comput. Soc. Press, 1992. v. 2. pp. 659-669. Disponível em:

http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=183317. Acesso em: 1 Jul. 2010.

CAUDILL, M.A. Controle a dor antes que ela assuma o controle, Grupo Editorial Summus,1998.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=KwBTvm0fWAEC&pgis=1. Acesso em: 27 Jan. 2011.

- CHANG, C.-W. et al. Improving the authentic learning experience by integrating robots into the mixed-reality environment. **Computers & Education**, Elsevier Ltd, 2010, v. 55, n. 4, pp. 1572-1578.Disponível em: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131510001831. Acesso em: 12 Apr. 2011.
- CHARFI, S. Conception et Evaluation des Systèmes Interactifs Mixtes selon une Approche Centrée Utilisateur, 2009. 324 f. Tese, l'Université Toulouse. Ecole Doctorale Mathématiques, Informatique, Télécommunications de Toulouse, Toulouse, 2009.Disponível em: http://www.risc.cnrs.fr/Theses_pdf/2009_Charfi.pdf. .
- CHARFI, S.; DUBOIS, E.; SCAPIN, D.L. Usability recommendations in the design of mixed interactive systems. In 2009, **Proceedings of the 1st ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems EICS '09**. New York, New York, USA: ACM Press, 2009. p. 231.Disponível em:

http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1570433.1570475. Acesso em: 28 Jan. 2011.

- CHE, R. et al. Design A Situated Learning Environment Using Mixed Reality Technology A Case Study. **Engineering and Technology**, 2010, pp. 887-892.Disponível em: http://www.waset.org/journals/waset/v71/v71-156.pdf. Acesso em: 13 Jan. 2011.
- CHEN, R.; WANG, X. An Empirical Study on Tangible Augmented Reality Learning Space for Design Skill Transfer. **Tsinghua Science & Technology**, 2008a, v. 13, pp. 13-18.Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/S1007-0214(08)70120-2. Acesso em: 13 Jan. 2011.
- CHEN, R.; WANG, X. Conceptualizing Tangible Augmented Reality Systems for Design Learning. In J. S. Gero, A. K. Goel, EDS. 2008b, **Design Computing and Cognition '08**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2008. pp. 697-712-712. Disponível em:

http://www.springerlink.com/content/u24523n724m1268v/. Acesso em: 3 May 2011.

- CLANCEY, W.J. Scientific Antecedents of Situated Cognition. In P. Robbins, M. Aydede, EDS. 2008, **Cambridge Handbook of Situated Cognition**. New York: Cambridge University Press, 2008. pp. 11-34.
- CLANCEY, W.J. **Situated cognition: on human knowledge and computer representations**, Cambridge University Press,1997.Disponível em: http://books.google.com/books?id=H4KAEhUMnkgC&pgis=1. Acesso em: 3 Feb. 2012.

COOKE, N.J.; DURSO, F. Stories of modern technology failures and cognitive engineering successes, Boca Raton: Taylor & Francis Group,2008.

CORDEIRO, J. et al. Measuring the Usability of Augmented Reality e-Learning Systems: A User–Centered Evaluation Approach. In J. Cordeiro et al., EDS. 2009, **Software and Data Technolgoies**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. v. 47. pp. 175-186.Disponível em: http://www.springerlink.com/content/h9m48g503g1457uh/fulltext.pdf. Acesso em: 27 Jan. 2011.

CRAIG, A.B.; SHERMAN, W.R.; WILL, J.D. **Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design**, Morgan Kaufmann, 2009. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=2P91gPYr5KkC&pgis=1. Acesso em: 17 Apr. 2011.

CRESCENZIO, F. DE et al. Augmented Reality for Aircraft Maintenance Training and Operations Support. **IEEE Computer Graphics and Applications**, 2011, v. 31, n. 1, pp. 96-101.Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=5675633. Acesso em: 7 Jan. 2012.

CSCW. Aprendizagem colaborativa suportada por computador (CS-CL). Disponível em: http://www.minerva.uevora.pt/cscl/. Acesso em: 3 May 2011.

CWA PORTAL. **CWA Portal - About CWA**.Disponível em: http://projects.ischool.washington.edu/chii/portal/about_cwa.html. Acesso em: 14 Aug. 2011.

CYBIS, W.; BETIOL, A.H.; FAUST, R. Ergonomia e usabilidade: Conhecimentos, métodos e aplicações, São Paulo: Novatec Editora, 2007.

EPPLER, M.J.; SEIFRIED, P.M.; RÖPNACK, A. Improving knowledge intensive processes through an enterprise knowledge medium. In 1999, **Proceedings of the 1999 ACM SIGCPR conference on Computer personnel research - SIGCPR '99**. New York, New York, USA: ACM Press, 1999. pp. 222-230.Disponível em:

http://portal.acm.org/citation.cfm?id=299513.299686. Acesso em: 28 Apr. 2011.

FELTES, H.P.D.M.; MACEDO, A.C.P.D.; FARIAS, E.M.P. COGNIÇAO E LINGUISTICA: EXPLORANDO TERRITORIOS, MAPEAMENTOS E PERCURSOS, EDIPUCRS,n.d.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=HQwpJqjoZKcC&pgis=1. Acesso em: 1 May 2011.

FERREIRA, A.B.D.H. Novo Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.0, POSITIVO INFORMÁTICA LTDA,2004.

FIALHO, F. CIENCIAS DA COGNIÇAO, Florianópolis: Insular,2001.

FILATRO, A. **Design instrucional contextualizado: educação e tecnologia**, São Paulo: Editora Senac,2004.

FILIPPO, D. et al. Ambientes Colaborativos de Realidade Virtual e Aumentada. In C. Kirner, R. Siscoutto, EDS. 2007, **Realidade Virtual e Aumentada - Conceitos, Projeto e Aplicações**. Porto Alegre: Editora SBC–Sociedade Brasileira de Computação, 2007. pp. 168-191.

FLARMANAGER. **FLARManager: Augmented Reality in Flash** | **transmote speaks...**Disponível em:

http://words.transmote.com/wp/flarmanager/. Acesso em: 10 Jan. 2012.

FLARTOOLKIT. **saqoosha/FLARToolKit/en - Spark project**.Disponível em: http://www.libspark.org/wiki/saqoosha/FLARToolKit/en. Acesso em: 10 Jan. 2012.

FONSECA, J.D. Autopoiesis: Uma Introducao As Ideias de Maturana E Varela, Joao Fonseca, 2008. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=gawpiIX55_YC&pgis=1. Acesso em: 1 May 2011.

FORTE, C.E. et al. Hipermídia e Multimídia - Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Software Educacional para Aprendizagem de Datilologia. *Anais SULCOMP*. Disponível em:

http://periodicos.unesc.net/index.php/sulcomp/article/view/251. Acesso em: 12 Jan. 2012.

FRIEDENBERG, J.; SILVERMAN, G. Cognitive science: an introduction to the study of mind, California: SAGE,2006.Disponível em: http://books.google.com/books?id=wGti6_4Qn_QC&printsec=frontcover&dq=Cognitive+science:+an+introduction+to+the+study+of+mind&hl=pt-BR&ei=hQkeTp6qNNSrsALf-

N2jCA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCkQ6AEw AA#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 13 Jul. 2011.

FUA, P.; LEPETIT, V. Vision Based 3D Tracking and Pose Estimation for Mixed Reality. In M. Haller, M. Billinghurst, B. H. Thomas, EDS. 2007, **Emerging technologies of augmented reality: interfaces and design**. Idea Group Inc (IGI), 2007. p. 399.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=WXHCyfEBx7QC&pgis=1. Acesso em: 16 Apr. 2011.

GABBARD, J.L. Usability Design and Evaluation Guidelines for Augmented Reality (AR) Systems: Joe Gabbard. Disponível em:

http://www.sv.vt.edu/classes/ESM4714/Student_Proj/class00/gabbard/index .html. Acesso em: 10 Feb. 2012.

GARBIN, T.R. Ambientes de comunicação alternativos com base na realidade aumentada para crianças com paralisia cerebral: uma proposta de currículo em ação, 2008. Tese, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

GARDNER, H. A nova ciência da mente: uma história da revolução cognitiva, EdUSP,2003.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=HTj4CUAy5qoC&pgis=1. Acesso em: 23 Apr. 2011.

GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social, São Paulo: Atlas,1999.

GRAU, O. **Arte virtual: da ilusão a imersão**, São Paulo: Unesp e SE-NAC,2007.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=MuqTmCSH3tgC&pgis=1. Acesso em: 27 Jan. 2011.

GROUP, N. Nielsen Norman Group: usability consulting, training & warp; user research reports. Disponível em: http://www.nngroup.com/. Acesso em: 15 Jan. 2012.

GRÜTTER, R. Knowledge media in healthcare: opportunities and challenges, Idea Group Inc (IGI),2002.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=U32ex75XhOAC&pgis=1. Acesso em: 28 Apr. 2011.

HIPERLAB. Ambiente Virtual de Aprendizagem em Arquitetura e Design. Disponível em:

http://www.avaad.ufsc.br/hiperlab/avaad/moodle/prelogin/. Acesso em: 2 Feb. 2011.

HOLLNAGEL, E. COGNITION AS CONTROL: A PRAGMATIC APPROACH TO THE MODELLING OF JOINT COGNITIVE SYSTEMS. **IEEE**, 2002. Disponível em:

http://www.ida.liu.se/~eriho/images/IEEE_SMC_Cognition_as_control.pdf. Acesso em: 13 Feb. 2012.

HUTCHINS, E. **Studying Cognition in the Wild**. Disponível em: http://hci.ucsd.edu/hutchins/. Acesso em: 7 Feb. 2012.

IMMERSION, T. Augmented Reality Software and Solutions by Total Immersion | Augmenting Your Reality. Disponível em: http://www.t-immersion.com/. Acesso em: 10 Jan. 2012.

ITIRO, I. **ERGONOMIA - PROJETO E PRODUÇAO**, EDGARD BLU-CHER,2005. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=uV2FAAAACAAJ&pgis=1. Acesso em: 14 Jan. 2012.

JING, C. et al. Navigating System for Endoscopic Sinus Surgery Based on Augmented Reality. In 2007, **2007 IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering**. IEEE, 2007. pp. 185-188.Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4381718. Acesso em: 7 Jan. 2012.

JOHNSON, L. et al. **The 2010 Horizon Report**, Austin: The New Media Consortium.,2010.Disponível em: http://wp.nmc.org/horizon2010/. Acesso em: 22 Apr. 2011.

JOHNSON, L. et al. **2011 Horizon Report**, Austin: The New Media CoNsorTiuM,2011.Disponível em: http://wp.nmc.org/horizon2011/. Acesso em: 22 Apr. 2011.

JOHNSON, L.F. Elusive Vision: Challenges Impeding the Learning Object Economy, São Francisco: Macromedia Inc,2003.Disponível em: http://www.nmc.org/pdf/Elusive_Vision.pdf. Acesso em: 3 May 2011.

