

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

Interação Natural por Meio de Gestos para Apoio a Docentes no Processo de Ensino em Saúde

Douglas dos Santos Ferreira

João Pessoa

2014

Douglas dos Santos Ferreira

Interação Natural por Meio de Gestos para Apoio a Docentes no Processo de Ensino em Saúde

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Liliane dos Santos Machado

João Pessoa

2014

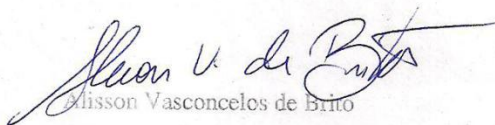
F383i Ferreira, Douglas dos Santos.
 Interação natural por meio de gestos para apoio a
 docentes no processo de ensino em saúde / Douglas dos
 Santos Ferreira.- João Pessoa, 2014.
 105f. : il.
 Orientadora: Liliane dos Santos Machado
 Dissertação (Mestrado) – UFPB/CI
 1. Informática. 2. Realidade virtual. 3. Interação natural.
 4. Educação em saúde.

UFPB/BC

CDU: 004(043)

Ata da Sessão Pública de Defesa de Dissertação de Mestrado de **DOUGLAS DOS SANTOS FERREIRA**, candidato ao Título de Mestre em Informática na Área de Sistemas de Computação, realizada em 29 de abril de 2014.

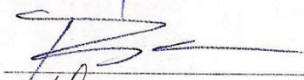
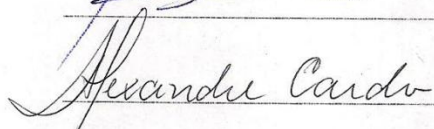
Ao vigésimo nono dia do mês de abril do ano dois mil e quatorze, às quatorze horas, no auditório do CCEN - Universidade Federal da Paraíba - reuniram-se os membros da Banca Examinadora constituída para examinar o candidato ao grau de Mestre em Informática, na área de: "*Sistemas de Computação*", na linha de pesquisa "*Computação Distribuída*", o Sr. **DOUGLAS DOS SANTOS FERREIRA**. A comissão examinadora foi composta pelos professores doutores: LILIANE DOS SANTOS MACHADO (PPGI-UFPB), Orientadora e Presidente da Banca, RUY ALBERTO PISANI ALTAFIG (PPGI-UFPB), examinador interno e ALEXANDRE CARDOSO (UFU), como examinador externo. Dando início aos trabalhos, a professora LILIANE DOS SANTOS MACHADO cumprimentou os presentes, comunicou aos mesmos a finalidade da reunião e passou a palavra ao candidato para que o mesmo fizesse, oralmente, a exposição do trabalho de dissertação intitulado "*INTERAÇÃO NATURAL POR MEIO DE GESTOS PARA APOIO A DOCENTES NO PROCESSO DE ENSINO EM SAÚDE*". Concluída a exposição, o candidato foi arguido pela Banca Examinadora que emitiu o seguinte parecer: "*Aprovado*". Assim sendo, deve a Universidade Federal da Paraíba expedir o respectivo diploma de Mestre em Informática na forma da lei e, para constar, eu, Alisson Vasconcelos de Brito, Coordenador do PPGI, servindo de secretário, lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos membros da Banca Examinadora. João Pessoa, 29 de abril de 2014.


Alisson Vasconcelos de Brito

Prof.ª Dra. Liliane dos Santos Machado
Orientadora (PPGI-UFPB)

Prof. Dr. Ruy Alberto Pisani Altafig
Examinador Interno (PPGI-UFPB)

Prof. Dr. Alexandre Cardoso
Examinador Externo (UFU)

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos a todos que, de alguma forma, dedicaram esforços para colaborar com o desenvolvimento deste trabalho. A Deus, por dar-me força e confiança para continuar buscando alcançar meus objetivos e superar as adversidades encontradas pelo caminho. À minha família, que sempre me apoiou em todos os momentos da vida, incentivando-me e dando motivos para não desistir diante de situações difíceis. À minha orientadora Liliane Machado, pela oportunidade oferecida e dedicação em suas orientações. Aos amigos do Laboratório de Tecnologias para Ensino Virtual e Estatística, que contribuíram com o compartilhamento de experiências e ajudaram para a evolução deste trabalho.

Resumo

No campo de interação humano-computador, métodos de Interação Natural vêm ganhando destaque por proporcionarem a comunicação entre usuário e máquina de maneira fácil e intuitiva, por meio da interpretação de ações naturais das pessoas. Dispositivos de rastreamento óptico são importantes nesse contexto, pois proporcionam o rastreamento do corpo humano, obtendo informações que podem ser usadas para prover a interação de forma natural. No âmbito de desenvolvimento de sistemas de Realidade Virtual para saúde, há a necessidade de se produzirem formas de interação que se assemelhem àquelas comumente realizadas pelas pessoas em atividades do dia-a-dia. Devido às suas características intuitivas, a Interação Natural pode exercer um papel importante nesse cenário, beneficiando o processo de comunicação humano-computador. É relevante destacar que alguns comportamentos naturais podem ser de origem cultural, gerando a necessidade de se identificar as especificidades do público-alvo no que diz respeito à interação com aplicações que proveem interfaces naturais. O objetivo geral deste trabalho é discutir um conjunto de técnicas de Interação Natural por meio de gestos para uso em sistemas de rastreamento por dispositivos ópticos para apoio a docentes de saúde em atividades letivas. Este trabalho inclui o desenvolvimento e validação de um módulo de Interação Natural para um *framework* de desenvolvimento de sistemas de Realidade Virtual para saúde.

Palavras-chave: Interação Natural, Realidade Virtual, Educação em Saúde.