KARAT, J.; KARAT, C.M. The evolution of user-centered focus in the human-computer interaction field. **IBM Systems Journal**, 2003, v. 42, n. 4, pp. 532-541.Disponível em:

http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=5386817&abstractA ccess=no&userType=inst. Acesso em: 19 Dec. 2010.

KAUFMANN, H. Interactive Media Systems Group, Vienna University of Technology. Disponível em: http://www.ims.tuwien.ac.at/index.php. Acesso em: 21 Jun. 2011.

KAUFMANN, H. **kaufmann_diss.pdf** (**objeto application/pdf**), 2004. 2004. Disponível em:

http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/kaufmann_diss.pdf. Acesso em: 21 Jun. 2011.

KAUFMANN, H.; SCHMALSTIEG, D.; WAGNER, M. Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education. ED-UCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES, 2000, v. 5, pp. 263-276. Disponível em:

http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.35.5000. Acesso em: 2 Feb. 2011.

KHAN, B.H. Managing E-Learning Strategies: Design, Delivery, Implementation and Evaluation, Hershey: Idea Group Publishing, 2005.

KIRNER, C.; KIRNER, T.G. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In M. W. de S. Ribeiro, E. R. Zorzal, EDS. 2011, Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2011. pp. 8-23.

KIRNER, C.; SISCOUTTO, R.A. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In R. Siscoutto, R. Costa, EDS. 2008, **Aumentada: Uma Abordagem Tecnológica**. 2008. pp. 1-20.

KIRNER, C.; TORI, R. EDS. **Realidade virtual: conceito e tendências**, São Paulo: Editora Mania de Livro, 2004.

KIRNER, C.; ZORZAL, E.R. Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada. In 1, 2005, **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. 2005. v. 1. pp. 114-124. Disponível em: http://www.br-

ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/398. Acesso em: 22 Apr. 2011.

KLOPFER, E.; SQUIRE, K. Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. **Educational Technology Research and Development**, Springer Boston, 2007, v. 56, n. 2, pp. 203-228.Disponível em:

http://www.springerlink.com/content/2300791305451525/fulltext.pdf. Acesso em: 1 Jul. 2010.

KONAR, A.; JAIN, L.C. Cognitive engineering: a distributed approach to machine intelligence, Springer, 2005. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=17zZ9HDaFqYC&pgis=1. Acesso em: 17 Apr. 2011.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.D.A. **FUNDAMENTOS DE METO-DOLOGIA CIENTIFICA**, ATLAS,2008.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=r0ruAAAACAAJ&pgis=1. Acesso em: 10 May 2011.

LANDAY, J.A.; PARADISO, J.A. Guest Editors' Introduction: Cross reality environments. Disponível em:

http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/60069. Acesso em: 7 Jan. 2012.

- LAVE, J. **Jean Lave** | **School of Information**.Disponível em: http://www.ischool.berkeley.edu/people/faculty/jeanlave. Acesso em: 8 May 2011.
- LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning: legitimate peripheral participation**, Cambridge University Press,1991.Disponível em: http://books.google.com/books?id=CAVIOrW3vYAC&pgis=1. Acesso em: 4 Feb. 2012.
- LEE, W.W.; OWENS, D.L. **Multimedia-Based Instructional Design**, San Francisco: John Wiley Sons, Inc.,2004.
- LIFTON, J. et al. Metaphor and Manifestation Cross-Reality with Ubiquitous Sensor/Actuator Networks. **IEEE Pervasive Computing**, IEEE Computer Society, 2009, v. 8, n. 3, pp. 24-33.Disponível em: http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi?doc=doi/10.1109/MPRV.200 9.49. Acesso em: 7 Jan. 2012.
- LYTRAS, M.D. et al. Knowledge Management, Information Systems, E-Learning, and Sustainability Research: Third World Summit on the Knowledge Society, WSKS 2010, Corfu, Greece, September 22-24, 2010, Proceedings (Google eBook) Miltiadis D. Lytras et al., EDS., Springer, 2010. Disponível em: http://books.google.com/books?id=WeHJToIVSCkC&pgis=1. Acesso em:
- MA, J.Y.; CHOI, J.S. The Virtuality and Reality of Augmented Reality. **Jornal Of Multimedia**, 2007, pp. 32-37.Disponível em: http://www.academypublisher.com/jmm/index.html. Acesso em: 23 Jan.

27 Mar. 2012.

- 2011.
 MAGALHÃES, G. Introdução à metodologia da pesquisa: caminhos da ciência e tecnologia. São Paulo: Ática,2005.
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE SEARCH SYSTEM**, Tokyo, 1994a, v. E77-D, n. 12, pp. 1321-1329.Disponível em: http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321&category=D&year=1994&lang=E&abst=. Acesso em: 27 Jan. 2011.
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE Transactions on Information and**, 1994b, n. 12, pp. 1-15.Disponível em: http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321. Acesso em: 8 Jan. 2012.
- MINAYO, M.C. DE S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**, Petrópolis: Vozes,1997.

MIT NEWS OFFICE. **Gesture-based computing on the cheap**. Disponível em: http://web.mit.edu/newsoffice/2010/gesture-computing-0520.html. Acesso em: 24 Jan. 2012.

MOORE, M.G.; SHATTUCK, K.; AL-HARTHI, A. Cultures meeting cultures in online distance education. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**, 2005, v. 2, n. 2,.Disponível em: http://je-

lks.maieutiche.economia.unitn.it/index.php/Je-LKS/article/view/64. Acesso em: 2 Jan. 2010.

MORAN, J.M. **EDUCAÇAO QUE DESEJAMOS, A: NOVOS DESA-FIOS E COMO CHEGAR LÁ**, Papirus Editora,2007.Disponível em: http://books.google.com/books?id=PiZe8ahPcD8C&pgis=1. Acesso em: 24 Apr. 2011.

MULLER-PROVE, M. Vision and Reality of Hypertext and GUIs: 3.1.2 Sketchpad - mprove.de, n.d. n.d.Disponível em:

http://www.informatik.uni-hamburg.de/bib/medoc/B-237.pdf. Acesso em: 24 Jan. 2011.

MYERS, B.A. A brief history of human-computer interaction technology. **interactions**, New York: ACM, 1998, v. 5, n. 2, pp. 44-54.Disponível em: http://doi.acm.org/10.1145/274430.274436. Acesso em: 24 Jan. 2011.

NARUMI, T. et al. Meta cookie. **ACM SIGGRAPH 2010 Emerging Technologies on - SIGGRAPH '10**, New York, New York, USA: ACM Press, 2010, pp. 1-1.Disponível em: http://doi.acm.org/10.1145/1836821.1836839. Acesso em: 7 May 2011.

NIELSEN NORMAN GROUP. **Nielsen Norman Group: usability consulting, training & user research reports**. Disponível em: http://www.nngroup.com/. Acesso em: 13 Aug. 2011.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**, San Francisco: Morgan Kaufmann, 1993.

NIELSEN, J. Usability Testing with 5 Users (Jakob Nielsen's Alertbox). Disponível em: http://www.useit.com/alertbox/20000319.html. Acesso em: 14 Feb. 2012.

NILSSON, S.; JOHANSSON, B. A cognitive systems engineering perspective on the design of mixed reality systems. In 2006, **Proceedings of the 13th Eurpoean conference on Cognitive ergonomics: trust and control in complex socio-technical systems**. ECCE '06, 2006. pp. 154-161. Disponível em: http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1274923. Acesso em: 14 Jan. 2011.

NILSSON, S.; JOHANSSON, B.; JÖNSSON, A. A Holistic Approach to Design and Evaluation of Mixed Reality Systems. In E. Dubois, P. Gray, L. Nigay, EDS. 2010, **The Engineering of Mixed Reality Systems**. Londres: Springer London Dordrecht Heidelberg New York, 2010. pp. 33-55.

NOKELAINEN, P. An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. **Educational Technology & Society**, 2006, v. 9, n. 2, pp. 178-

197.Disponível em: http://www.ifets.info/journals/9_2/15.pdf. Acesso em: 7 May 2011.

NOKIA. Nokia Research Center. Disponível em:

http://research.nokia.com/. Acesso em: 18 Jan. 2012.

NONIS, D. **3D Virtual Learning Environments (3D VLE**). iResearch ETD,.Disponível em:

http://iresearch.edumall.sg/iresearch/slot/fm3_posts/ah01/59fa3741d_u2861 .pdf. Acesso em: 25 Jan. 2012.

NUNES, F.L.S.M. et al. Desenvolvendo aplicações de RVA para saúde: i-mersão, realismo e motivação. In M. W. de S. Ribeiro, E. R. Zorzal, EDS. 2011, **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality.** Uberlância: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2011. pp. 82-95.

OBANA, F.Y.; TORI, R. Conceitos de Presença. In 2010, **VII WORK-SHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA**. São Paulo: VII WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 2010.

ORTEGA, F.; BEZERRA JR., B. **WINNICOTT E SEUS INTERLOCUTORES**, Relume Dumará, 2007. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=QEckAtmyfnsC&pgis=1. Acesso em: 5 Feb. 2012.

OSGART. osgART. Disponível em:

http://osgart.org/wiki/index.php/Main_Page. Acesso em: 10 Jan. 2012.

PARVIZ, B.A. Augmented Reality in a Contact Lens - IEEE Spectrum. Disponível em:

http://spectrum.ieee.org/biomedical/bionics/augmented-reality-in-a-contact-lens/0. Acesso em: 8 Jan. 2012.

PAULSEN, M.F. Online Education Systems: Definition of Terms. Web-Education Systems in Europe, Disponível em: http://www.fernuni-hagen.de/ZIFF/ZP_118.pdf. Acesso em: 27 Jan. 2011.

PEREIRA, A.T.C. **AVA - Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Diferentes Contextos**, Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda,2007.

PEREIRA, A.T.C.; GONCALVES, B.S. O Ambiente Virtual de Aprendizagem em Arquitetura e Design da UFSC: Do projeto à realidade. In C. Scaletsk, I. M. Rocha, EDS. VIII CONGRESSO IBERO AMERICANO DE GRÁFICA DIGITAL, 2004, **Anais SiGraDi**. São Leopoldo, 2004. v. 1. pp. 353-356.

PEREIRA, V.W.; MOSQUERA, J.J.M.; TREVISAN, A. **Alfabetizacao E Cognicao**, EDIPUCRS,2011.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=pxq87SGmW94C&pgis=1. Acesso em: 2 Feb. 2012.

PIAZZALUNGA, R. **VirtualizaÇÃo Da Arquitetura**, Papirus Editora,2004.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=8Qp7uluLsCUC&pgis=1. Acesso em: 6 May 2011.

PLANT, R.T.; MURRELL, S. An executive's guide to information technology: principles, business models, and terminology, Cambridge University Press, 2007. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=_0VNxzIA-O8C&pgis=1. Acesso em: 9 Jan. 2012.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação**, Bookman,2005.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=bl0H1cYIzAwC&pgis=1. Acesso em: 28 Dec. 2011.

PRIBEANU, C.; IORDACHE, D.D. Evaluating the motivational value of an augmented reality system for learning chemistry. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, 2008,.Disponível em: http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-70350662893&partnerID=40&md5=71bcf14b2e01e377727ec0d45a3df00a.

QUEST ATLANTIS. **CRLT - Quest Atlantis**. Disponível em: http://crlt.indiana.edu/research/qa.html. Acesso em: 25 Jan. 2012.

REDFERN, S.; GALWAY, N. Collaborative Virtual Environments to Support Communication and Community in Internet-Based Distance Education. **Journal of Information Technology Education**, 2002, v. 1, n. 3, pp. 201-211.Disponível em: http://www.jite.org/documents/Vol1/v1n3p201-211.pdf. Acesso em: 3 May 2011.

REKIMOTO, J. **Rekimoto Lab**.Disponível em: http://lab.rekimoto.org/. Acesso em: 10 Jan. 2012.

RICHARDSON, R.J. **PESQUISA SOCIAL - METODOS E TECNICAS**, ATLAS,2008.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=fO0QAAAACAAJ&pgis=1. Acesso em: 10 May 2011.

ROBBINS, P.; AYDEDE, M. A Short Primer on Situated Cognition. In P. Robbins, M. Aydede, EDS. 2009, **The Cambridge handbook of situated cognition**. New York, 2009.

ROMISZOWSKI, A.J. **Design e Desenvolvimento Instrucional: Um modelo sistêmico em quatro níveis**. Associação Brasileira de Educação A Distância, Disponível em: http://www.abed.org.br. Acesso em: 30 Dec. 2011.

SABA, F. Distance Education Theory, Methodology, and Epistemology: A Pragmatic Paradigm. In M. G. MOORE, W. G. ANDERSON, EDS. 2003, **Handbook of distance education**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2003. pp. 3-20.

SAFFER, D. **Designing for Interaction: Creating Innovative Applications and Devices, EPub**, New Riders,2010.Disponível em: http://books.google.com/books?id=Dd3Hcs9jeoUC&pgis=1. Acesso em: 28 Dec. 2011.

SANTIN, R.; KIRNER, C. Sistema de Autoria em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada, 2008. 125 f. Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2008.

SCHFFER, C.C.R. **Tecnologia computacional e desenvolvimento cognitivo: estudo de caso na formação de psicólogos**, São Paulo, Belo Horizonte: Annablume, FUMEC,2004.

SEED-MEC. **Secretaria de Educação a Distância**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id= 289&Itemid=356. Acesso em: 6 May 2011.

SHAER, O.; HORNECKER, E. **Tangible User Interfaces**, Now Publishers Inc,2010.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=vh_tCfvK4M4C&pgis=1. Acesso em: 3 Jan. 2012.

SHELLY, G.B.; FRYDENBERG, M. Web 2.0: Concepts and Applications, Cengage Learning, 2009. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=WYSP0ll6ftcC&pgis=1. Acesso em: 27 Mar. 2012.

SHETTY, R.C. Augmented Reality Training Kit Can Offer Novel Teaching Solution For Future Cardiac Surgery And Other Medical Professionals. **The Internet Journal of Medical Simulation**, 2006, v. 2, n. 1,.Disponível em: http://www.ispub.com/journal/the_internet_journal_of_medical_simulation/vol-

ume_2_number_2_62/article/augmented_reality_training_kit_can_offer_no vel_teaching_solution_for_future_cardiac_surgery_and_other_medical_prof essionals.html. Acesso em: 2 Jan. 2010.

SILVA, E.L. DA. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, Florianópolis: UFSC,2005.

SLARTOOLKIT. **SLARToolkit**.Disponível em:

http://slartoolkit.codeplex.com/. Acesso em: 27 Jan. 2012.

SMITH, R.S. Guidelines for Authors of: Learning Objects N. T. N. M. Consortium, ED., McGraw-Hill Education, 2004. Disponível em: http://archive.nmc.org/guidelines/. Acesso em: 3 May 2011.

SOLOMON, M. Situated cognition. In P. Thagard, ED. 2007, **Philosophy of Psychology and Cognitive Science**. Elsevier, 2007. pp. 413-428. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/B978-044451540-7/50031-1. Acesso em: 6 May 2011.

SOUZA, C.S. DE. **engenharia semiótica**.Disponível em: http://www-di.inf.puc-

ri-

o.br/~clarisse/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid =3. Acesso em: 31 Jan. 2012.

STUDIERSTUBE. Augmented Reality — Institute for Computer Graphics and Vision. Disponível em:

http://www.icg.tugraz.at/project/studierstube. Acesso em: 10 Jan. 2012.

SUCHMAN, L. **The Human-Machine Reconfigurations: Plans and Situated Action**, New York: Cambridge University Press,2007.

SWAN II, J.E.; GABBARD, J.L. Survey of User-Based Experimentation in Augmented Reality Motivation for User-based Experimentation in Augmented Reality Survey Overview and Approach Description of method. In 2005, **Proceedings of 1st International Conference on Virtual Reality, HCI International**. Las Vegas, 2005.

TEIXEIRA, J. DE F. **Mentes e máquinas: uma introdução à ciência cognitiva**, João de Fernandes Teixeira, 1998. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=FHnAXY5fHqoC&pgis=1. Acesso em: 26 Apr. 2011.

TEIXEIRA, L. et al. Metodologia de geração de dados de referência para rastreamentos ópticos. In 2010, **VII WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA**. São Paulo: VII WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 2010.

THAGARD, P. Cognitive Science. In E. N. Zalta, ED. 2010, **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. 2010.Disponível em:

http://plato.stanford.edu/entries/cognitive-science/. Acesso em: 23 Apr. 2011.

TORI, R. Blog do Romero Tori: Virtualidade Real: 3D e Realidade Aumentada na Educação. Disponível em:

http://romerotori.blogspot.com/2010/09/virtualidade-real-3d-erealidade.html. Acesso em: 28 Apr. 2011.

TORI, R. Educação sem distância: as tecnologias interativas, São Paulo: Senac,2010.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTTO, R.A. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada, Editora SBC,2006.Disponível em: http://romerotori.org/Sumario-Livro-RV2006.pdf. Acesso em: 6 Jan. 2011.

TORI, R. et al. Vida: Atlas Anatômico 3D Interativo para Treinamento a Distância. In 2009, **XV Workshop Sobre Informática na Escola**. Bento Gonçalves, 2009. pp. 1801-1810.Disponível em:

http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wie/2009/030.pdf. Acesso em: Jan. 2012.

TURBAN, E.; WETHERBE, J.C.; MCLEAN, E. **Tecnologia da Informação para Gestão: Transformando os negócios na economia digital**, São Paulo: Bookman, 2004. Disponível em:

http://books.google.com/books?id=d5ekddxquNYC&pgis=1. Acesso em: 27 Jan. 2011.

UFSC. **Lantec**.Disponível em: http://www.lantec.ced.ufsc.br/. Acesso em: 24 Apr. 2011a.

UFSC. **Profor**.Disponível em: http://www.profor.ufsc.br/. Acesso em: 24 Apr. 2011b.

UNESCO. Objetivo Estratégico 2 (ED) |. Disponível em:

http://www.unesco.org/new/pt/brasilia/education/challenges-and-strategy-on-education/strategic-objective-2/. Acesso em: 6 May 2011.

USEIT. Jakob Nielsen Biography. Disponível em:

http://www.useit.com/jakob/. Acesso em: 15 Jan. 2012.

VANZIN, T.; ULBRICHT, V.R. **TEHCo - modelo de ambientes hiper- mídia com tratamento de erros, apoiando na teoria da cognicão situada**, 2005. 188 f. Tese (Doutorado), Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS4773.pdf. Acesso em: 5 Jan. 2011.

VARELA, F.J.; ROSCH, E.; THOMPSON, E. **The embodied mind: cognitive science and human experience**, MIT Press,2000.Disponível em: http://books.google.com/books?id=QY4RoH2z5DoC&pgis=1. Acesso em: 27 Apr. 2011.

VASCONCELLOS, M.J.E. DE. **Pensamento sistêmico: o novo paradig-ma da ciência**, Papirus Editora,2003.Disponível em: http://books.google.com/books?id=yUSukT_EVwgC&pgis=1. Acesso em: 5 Jan. 2012.

VICENTINI, W.V. et al. Realidade Aumentada: Interface Computacional de geração de Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Portadores de Necessidades Especiais (Surdos e Mudos). In XIV, 2006, **SEMINARIO NACIONAL DE BIBLIOTECAS UNIVERSITARIAS**. Salvador, 2006.

VLADA, M.; ALBEANU, G. The Potential of Collaborative Augmented Reality in Education. In 5, 2010, **5th International Conference on Virtual Learning**. 2010. pp. 38-43.Disponível em:

http://www.icvl.eu/2010/disc/icvl/documente/pdf/met/ICVL_ModelsAndM ethodologies_paper02.pdf. Acesso em: 24 Jan. 2012.

WATAYA, R.S. et al. Usando Realidade Aumentada em um Sistema de Percepção 3D para Deficientes Visuais. In Unisanta, ED. VI, 2009, **60 Workshop de Realidade Virtual e Aumentada**. Santos, 2009.Disponível em: http://sites.unisanta.br/wrva/hoteis.asp. Acesso em: 12 Jan. 2012.

WELLER, M. Virtual learning environments: using, choosing and developing your VLE (Google eBook), Taylor & Francis,2007.Disponível em: http://books.google.com/books?id=0fvAk_yTHMMC&pgis=1. Acesso em: 13 Jan. 2012.

WENGER, E. **CoP: Best Practices**. Disponível em: http://www.co-i-l.com/coil/knowledge-garden/cop/lss.shtml. Acesso em: 5 Feb. 2012.

WENGER, E. **Etienne Wenger home page**. Disponível em: http://ewenger.com/. Acesso em: 4 Feb. 2012.

WILES, J.; DARTNALL, T. **Perspectives on cognitive science: theories, experiments, and foundations**, Greenwood Publishing Group,1999.Disponível em:

http://books.google.com/books?id=Ewb726kt1u8C&pgis=1. Acesso em: 1 May 2011.

WILSON, R.A.; KEIL, F.C. **The MIT encyclopedia of the cognitive sciences**, MIT Press,2001.Disponível em: http://books.google.com/books?id=-wt1aZrGXLYC&pgis=1. Acesso em: 5 May 2011.

YANKO DESIGN. **Iris Tablet PC by Liu-Wei, Yao Kai-Chi, Hong Ruei-Hong & Amp; Cheng Ya-Fang » Yanko Design**. Disponível em: http://www.yankodesign.com/2011/08/25/iris-my-kinda-tablet/. Acesso em: 24 Jan. 2012.

ZACKLAD, M. Communities of action:a cognitive and social approach to the design of CSCW systems. In 2003, **Proceedings of the 2003 international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work - GROUP '03**. New York, New York, USA: ACM Press, 2003. p. 190.Disponível em: http://portal.acm.org/citation.cfm?id=958160.958190. Acesso em: 8 May 2011.

ZAINUDDIN, N.M.M.; ZAMAN, H.B.; AHMAD, A. A Participatory Design in Developing Prototype an Augmented Reality Book for Deaf Students. In 2010, **2010 Second International Conference on Computer Research and Development**. IEEE, 2010. pp. 400-404.Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=5489589. Acesso em: 7 Jan. 2012.

Página em branco

ANEXO - A

1 PROJETO PARA REVISÃO SISTEMÁTICA QUANTITATIVA

1.1 TÍTULO

Realidade Aumentada: perspectivas para a inserção de teorias cognitivas no design de mídia para aprendizagem

1.2 INTRODUÇÃO

A Realidade Aumentada (RA) possibilita a criação de ambientes sintéticos mixados ao mundo físico. O seu uso já vem ocorrendo em diversas áreas, por exemplo: no treinamento técnico e profissional da Engenharia e da Medicina, bem como na aprendizagem de alunos em fase escolar ou no ensino superior. Esta tecnologia estabelece uma nova maneira do homem interagir com os computadores, tanto fisicamente quanto cognitivamente, pois ela modifica a práxis de execução de tarefas por apresentar características diferenciadas das interfaces gráficas convencionais (*Graphical User Interface - GUI*) (BROLL et al., 2005, CHEN; WANG; WANG, 2009, TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).

A interface da RA vem sendo chamada de interface tangível (*Tangible User Interface – TUI*), pois determina uma forma mais direta de manipulação dos dispositivos de interação. São dispositivos táteis ou de contato físico que necessitam de estudos para compreender suas implicações na interação homem-computador especialmente é de interesse aqui a situação onde ocorrem as interações que são os cenários de aprendizagem para a proposição de modelos, diretrizes, métodos ou até padrões para o desenvolvimento de mídias. Em virtude desta nova situação se propõe uma revisão sistemática com o objetivo de subsidiar a qualificação de tese de doutorado com informações relativas às abordagens cognitivas que estão apoiando o design de mídia em RA para contextos de aprendizagem colaborativa *online*.

O método de pesquisa utilizado será adaptado das recomendações para revisão sistemática propostas pela Colaboração Cochrane (CASTRO, 2010, COCHRANE, 2010, GUIDUGLI, 2000, HIGGINS; GREEN, 2011). O processo metodológico permitirá a identificação, seleção e inclusão de documentos que possam ajudar a atingir os objetivos e a questão de pesquisa a seguir.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Geral

 Identificar as abordagens cognitivas que estão apoiando o design de mídia em RA para contextos de aprendizagem colaborativa online.

1.3.2 Específico

 Selecionar as publicações que relacionem a RA com a aprendizagem e ao mesmo tempo com o design de interface, interação, usabilidade e teorias cognitivas.

1.4 QUESTÃO DE PESQUISA

 Quais os referenciais teóricos cognitivos que estão apoiando o design de mídia em RA em contextos de aprendizagem colaborativa online?

1.5 MÉTODO

Será efetuada uma revisão sistemática com pesquisa quantitativa sem meta-análise e adaptada dos procedimentos sugeridos pelo Centro Cochrane (CASTRO, 2010, COCHRANE, 2010, GUIDUGLI, 2000, HIGGINS; GREEN, 2011).

A Figura 1.1, p. 213, apresenta o modelo do procedimento metodológico.

1.5.1 Procedimentos metodológicos

- Busca prévia para a compreensão do status atual das pesquisas sobre RA.
- 2. Identificar e determinar as bases de dados de busca este procedimento permitirá determinar as bases de dados mais relevantes. O Portal Capes será o ponto de partida para identificar as bases de dados e o sitio de busca Google o mecanismo complementar para evitar a ocorrência de viesses.
- 3. Identificar e determinar as palavras-chave a partir dos conceitos que se relacionam ao tema efetuando uma análise de palavras-chave, para listar aquelas mais recorrentes.
- 4. Determinar as estratégias de busca utilizar a busca booleana para o cruzamento das palavras-chave de acordo com as possibilidades e limites de campos de cada base de dados ou mecanismo de busca selecionando a amostra.
- 5. Amostra total de registros identificados.

- 6. Determinar critérios de exclusão e inclusão para filtrar e excluir documentos que não tenham relevância para a pesquisa e incluir aqueles que apresentarem relações claras com a temática da tese.
- 7. Efetuar a revisão sistemática de revisões sistemáticas já existentes este procedimento permitirá justificar os motivos da presente revisão sistemática e evitará a redundância de pesquisas com o mesmo teor.?
- 8. Efetuar a revisão sistemática propriamente dita executar a busca nas bases e mecanismos escolhidos registrando os dados em planilha Excel e cadastrando os documentos encontrados para formação de uma base de dados pessoal de pesquisa, para tanto se utilizará os gerenciadores de referências bibliográficas Mendeley¹ e JabRef².
- 9. Resultados compilar e analisar dados.
- 10. Relatório de Revisão Sistemática redação do processo.

1.6 ESCOPO

A busca será efetuada nas principais bases de dados indicadas pelo Portal Capes nas áreas: multidisciplinar, engenharias, ciências sociais aplicadas e ciências humanas e bases de dissertações e teses nacionais e internacionais, bem como no mecanismo Google para evitar vieses. A busca se atém aos documentos que apresentarem relações claras com a RA, aprendizagem, design de interface, interação, usabilidade e teorias cognitivas. Os idiomas de pesquisa foram: português e inglês. O período pesquisado abrange 01 de janeiro de 1992 a 30 de janeiro de 2011, o início deve-se ao fato de que o primeiro artigo versando sobre RA foi publicado em 1992 (CAUDELL; MIZELL, 1992) e o final devido na última atualização de busca as datas indicadas nos mecanismos já incorporavam o ano de 2011.

1.7 LIMITES

A pesquisa será limitada à busca eletrônica através da internet e não contempla catálogos físicos em bibliotecas. Devido ao grande número de documentos nas bases de pesquisa a busca será limitada conforme segue:

 Nas bases de dados indicadas pelo Portal Capes: serão usadas as palavras-chave referentes à RA sempre e exclusivamente no campo TÍTULO. Dependendo dos campos apresentados pelas bases as palavras-chave secundárias podem ser procuradas nos campos ASSUNTO, RESUMO ou em TODO O TEXTO, pois os campos podem variar entre as bases.

² JabRef pode ser encontrado na URL: http://jabref.sourceforge.net

¹ Mendeley pode ser encontrado na URL: http://www.mendeley.com

- No mecanismo Google o campo TÍTULO será exclusivo para palavras-chave relacionadas à RA. A busca ocorrerá apenas em documentos com a extensão PDF e será delimitado o período de recuperação de documentos com datas entre primeiro de janeiro de 2008 a 30 de março de 2011.
- Este trabalho não prevê meta-análise.

1.8 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que este estudo subsidie e direcione as pesquisas necessárias para a realização do exame de qualificação de tese, bem como ofereça bases para a geração de artigos científicos. Por fim espera-se identificar os referenciais teóricos cognitivos que estão apoiando o design de mídia em RA para contextos de aprendizagem colaborativa *online*

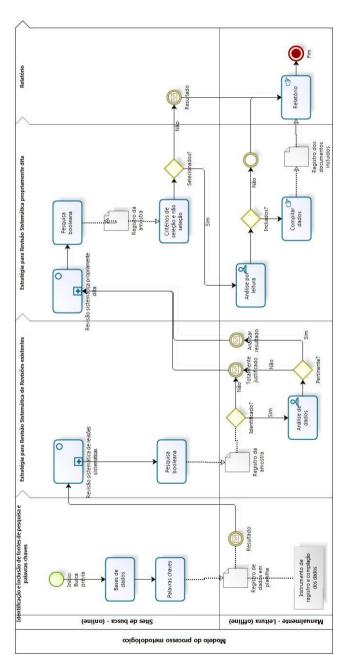


Figura 1.1: Modelo adaptado do Centro Cochrane.

Fonte: Pesquisadora.

ANEXO - B

1 RELATÓRIO DA REVISÃO SISTEMÁTICA QUANTITATIVA

1.1 TÍTULO

Realidade Aumentada: perspectivas para a inserção de teorias cognitivas no design de mídia para aprendizagem

1.2 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o processo de revisão sistemática relativo ao projeto apresentado no Anexo A.

O processo de buscas iniciou em março de 2010 e foi sustado em 30 de maio do mesmo ano por questões pessoais da pesquisadora. Em agosto de 2010 foi retomado e de forma gradual as pesquisas voltaram a se intensificar. Seu maior esforço ocorreu entre 15 de dezembro de 2010 e 30 de março de 2011. Nessa última fase o processo passou por duas revisões com atualizações constantes dos dados. Foram efetuadas seleções por processo automático e complementadas por leitura de títulos, resumos e corpo de textos dos documentos encontrados.

Antes de iniciar o processo metodológico propriamente dito (conforme planejado no Anexo A, item 1.5.1, página 210) foi necessário um período inicial de aprendizagem e familiarização com as interfaces e funcionamento das bases e do mecanismo escolhido.

O primeiro passo foi identificar as bases de dados. Em seguida efetuou-se uma busca automática ampla para identificar a totalização de artigos, teses e dissertações com palavras-chave relacionadas à RA, neste momento também se identificou as palavras-chave mais utilizadas ligadas aos outros conceitos abordados na qualificação. A estratégia de busca iniciou de forma ampla para em seguida ir fechando nos aspectos mais específicos que atendessem aos objetivos deste trabalho.

Também foram encontradas barreiras que foram superadas com a análise pela leitura de títulos, resumos e corpo do texto. Esta medida foi necessária, pois foi observado que muitas vezes ocorria de um artigo não estar diretamente ligado ao assunto educação, no entanto o autor declarava no resumo a possibilidade futura de sua utilização na aprendizagem. Assim, nos meta-dados foram cadastradas palavras, tais como: educação ou aprendizagem, mesmo não havendo uma relação clara com a área. Desta forma, embora o artigo em si não contemplasse a área da educação e não mantivesse conexão com a aprendizagem, ele era selecionado. Outro problema identificado que reforçou a necessidade da análise pela leitura foi que certos artigos encontrados em mais de uma base continham diferentes palavras-chave cadastradas, por exemplo: um mesmo artigo na base IEEE

não apresentava as palavra chaves *cognition* e *cognitive*, já na base SCOPUS estes termos foram cadastrados³. O fato levantou a suspeita de que poderia haver artigos relacionados a esta pesquisa que não estavam sendo encontrados pela busca automática por não estarem devidamente cadastrados os metadados. Para evitar vieses procedeu-se a análise pela leitura.

Convém ressaltar que durante todas as etapas foram encontradas inconsistências entre a busca pelo Portal Capes e a busca diretamente em algumas bases de dados, este é o caso da: ACM, SCOPUS, SpringerLink e IEEE dentre outras. Desta forma, todos os dados foram confirmados diretamente nos sítios das bases e estes últimos são os apresentados aqui.

Finalmente foram excluídos os títulos em duplicidade.

A busca avançada no Google ocorreu em modo diferenciado, pois se trata de um mecanismo que indexa uma quantidade imensa de páginas e tipos de extensões de arquivos diferentes na internet. Deve ser consultado o item 1.6.1.3 para conhecer as estratégias específicas utilizadas neste mecanismo e seus resultados.

Através da revisão sistemática de revisões sistemáticas constatou-se a inexistência de pesquisas que tratassem da RA em situações de aprendizagem e envolvendo o design de mídias com base em teorias cognitivas.

Os procedimentos metodológicos pretenderam atingir os objetivos e responder a pergunta de pesquisa declarada. As fases foram as seguintes:

1.3 EXECUÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

1.3.1 Identificação e inclusão das bases de dados

Este procedimento permitiu determinar as bases de dados relevantes em áreas, tais como: multidisciplinar, engenharias, ciências sociais aplicadas e ciências humanas, bem como identificar as bases de busca de teses e dissertações. Além destas ferramentas foi escolhido o mecanismo Google para complementar as pesquisas e evitar vieses. Desta forma contou-se com três tipos de fontes conforme segue.

1.3.1.1 Fonte 1: Bases de dados de artigos indexados no Portal Capes

-

 $^{^3}$ É o caso do artigo: Loosely-coupled mixed reality: Using the environment metaphorically encontrado ao mesmo tempo na base IEEE e SCOPUS. Nota da autora.

Nesta etapa foi necessário criar um glossário para os termos utilizados e uma classificação para os documentos conforme aconselha Castro (2010):

- Documentos referência genérica a qualquer tipo de comunicação: artigo, capítulo de livro, tese ou dissertação;
- Registros qualquer ocorrência de dado recuperado na busca eletrônica;
- Identificados registros encontrados pela busca eletrônica booleana;
- Eliminados documentos identificados, mas inadequados à estratégia de busca eletrônica booleana;
- Selecionados documentos identificados e adequados a estratégia da busca eletrônica booleana;
- Excluídos documentos avaliados pela leitura e avaliação do título ou resumo ou texto completo que claramente não preenchem todos os critérios de inclusão ou devido à duplicidade de título;
- **Incluídos** documentos selecionados pela leitura e avaliação do texto completo que preenchem todos os critérios de inclusão.

Primeira etapa: Na primeira etapa foram identificadas as bases de dados recomendadas pelo Portal Capes nas áreas consideradas pela pesquisadora como relevantes para este estudo: Multidisciplinar, Ciências exatas e da terra, Engenharias, Ciências sociais aplicadas e Ciências humanas, conforme demonstrado na Tabela 1.1.

Tabela 1.1: Bases de dados por área identificadas no Portal Capes

Áreas	Multidisciplinar	Ciências	Engenharias	Ciências	Ciências
Bases de publicações		exatas e da terra		sociais aplicadas	humanas
Academic Search Premier(EBSCO)	X			X	X
ACM Digital Library			X		
ACS Journals Search		X	X		
Annual Reviews		X			
Cambridge Journals Online	X			X	X
Education Full Text (Wilson)					X
Emerald Fulltext (Emerald)			X	X	
Highwire Press	X				
IEEE Xplore			X		
IOPscience (Institute of Physics - IOP)		X	×		
JSTOR Arts & Sciences I Collection				X	X
Nature (NPG)	X	X	X		
Oxford Journals (Oxford University Press)	×	X		X	×
Project Muse				X	X
PsycArticles (APA)					×
SAGE Journals Online				X	X
SciELO.ORG	X				
Science (AAAS)	X	X	X		
ScienceDirect (Elsevier)	X	X	X	X	
SocINDEX with Full Text (EBSCO)					X
SCOPUS (Elsevier)	X	X	X	X	X
SourceOECD				X	
SpringerLink (MetaPress)	X	X	X	X	×
Wiley InterScience (Blackwell)	X	X	X	X	X

Segunda etapa: Em seguida foram eliminadas as bases que não apresentaram nenhum registro com os termos "augmented reality" [OR] "mixed reality" [OR] "hybrid reality" no campo TÍTULO⁴ ou que por leitura⁵ de título e resumo dos documentos não apresentavam artigos com relação clara com os objetivos desta pesquisa ou, ainda foram eliminadas aquelas que apresentavam apenas títulos já recuperados por outras bases. Por fim foram incluídas seis bases conforme a Tabela 1.2.

Tabela 1.2: Seis bases de dados incluídas a partir do critério estabelecidos no item - <u>segunda etapa</u>.

Bases de publicações - Artigos	Augmented reality		Mixed reality		Hybrid reality
Academic Search Premier(EBSCO)	241		300		305
ACM Digital Library	960	1	1177	1	1177
IEEE Xplore	860	1	1052	1	1232
ScienceDirect (Elsevier)	100	[OR]	147	[OR]	147
SCOPUS (Elsevier)	1748	1	479	1	2233
SpringerLink (MetaPress)	344	1	479	1	481
Total	4253	1	3634	1	5575

1.3.1.2 Fonte 2: Bases de dados de teses e dissertações indicadas pelo Portal Capes

Quanto às bases de teses e dissertações (nacionais e internacionais), o critério de escolha foi o das bases sugeridas pelo Portal Capes e identificadas pela pesquisadora como bases relevantes para a pesquisa.

<u>Primeira etapa</u>: A Tabela 1.3 apresenta as bases de dados de teses e dissertações identificadas.

⁵ Leitura efetuada pela pesquisadora de forma visual, não automática (nota da pesquisadora).

_

⁴ Neste trabalho, para identificar quando a pesquisadora está se referindo a estratégias de busca foi utilizada a fonte Courier. Para os operadores booleanos, será utilizada a seguinte notação [AND], [OR], [NOT] e as palavras entre aspas duplas significa busca pela expressão exata. No mecanismo Google é aceito o sinal []] em substituição ao [OR].

Tabela 1.3: Bases de teses e dissertações identificadas no Portal Capes

Bases de teses e dissertações
Banco de teses e dissertações da Capes
Portal domínio público: teses e dissertações
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e
Dissertações - BDBTD IBICT
Networked Digital Library of Theses and
Dissertations: Mecanismos Scirus ETD Search
Networked Digital Library of Theses and
Dissertations: Mecanismos VTLS Visualizer

Segunda etapa: Das bases da Tabela 1.3 foram excluídas aquelas que não apresentaram pelo menos uma tese ou dissertação, com a expressão exata, no campo TÍTULO: "realidade aumentada" [OR] "augmented reality" [OR] "realidade mixada" [OR] "mixed reality" [OR] "realidade hibrida" [OR] "hybrid reality". Nesta etapa observou-se que a base VTLS indexa a BDBTD-IBICT dentre outras nacionais ocasionando duplicidade de títulos de documentos. As bases de teses e dissertações incluídas são apresentadas na Tabela 1.4.

Tabela 1.4: Bases de teses e dissertações incluídas de acordo com os critérios estabelecidos no item 1.3.1.2 - <u>segunda etapa</u>.

Indexadores e bases de teses e dissertações	Total de registros
Nacionais	
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do IBICT	29
Internacionais	
Networked Digital Library of Theses and Dissertations: Mecanismos Scirus ETD Search	128
Networked Digital Library of Theses and Dissertations: Mecanismos VTLS Visualizer	160
Total	317

1.3.1.3 Fonte 3: Mecanismo de busca Google

Foi necessário, também efetuar a procura por documentos no mecanismo Google, pois este procedimento previne a ocorrência de vieses na pesquisa (CASTRO, 2010, COCHRANE, 2010).

1.4 IDENTIFICAÇÃO E INCLUSÃO DAS PALAVRAS-CHAVE

Para relacionar conceitos principais e secundários nas buscas booleanas, bem como eliminar documentos sem relevância para a pesquisa as palavras-chave foram identificadas nos bancos de dados. Desta forma foi possível selecionar palavras-chave criando grupos, por assunto conforme Tabela 1.5.

Tabela 1.5: Palavras-chave mais utilizadas de acordo com os domínios de pesquisa (a busca foi feita nas versões inglês e português).

Grupo A - Domínio RA	Grupo B - Revisão Sistemática	Grupo D - Dominio aprendizagem online	Grupo E - Domínio OAs	Grupo F - Dominio design de interação	Grupo G - Domínio teorias cognitivas	Grupo H - TCS
Augmented reality	systematic reviews	Online education	Learning objects	interaction design	cognitive science	Situated Cognition
Mixed reality	meta-analysis	Education and technology	Educational media	usability	cognition	situated action
Hybrid reality	revisão sistemática	Web-based education	Instructional material	human-computer interac	Cognitive theory	situated learning
	metanálise	Internet in education	didactic material	ergonomics	Cognitive psychology	
		Online learning	Knowledge Objects	human factors		
		Electronic learning	online learning materials	interface		
		distance learning	Multimedia systems in education			collaborative learning
		E-learning	reusability			
		Web-based instruction	SCORM			
		Online teaching	digital didactic contents			
		Online courses				
		Online training				
		Online study				
		Pedagogy				
		educational aids				
		courseware				

1.5 REVISÃO SISTEMÁTICA DE REVISÕES SISTEMÁTICAS JÁ EXISTENTES

Este procedimento permitiu justificar a revisão sistemática propriamente dita e evitar a redundância de pesquisas com o mesmo teor. A busca foi realizada nas bases citadas nos itens 1.3.1.1 e 1.3.1.2. e no mecanismo de busca Google.

1.5.1 Estratégia de busca, identificação da amostra e critérios

Este item merece esclarecimentos técnicos que influenciaram na estratégia de busca, pois há diferenças na forma de busca entre os diversos mecanismos.

Os campos da "busca avançada" do Portal Capes estão apresentados na Tabela 1.6: **Campos oferecidos na busca avançada do Portal Capes**.:

Todos os campos
Assunto
Título
Autor
ISSN
ISBN
Ano

Tabela 1.6: Campos oferecidos na busca avançada do Portal Capes.

Os operadores booleanos disponíveis são: AND, OR e NOT.

Em geral as bases de teses e dissertações apresentam no mínimo o campo TÍTULO e ASSUNTO e, ou RESUMO enquanto o Portal Capes não apresenta este último. A pesquisa no Google é mais aberta apresentando um misto de documentos, mas é possível também fazer escolhas de busca por título. O fato foi determinante para que se tenha preferido pesquisar diretamente nas bases apresentadas na Tabela 1.2 e Tabela 1.4.

Desta forma, foram cruzadas as palavras-chave conforme os grupos A e B da Tabela 1.7 . A estratégia de busca está apresentada no Quadro 1.1: Estratégia de busca por revisões sistemáticas de revisões sistemáticas.

```
("Título=("augmented reality" [OR] "mixed reality"))
[AND] (Todos os campos=("systematic reviews" [OR] "meta-analysis"))
```

Quadro 1.1: Estratégia de busca por revisões sistemáticas de revisões sistemáticas.

Tabela 1.7: Resultados da busca por revisões sistemáticas de revisões sistemáticas.

	Palavras chaves	(Grupo B - TODOS OS CAMPOS						
		systematic reviews	meta-analysis	revisão sistemática	metanálise				
	Augmented Reality								
Q		0	0						
niTUL/O	Mixed Reality	0	0						
100	Hybrid Reality	0	0						
A o	Realidade Aumentada			0	0				
Grupo	Realidade Mixada			0	0				
	Realidade Hibrida			0	0				

1.5.2 Resultado

A estratégia de revisão sistemática de revisão sistemática não recuperou nenhum resultado, fato que justifica a revisão sistemática propriamente dita a seguir.

1.6 REVISÃO SISTEMÁTICA PROPRIAMENTE DITA

1.6.1 Estratégia de busca, amostra e critérios

O primeiro passo foi delimitar a amostra, que foi constituída pelas fontes: bases de dados 1, 2 e 3 listadas na *Tabela 1.2*, Tabela 1.4 e mecanismo Google.

- Amostra 1: resultado da primeira inclusão através das bases de artigos indicadas pelo Portal Capes.
- Amostra 2: resultado da primeira inclusão através das bases de teses e dissertações indicadas pelo Portal Capes.
- Amostra 3: resultado da primeira inclusão através do mecanismo Google.

O total da amostra foi de: 11.205.892 registros que continham no campo TÍTULO uma das palavras-chave do grupo A da Tabela 1.5. A seguir apresenta-se cada um dos três casos que compuseram a amostra.

1.6.1.1 Amostra 1: bases de artigos indicadas pelo Portal Capes

A estratégia de busca que determinou a amostra está apresentada no Quadro 1.2. A amostra foi de 5575 registros conforme demonstrado na Tabela 1.8.

```
TÍTULO ("augmented reality" [OR] "mixed reality" [OR] "Hybrid reality")
```

Quadro 1.2: Estratégia de busca contendo no TÍTULO pelo menos uma das palavras-chave do grupo A da Tabela 1.5.

1.6.1.1.1 Critérios de seleção e eliminação

Em seguida foram utilizados vários critérios de eliminação cruzando palavras-chave dos grupos de domínio da Tabela 1.5 conforme segue:

<u>Critério 1</u>: Dos 5575 registros foram eliminados 4701 que não continham no campo ASSUNTO as palavras-chave do grupo D e E da Tabela 1.5. Foram selecionados 874 registros conforme a Tabela 1.8. O Quadro 1.3 apresenta a estratégia de busca.

```
TÍTULO ("augmented reality" [OR] "mixed reality" [OR]
"Hybrid reality") [AND] ASSUNTO ("education" [OR]
"learning" [OR] "e-learning" [OR] "instruction" [OR]
"teaching" [OR] "courses" [OR] "training" [OR]
"pedagogy" [OR] "educational" [OR] "instructional" [OR]
"reusability" [OR] "multimedia")
```

Quadro 1.3: Estratégia de busca contendo no TÍTULO pelo menos uma das palavras-chave do grupo A da Tabela 1.5 e incluindo pelo menos uma das palavras-chave dos grupos E e D no campo ASSUNTO.

<u>Critério 2</u>: Destes 874 registros foram eliminados 515 que não continham no campo ASSUNTO as palavras-chave do grupo F da Tabela 1.5. Foram selecionados 359 registros conforme a Tabela 1.8. A estratégia encontra-se no Quadro 1.4.

```
TÍTULO ("augmented reality" [OR] "mixed reality" [OR]
"Hybrid reality") [AND] ASSUNTO ("education" [OR]
"learning" [OR] "e-learning" [OR] "instruction" [OR]
"teaching" [OR] "courses" [OR] "training" [OR]
"pedagogy" [OR] "educational" [OR] "instructional" [OR]
"reusability" [OR] "multimedia") [AND] ASSUNTO
("usability" [OR] "interaction" [OR] "interface" [OR]
"ergonomics" [OR] "human factors")
```

Quadro 1.4: Estratégia de busca contendo no TÍTULO pelo menos uma das palavras-chave do grupo A da Tabela 4.1 e incluindo pelo menos uma das palavras-chave dos grupos E e D no campo ASSUNTO e pelo menos uma das palavras-chave do grupo F no campo ASSUNTO.

<u>Critério 3</u>: Destes 359 registros foram eliminados 349 registros que não continham no campo ASSUNTO as palavras-chave do grupo G da Tabela 1.5 o que resultou na seleção de 10 registros conforme a Tabela 1.8. A estratégia encontra-se no Quadro 1.5.

```
TÍTULO ("augmented reality" [OR] "mixed reality" [OR]
"Hybrid reality") [AND] ASSUNTO ("education" [OR]
"learning" [OR] "e-learning" [OR] "instruction" [OR]
"teaching" [OR] "courses" [OR] "training" [OR]
"pedagogy" [OR] "educational" [OR] "instructional" [OR]
"reusability" [OR] "multimedia") [AND] ASSUNTO
("usability" [OR] "interaction" [OR] "interface" [OR]
"ergonomics" [OR] "human factors") [AND] ASSUNTO
("cognitive" OR "cognition")
```

Quadro 1.5: Estratégia de busca contendo no TÍTULO pelo menos uma das palavras-chave do grupo A da Tabela 4.1 e incluindo pelo menos uma das palavras-chave dos grupos E e D no campo ASSUNTO e pelo menos uma das palavras-chave do grupo F no campo ASSUNTO e pelo menos uma das palavras-chave do grupo G no campo ASSUNTO.

Tabela 1.8: Resultado da busca por artigos conforme estratégias e palavras-chave apresentadas nos Quadro 1.2: Estratégia de busca contendo no TÍTULO pelo menos uma das palavras-chave do grupo A da , Quadro 1.3: , Quadro 1.4: e Quadro 1.5: .

CAMPOS	Título		Assunto		Assunto		Assunto
BASES DE ARTIGOS	GRUPO A		GRUPO D e E		GRUPO F		GRUPO G
Academic Search Premier - ASP		1					
(EBSCO)	305		36		1		0
ACM Digital Library	1177	l	61		20		0
IEEE Xplore	1232	[AND]	299	[AND]	107	[AND]	6
ScienceDirect (Elsevier)	147]	11		3		0
SCOPUS (Elsevier)	2233		365		178		4
SpringerLink (MetaPress)	481		102		50		0
Resultado	5575		874		359		10

Exclusão dos títulos duplicados (por leitura de títulos): Dos 10 documentos selecionados foi excluído um artigo por duplicidade o que resultou em 9 registros selecionados. Este resultado foi revisto por leitura de títulos, resumos e corpo do texto conforme alteração na estratégia de busca apresentada a seguir.

Busca pela leitura de títulos, resumos e corpo do texto foram relatados no projeto da revisão sistemática algumas barreiras apresentadas pela busca booleana nas bases de dados. Em razão deste fato foi necessária uma análise pela leitura de título, resumo e corpo do texto. Assim, um subconjunto da amostra foi selecionado para a análise mais acurada. Este subconjunto foi alcançado alterando-se a estratégia de busca do Critério 3 do item 1.6.1.1.1., ou seja, em vez de se usar o operador [AND] foi usado o [OR] no campo ASSUNTO para o grupo G a alteração pode ser observada no Quadro 1.6. O resultado foi a seleção de 371 registros para leitura (Tabela 1.9).

TÍTULO ("augmented reality" [OR] "mixed reality"	[OR]
"hybrid reality") and ASSUNTO ("education"	[OR]
"learning" [OR] "e-learning" [OR] "instruction"	[OR]
"teaching" [OR] "courses" [OR] "training"	[OR]
"pedagogy" [OR] "educational" [OR] "instructional"	[OR]
"reusability" [OR] "multimedia") [AND] ASS	OTNUE
("usability" [OR] "interaction" [OR] "interface"	[OR]
"ergonomics" [OR] "human factors") [AND] [OR] ASS	SUNTO
("cognitive" OR "cognition")	

Quadro 1.6: Estratégia de busca contendo no TÍTULO pelo menos uma das palavras-chave do grupo A da Tabela 4.1 e incluindo pelo menos uma das palavras-chave dos grupos E e D no campo ASSUNTO e incluindo pelo menos uma das palavras-chave do grupo F ou G no campo ASSUNTO.

Tabela 1.9: Resultado da busca por artigos conforme estratégias e palavras-chave apresentadas nos Quadro 1.2: Estratégia de busca contendo no TÍTULO pelo menos uma das palavras-chave do grupo A da , Quadro 1.3: , Quadro 1.4: **e** Quadro 1.6.

CAMPOS	Título		Assunto		Assunto		Assunto
BASES DE ARTIGOS	GRUPO A		GRUPO D e E		GRUPO F		GRUPO G
Academic Search Premier - ASP		1]			
(EBSCO)	305		36		1		2
ACM Digital Library	1177]	61		20		22
IEEE Xplore	1232	[AND]	299	[AND]	107	[OR]	110
ScienceDirect (Elsevier)	147		11		3		3
SCOPUS (Elsevier)	2233		365		178		182
SpringerLink (MetaPress)	481		102		50		52
Resultado	5575		874		359		371

Exclusão dos títulos duplicados: Destes 371 artigos foram excluídos 88 por duplicidade de títulos. Foram selecionados 283 artigos para avaliação por leitura. Após a análise pela leitura foram finalmente incluídos 2 artigos que no todo demonstram claramente relações com os objetivos da pesquisa. Os artigos são apresentados no (Quadro 1.7: Resultado de artigos incluídos.).

CHEN, R. An Empirical Study on Tangible Augmented Reality Learning Space for Design Skill Transfer. Tsinghua Science and Technology, 2008. Disponível em: http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-

62649134840&partnerID=40&md5=e2e69fff41fc015ed5210e4edaada092>.

CHEN, R.; WANG, X. Conceptualizing Tangible Augmented Reality Systems for Design Learning. In J. S. Gero & A. K. Goel, EDS. 2008, **Design Computing and Cognition '08**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2008. pp. 697-712-712.Disponível em: http://www.springerlink.com/content/u24523n724m1268v/. Acesso em: 3 May 2011.

Quadro 1.7: Resultado de artigos incluídos.

1.6.1.2 Amostra 2: bases de teses e dissertações indicadas no Portal Capes

Em seguida foi efetuada a busca por teses e dissertações nas bases apresentadas na Tabela 1.4. A estratégia de busca cruzou as palavras-chave do grupo A com as palavras-chave dos grupos D, E e F da Tabela 1.5. A amostra foi de 317 registros.

1.6.1.2.1 Critérios de seleção e eliminação

Os critérios de seleção são os mesmos já relatados no item 1.6.1.1.1 acima. Os resultados encontram-se na Tabela 1.10.

Tabela 1.10: Resultado da busca por teses e dissertações nas bases indicadas pelo Portal Capes.

CAMPOS	Todos os campos		Todos os campos		Todos os campos		Todos os campos
BASES DE TESES E DISSERTAÇÕES	GRUPO A		GRUPO D e E		GRUPO F		GRUPO G
BDTD	29		18	[OR]	20	[OR]	2
CAMPOS	Título	[AND]	Assunto		Assunto		Assunto
NDLTD: Mecanismos Scirus ETD Search	128		46	[AND]	13	[OR]	0
NDLTD: Mecanismos VTLS Visualizer	160		5	[AND]	0	[OR]	0
Resultado	317		69		33		2

Exclusão dos títulos duplicados: O resultado desta estratégia resultou em 33 registros, destes foram excluídos 15 por duplicidade. Restaram 18 registros para serem analisados por leitura. Após a análise foi incluída uma tese conforme o Quadro 1.8.

GARBIN, Tania Rossi. Ambientes de comunicação alternativos com base na realidade aumentada para crianças com paralisia cerebral: uma proposta de currículo em ação. São Paulo, 2008. Tese — Doutorado — Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Quadro 1.8: Teses e dissertações incluídas.

1.6.1.3 Amostra 3: Mecanismo Google

A amostra inicial no mecanismo Google foi de 11.200.000 registros a partir da seguinte primeira estratégia de busca: "hybrid reality" OR "augmented reality" OR "mixed reality", período igual a qualquer data até 31 de março de 2011.

<u>Segunda estratégias de busca</u>: o resultado desta nova busca determinou uma seleção de 94 registros. A busca englobou apenas documentos com a extensão PDF, pois o mais comum é que artigos, teses e dissertações estejam neste formato, o período foi delimitado a primeiro de janeiro de 2008 até 31 de março de 2011, as palavras-chave foram as do grupo A da Tabela 1.5 cruzadas com a palavra chave "learning" (nos dois idiomas) utilizando apenas o campo TÍTULO, também foram eliminados os

domínios onde já se havia realizado pesquisas indexadas para evitar duplicidades. O Quadro 1.9 apresenta a segunda estratégia de busca no mecanismo Google.

```
intitle:aprendizagem | intitle:learning
intitle:"augmented reality" | intitle:"mixed reality" |
intitle:"hybrid reality" | intitle:"realidade aumentada"
| intitle:"realidade mixada" | intitle:"realidade
híbrida" -site:www.springerlink.com/ -
site:springerlink3.metapress.com -site:www.scopus.com -
site:portal.acm.org -site:ieeexplore.ieee.org -
site:www.sciencedirect.com filetype:pdf
```

Quadro 1.9: Segunda Estratégia de busca que determinou a amostra no mecanismo Google

1.6.1.3.1 Critérios de seleção e eliminação

Os critérios de seleção fecharam a busca cruzando a busca do Quadro 1.9 com algumas palavras-chave dos demais grupos para eliminar os registros que não apresentavam relação com os objetivos deste trabalho. O resultado foi de 39 registros selecionados e os critérios encontram-se no Quadro 1.10.

```
(cognição | cognitiva | cognitive | cognition) (interface | interaction | interactive | usability | usabilidade | interação | interatividade | interativo) (intitle:aprendizagem | intitle:learning) (intitle:"augmented reality" | intitle:"mixed reality" | intitle:"hybrid reality" | intitle:"realidade aumentada" | intitle:"realidade mixada" | intitle:"realidade híbrida") -site:www.springerlink.com/ - site:springerlink3.metapress.com -site:www.scopus.com - site:portal.acm.org -site:ieeexplore.ieee.org - site:www.sciencedirect.com filetype:pdf
```

Quadro 1.10: Critérios de busca para eliminação de documentos sem relevância para este trabalho.

Destes 39 registros, após eliminados os registros por duplicidades e pela análise de leitura foram incluídos 3 documentos: 1 tese e 2 artigos apresentados no Quadro 1.11.

AASTERUD, D. Using Augmented Reality and Tangible User Interfaces in a primary school learning situation. Master of Science in Media Technology. Department of Computer Science and Media Technology. Gjøvik University College, 2010. http://brage.bibsys.no/hig/bitstream/URN:NBN:no-bibsys_brage_16170/1/MasterThesisDavidAasterud2010.pdf

CHANG, C.-W. et al. Improving the authentic learning experience by integrating robots into the mixed-reality environment. **Computers & Education**, Elsevier Ltd, 2010, v. 55, n. 4, pp. 1572-1578. Disponível em:

http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131510001831. Acesso em: 12 Apr. 2011.

CHE, R. et al. Design A Situated Learning Environment Using Mixed Reality Technology - A Case Study. **Engineering and Technology**, 2010, pp. 887-892.Disponível em: http://www.waset.org/journals/waset/v71/v71-156.pdf. Acesso em: 13 Jan. 2011.

Ouadro 1.11: Documentos incluídos.

1.7 CONCLUSÃO

Considera-se a revisão sistemática concluída e ao final da pesquisa foram incluídos seis documentos conforme a Tabela 1.11.

Tabela 1.11: Documentos incluídos na pesquisa

Título	Autores	Tipo	Teoria de base	Instituição	Ano de publicação
An Empirical Study on Tangible Augmented Reality Learning Space for Design Skill Transfer	CHEN, R.	Artigo	Socioconstrutivismo e colaboração – ancorando os estudos em IHC (testes com usuários)	The University of Sydney - Australia	2008
Conceptualizing Tangible Augmented Reality Systems for Design Leaming	CHEN, R.; WANG, X.	Artigo	Construtivismo e colaboração ancorando os estudos em IHC (sem relato de teste com usuário)	The University of Sydney, Australia	2008
Improving the authentic learning experience by integrating robots into the mixed-reality environment	CHANG, CW. et al.	Artigo.	Aprendizagem autêntica (testes com usuários) Ancorando estratégia de aprendizagem e a interação com personagens robôs.	National Central University – Taoyuan - Taiwan	2010
Design A Situated Learning Environment Using Mixed Reality Technology - A Case Study	CHE, R. et al.	Artigo.	Aprendizagem situada – ancorando o design instrucional	Universiti Kebangsaan Malaysia	2010
Using Augmented Reality and Tangible User Interfaces in a primary school learning situation.	AASTERUD, D.	Dissertação de Mestrado	Construtivismo e Sóciointeracionismo. Colaboração. Ancorando a interação. (sem teste com usuário)	Gjøvik University College - Noruega	2010
Ambientes de comunicação altemativos com base na realida de aumentada para crianças com paralisia cerebral: uma proposta de currículo em ação	GARBIN, Tania Rossi.	Tese de Doutorado	Para digma da complexidade, colaboração e cooperação ancorando uma estratégia pedagógica para um ambiente de comunicação.	Pontificia Universidade Católica - SP	2008

Também foi possível colher informações adicionais com base na **Amostra 1** a partir dos 283 artigos selecionados, para avaliação por leitura, que podem subsidiar a qualificação de tese:

- 12 fazem menção a abordagem de avaliação centrada no usuário.
- 59 fazem algum tipo de referência à colaboração.
- 7 artigos fazem algum tipo de referência ao *e-learning*.
- 1 artigo faz referência à aprendizagem móvel.
- 34 fazem referência a dispositivos móveis.
- Nenhum artigo faz referência a Objetos de Aprendizagem (OA).
- 1 artigo faz referência a *Learning Management Sistem* (LMS).
- 2 artigos fazem referência ao Moodle.
- 83 arquivos fazem referência ao artoolkit ou flartookit.
- 3 artigos fazem alguma referência ao design instrucional.
- 12 artigos fazem referência a affordances.

Com base nesses resultados foi atingido o objetivo geral e específico, bem como fica respondida a questão de pesquisa visto que foram identificadas as abordagens cognitivas que estão apoiando o design de mídia em RA

Foi a seguinte a questão de pesquisa: Quais os referenciais teóricos cognitivos que estão apoiando o design de mídia em RA em contextos de aprendizagem colaborativa online?

Concluiu-se que às vezes o foco das pesquisas recai nos aspectos da Interação Humano Computador, outras vezes no Design Instrucional e algumas vezes se ancora em ambas as situações ou, ainda em estratégias pedagógicas. Foram as seguintes as abordagens identificadas e declaradas pelos autores: construtivista, socioconstrutivista, sociointeracionista, aprendizagem autêntica, aprendizagem situada e paradigma da complexidade. Todas as pesquisas, em maior ou menor intensidade buscavam promover a colaboração.

Identificou-se durante o processo da revisão sistemática que algumas vezes os autores declara o propósito de fornecer embasamento teórico para dar suporte cognitivo ao aluno, mas não deixam claro como isso acontece e desviam para questões mais técnicas.

Outras vezes o fato de um aplicativo desenvolvido funcionar a contento, ter passado por testes de usabilidade com usuário e possibilitar atividade cooperativa faz com que ele seja classificado como construtivista ou sociointeracionista, mas sem qualquer evidência de estudos aprofundados sobre essas teorias.

Ressalta-se que um dos estudos encontrados apoiou-se na Aprendizagem Situada, que é uma teoria de aprendizagem que deu suporte especificamente a um caso de Design Instrucional. Entretanto não houve menção à Teoria da Cognição Situada no texto.

Referências Bibliográficas

BROLL, W. et al. An infrastructure for realizing custom-tailored augmented reality user interfaces. **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, 2005, v. 11, n. 6, pp. 722-33.Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1512022. Acesso em: 9 Apr. 2011.

CASTRO, A.A. Revisão Sistemática: Identificação e Seleção dos Estudos Primários. In S. Goldenberg, C. A. Guimarães, A. A. Castro, EDS. 2010, **Elaboração e Apresentação de Comunicação Científica**. 2010.Disponível em: http://metodologia.org/. Acesso em: 11 Apr. 2011.

CHEN, R.; WANG, X.; WANG, W. Bridging shape grammar and Tangible Augmented Reality into collaborative design learning. **2009 13th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design**, IEEE, 2009, pp. 468-473.Disponível em: http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/CSCWD.2009.4968103. Acesso em: 10 Apr. 2011.

COCHRANE. Curso de Revisão Sistemática com Metanálise. Centro Cochrane do Brasil, Disponível em: http://www.centrocochranedobrasil.org/. Acesso em: 5 Mar. 2010.

GUIDUGLI, F. **Prevenção e tratamento da leptospiroses: revisão sistemática de ensaios clínicos aleatórios com metanálises**, 2000. Tese (Doutorado), Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2000.

HIGGINS, J.; GREEN, S. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, Disponível em: http://www.cochrane.org/training/cochrane-handbook. Acesso em: 10 Apr. 2011.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTTO, R.A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**, Editora SBC,2006.Disponível em: http://romerotori.org/Sumario-Livro-RV2006.pdf. Acesso em: 6 Jan. 2011.

Anexo C - Questionário

Pesquisa Objeto de aprendizagem em Realidade Aumentada

Este questionário foi desenvolvido com o objetivo de obter a opinião dos participantes da pesquisa de doutorado que relaciona mídia, aprendizagem e realidade aumentada. As informações coletadas possibilitarão o desenvolvimento de diretrizes para o design de interface e interação de mídia para aprendizagem online.

* Requerido							
Qual a sua ida	de? *						
Qual a sua for	mação? * É possível marcar mais de uma questão						
• □	estudante ensino médio						
. 🗆	graduação						
. 🗆	especialista						
• □	mestre						
. 🗆	doutor						
. 🗆	outros						
Qual a sua áre mais de uma r	ea de formação? * Está em formação ou já é formado (pode escolher esposta)						
• □	Design						
• □	Arquitetura						
. 🗆	Outros, na área de artes						
. 🗆	Outros na área tecnológica						
. 🗆	Outros:						
Você é aluno d	ou professor? * Pode marcar mais de uma questão.						
• □	Aluno(a) do design						
. 🗆	Aluno(a) da arquitetura						
. \square	Aluno(a) de outras áreas						

	Professor(a) de design
	Professor(a) do design
• -	Professor(a) de arquitetura
•	Professor(a) em outra área
Qual a sua ins	stituição * Instituição em que você é aluno ou professor.
Alguma das q	uestões abaixo se adéqua à você? * Pode escolher mais de uma
• □	Tenho baixa visão
• 📮	Tenho daltonismo
• 📮	Tenho presbiopia
• 📙	Tenho miopia
•	Nenhuma das questões é adequada
• □	Outros:
Alguma das q	uestões abaixo se adéqua a você? * Pode escolher mais de uma
• □	Tenho tremores nas mãos
• 📮	Tenho dificuldades em segurar objetos
•	Nenhuma das questões é adequada
• □	Outros:
Alguma das q	uestões abaixo se adéqua a você? * Pode escolher mais de uma
• 🗆	me sinto tonto ou enjoado no uso de jogos em 3D
• apr	me sinto tonto ou enjoado em frente a uma tela de computador que esente imagens em movimento
. 🗆	Nenhuma das questões é adequada
. 🗆	Outros:

Qual o seu grau de familiaridade com o uso da internet? * 1= pouca familiaridade 5 = muita familiaridade					
1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	
Qual o seu grau de familiaridade com ambiente virtual de aprendizagem? * 1 = nenhuma 2 = pouca 5 = muita familiaridade					
1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	
= pouca	5 =	: muita f	amiliari		
1	2	3	4	5	
0	\circ	0	\circ	0	
No mon				ilizava qual composição de equipamento? * É possível	
•		Notebo	ook		
•		Compu	utador d	desktop	
•		monitor menor que 12 polegadas			
•		monitor com 15 polegadas			
•		monitor com 17 ou mais polegadas			
•		webcam incorporada			
•		webca	m exter	<u>na</u>	
•		Outros	: L		
No mon	nento d	o teste	qual tipo	o de conexão foi utilizada? *	
•		Conex	ão disc	ada	
•		Banda	larga w	virelles	
•		Banda	larga p	or cabo	
•		3G			

•		Outros			
				em segurar e manipular os marcadores? * 1 = muita familiariadade	
1	2	3	4	5	
0	\circ	0	0	0	
Qual fo	i o grau na 2 :	de facili = pouca	dade e 5 =	em manipular os marcadores em tarefas de grupo? * 1 muita familiariadade	=
1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	
Qual fo	i o grau na 2 :	de facili = pouca	dade e 5 =	em posicionar os marcadores em frente à webcam? * muita familiariadade	1 =
1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	
Qual fo tarefas	i o grau de grup	de facil	dade d	de posicionar os marcadores em frente da webcam em Ima 2 = pouca 5 = muita familiariadade	1
1	2	3	4	5	
0	\circ	0	0	0	
Qual a elemen			os mar	cadores e a webcam permitiu uma boa visualização d	os
•		menos	de 50 (cm	
•					
		50 cm			
•		50 cm mais de	e 50 cm	n	
•				n	
os elem	nentos e	mais de Outros pertura cem 3D q	la webo	n cam foi suficiente para uma boa visualização de todos usados ao mesmo tempo? * Quando utilizados os 4 e em dupla.	i
os elem	nentos e	mais de Outros pertura cem 3D q	la webo uando i empo e	cam foi suficiente para uma boa visualização de todos usados ao mesmo tempo? * Quando utilizados os 4	i
os elem	nentos e	mais de Outros certura cem 3D quesmo t	la webo uando u empo e	cam foi suficiente para uma boa visualização de todos usados ao mesmo tempo? * Quando utilizados os 4	i

Qual a in	tensida	ade da i	mpress	ão do marcador? *	
•	0	cinza cl	aro (20	% de preto)	
•	0	cinza m	nédio (5	0% de preto)	
•	0	cinza e	scuro (8	30% de preto)	
•	O	preto 1	00%		
A informa	ação at	ravés d	e ícone	s nos marcadores foi compreendida? *	
•		Sim, po entados		ones remetem precisamente aos elementos el	m 3D
•		Sim, ma	as algu	ns ícones poderiam estar melhor representado	S
•		Não, m	as não	sei dizer exatamente o motivo.	
•		Não, po presenta		consegui fazer qualquer relação com os eleme	ntos em
•		Outros:			
				ara os marcadores quanto a cores, textura, ponda abertamente	
				e visualização dos objetos em 3D no monitor? muito fácil.	* 1 =
1	2	3	4	5	
\circ	0	O	0	0	
Qual foi de grupo	o grau (? * 1 =	de facili nenhur	dade de na 2	e visualização dos objetos em 3D no monitor e = pouca 5 = muita familiariadade	m tarefas
1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	
Os objeto pouco				m caracterizados? * 1 = mal caracterizados dos 5	2 =

0	0	0	0	О
Você pod	e suge	erir melh	orias p	ara os elementos em 3D? Responda abertamente
4				
	entos 3			entre a captação dos marcadores e o aparecimento * 1 = nenhuma 2 = pouca 5 = completa
1	2	3	4	5
0	0	0	0	c
suficiente	s em q	_l uantida	ide? Re	s, tais como: webcam, monitores e outros. Foram esponda abertamente diante das suas impressões ou ar em melhorias do sistema.
4				Þ
				dequada à luminosidade do ambiente em que ocorreu a er mais de uma opção
•		pouca il	luminaç	ão com interferência negativa na experiência
•		muita ilı	uminaç	ão e interferência negativa na experiência
•		média i	luminaç	ão e interferência negativa na experiência
•		pouca i	luminaç	ão, mas não interferiu na experiência
•		muita ilı	uminaç	ão, mas não interferiu na experiência
•		média i	luminaç	gão, mas não interferiu na experiência
•		Outros:	<u>[</u>	
				dequada ao ambiente de fundo captado pela webcam ocê pode escolher mais de uma opção
•		pouco r	uído, na	ão interferiu
•		pouco r	uído, in	terferiu negativamente
•		muito ru	uído, nã	io interferiu

		muito i	ruído, ir	nterferiu negativamente	
•		nenhui	m ruído	, não interferiu	
•		nenhui	m ruído	, interferiu negativamente	
•		Outros	:		
Respon	da abe	rtament	e diante	biente físico em que foi realizada a experiência. e das suas impressões ou sugestões que possam o sistema.	
1				Þ	
Você ac 2 = pou				a Realidade Aumentada? * 1 = nenhuma divertimento do	
1	2	3	4	5	
\circ	0	0	0	C	
	esconf	orto físic	co? Res	Realidade Aumentada você sentiu tontura, enjoo ou sponda apenas se sentiu desconforto, qual foi e qual	
1					
4				<u> </u>	
	ada? *		hum en	nto de como realizar as tarefas em Realidade ntendimento 2 = pouco 5 = estava muito claro	
Aument	ada? *	1 = nen	hum en 4	ntendimento 2 = pouco 5 = estava muito claro	
Aument 1	ada? * 2 Consegui	1 = nen 3 C u posici	hum en 4 C onar a	ntendimento 2 = pouco 5 = estava muito claro	
Aument 1 C Você co	ada? * 2 Consegui	1 = nen 3 C u posici s exercío	hum en 4 C onar a cios? *	ntendimento 2 = pouco 5 = estava muito claro 5	
Aument 1 C Você co	ada? * 2 Consegui	1 = nen 3 C u posici s exercío Apena	hum en 4 C onar a cios? *	ntendimento 2 = pouco 5 = estava muito claro 5 reta sobre o diedro mesmo que em posição diferente	
Aument 1 C Você co	ada? * 2 Consegui	1 = nen 3 u posici s exercía Apena	hum en 4 C onar a l cios? * s nas ta s nas ta	ntendimento 2 = pouco 5 = estava muito claro 5 reta sobre o diedro mesmo que em posição diferente arefas individuais	
Aument 1 C Você co	ada? * 2 Consegui	1 = nen 3 u posici s exercía Apena	hum en 4 C onar a l cios? * s nas ta s nas ta	ntendimento 2 = pouco 5 = estava muito claro 5 reta sobre o diedro mesmo que em posição diferente arefas individuais arefas de grupo	

Você consegui das figuras dos	u posicionar o plano sobre o diedro, mesmo que em posição diferente s exercícios? *
. 🗆	Apenas nas tarefas individuais
• □	Apenas nas tarefas de grupo
• □	Sim, em grupo e individualmente
• □	Não
	u posicionar a casa sobre o diedro e cortar a casa com o plano, n posição diferente das figuras dos exercícios? *
• 📮	Apenas nas tarefas individuais
• 📙	Apenas nas tarefas de grupo
• 📙	Sim, em grupo e individualmente
•	Não
Responda abe	r feito para melhorar o posicionamento dos elementos em 3D? rtamente diante das suas impressões ou sugestões que possam elhorias do sistema.
4	
Durante as tare comunicar com	efas utilizando a realidade aumentada, você utilizou gestos para se
• □	Sim
• □	Não
Você teria inter aumentada? *	resse em participar de um curso online que utilizasse a realidade
• _	não tenho interesse em participar de cursos online
• realid	tenho interesse em participar de cursos online, mas que não utilize a dade aumentada
• Dobjet	tenho interesse maior em cursos online quando for adequado aos tivos da aprendizagem usar a realidade aumentada
Você indicaria	a mídia testada a um amigo? *

•	completamente
•	sim, mas se forem implementadas as melhorias
•	não
<u>S</u> ubmit	

ANEXO D - Certificado do Conselho de Ética

UNIVERSIBADE PEDERAL DE SANTA CATARINA Pro-Renova de Pesquisa e Extensás Comicê de Lica em Pesquisa com Seres Humanos CERTIFICADO

O Comice de Ética em Pesquisa com Seres Hamanas (CEPSH) da Pró-Reitona de Pesquisa e Extensão de Universidade Federal de Santa Caraina, instituído pela PORTARIA N.º0584/GR.99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e ilucionamento do CEPSH, considerando o contido no Regimento Interno do CEPSH, CERTIFICA que os procedimentos que envolvem seres inumanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os principios encos estabelecidos pela Comissão Nacional de Érica em Pesquisa - CONEP

APROVADO

FR: PROCESSO: 2295

§ TEU. O. Diretrizes para o Design de Mídias em Realidade Aumentada: Situar a Aprendizagem Colaborativa Online

AUTOR: VANIA Ribas ULBRICHT, Marta Cristina Goulart Braga

Coordenador do CEPSE UENC

Dezembro

FLORIANOPOLIN, 19 de

Tese apresentada ao Programa de Pósgraduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Departamento de Engenharia do Conhecimento do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do Título de Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento

Orientadora: Vania R. Ulbricht Co-orientador: Tarcisio Vanzin