Abstract

In the field of human-computer interaction, Natural Interaction methods has been gaining importance because they provide communication between user and machine through an easy and intuitive way, by interpreting the natural actions of persons. Optical tracking devices are important in this context, because it provides the tracking of human body, obtaining information that can be used to provide the interaction by a natural way. In the development of Virtual Reality systems for health, there is a need to produce forms of interaction that are similar to the commonly performed by people in daily activities. Because of its intuitive features, the Natural Interaction can perform an important role in this scenario, benefiting the process of human-computer communication. It is important to emphasize that some natural behaviors can be of cultural origin, creating the need to identify specific features target audience for an interaction with applications that provide natural interfaces. The general goal of this work is to discuss a set of techniques for Natural Interaction by gestures for use in tracking systems by optical devices to support professors in health teaching activities. It is also presents the development and validation of a Natural Interaction module for a framework for developing Virtual Reality systems for health.

Keywords: *Natural Interaction, Virtual Reality, Health Education.*

Lista de Figuras

Figura 1 – Ilustração do efeito estereoscópico de uma aplicação de RV voltada para a educação (TORI <i>et al.</i> , 2009).	25
Figura 2 - Exemplos de interfaces de a) linhas de comando e de b) janelas.	28
Figura 3 - Fluxo de dados comum em sistemas com interação gestual (SAFFER, 2009).	30
Figura 4 - Exemplo de superfície sensível ao toque (BARALDI <i>et al.</i> , 2008).	31
Figura 5 - Exemplo de câmera <i>time of flight</i> (MESA, s.d.).	32
Figura 6 - Wiimote (LEE, 2008)	32
Figura 7 - a) Kinect (ZHANG, 2012) e b) Xtion (ASUS, s.d.).	33
Figura 8 - Vídeo-capacete com sensores de movimento (NETTO <i>et al.</i> , 2002).	36
Figura 9 - Luva de dados utilizada para interação com um sistema de RV (NUNES <i>et al.</i> , 2011b).	36
Figura 10 - Dispositivo háptico PHANTOM Omni (MACHADO; CARDOSO, 2006).	37
Figura 11. Fluxo de dados no CyberMed após a integração do módulo de IN.	63
Figura 12 - Aplicação desenvolvida com <i>framework</i> CyberMed para treinamento de coleta da medula óssea (SOUZA <i>et al.</i> , 2007).	71
Figura 13 - Arquitetura do CyberMed (MACHADO; SOUZA, 2008).	72
Figura 14. Classes para integração de dispositivos ao CyberMed (FERREIRA; MACHADO, 2013).	73
Figura 15 - Rastreamento 3D a partir de um mapa de profundidade (OPENNI, s.d.).	74
Figura 16 - Arquitetura de um sistema que utiliza o OpenNI (OPENNI, s.d.) (imagem modificada).	75
Figura 17. Classes para o tratamento de informações providas dos dispositivos de interação (FERREIRA; MACHADO, 2013).	76
Figura 18 – Sugestão para estrutura física de sistema de IN para apoio à educação em saúde.	84

Figura 19 - Manipulação 3D de modelos anatômicos.	85
Figura 20 - Transição entre modelos anatômicos.	85
Figura 21 - Indicador visual para interrupção da interação.	86
Figura 22 - Indicador visual para <i>status</i> da interação.	86

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparativo entre aplicações com interação gestual provida por dispositivos de rastreamento óptico que podem ser usadas para apoio à educação.	44
Tabela 2 - Análise das aplicações que se assemelham ao objetivo deste projeto.....	46
Tabela 3 - Gestos utilizados em sistemas de IN com base na revisão de literatura.....	51
Tabela 4 - <i>Frameworks</i> para desenvolvimento de aplicações baseadas em RV para saúde. ...	53
Tabela 5 - Gestos para funcionalidades comuns em sistemas com IN.....	82

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para executar operações de translação.	66
Gráfico 2 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para executar operações de rotação.	66
Gráfico 3 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para executar operações de escala... ..	67
Gráfico 4 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para alternar entre imagens.	68
Gráfico 5 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para interromper a interação com o sistema.	68
Gráfico 6 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para retomar a interação com o sistema.	69
Gráfico 7 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para acessar um menu.	69
Gráfico 8 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para movimentar um cursor.	70
Gráfico 9 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para selecionar opções.	70

Lista de Siglas

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
API	<i>Application Programming Interface</i>
AV	Ambiente Virtual
IHC	Interação Humano-Computador
IN	Interação Natural
NUI	<i>Natural User Interface</i>
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual

Sumário

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE GRÁFICOS	11
LISTA DE SIGLAS	12
SUMÁRIO.....	13
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Motivação	18
1.2 Relevância	19
1.3 Objetivos.....	20
1.4 Contribuições.....	21
1.5 Trabalhos Correlatos na instituição	21
1.6 Estrutura da dissertação	21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 Tecnologia e Educação	24
2.2 Interação Natural	26
2.2.1 Evolução das interfaces de interação.....	27
2.2.2 Interação Natural por meio de reconhecimento de gestos	29
2.3 Realidade Virtual.....	33
2.3.1 Dispositivos de interação em sistemas de Realidade Virtual	35
2.3.2 Realidade Virtual para a saúde	37
2.4 Considerações.....	39

3	ESTADO DA ARTE	40
3.1	Aplicações com Interação Natural para a Educação	41
3.1.1	Comparativo entre as aplicações com IN analisadas.....	42
3.1.2	Conclusão	47
3.2	Gestos comuns à interação com sistemas de IN	49
3.3	<i>Frameworks</i> para desenvolvimento de aplicações baseadas em Realidade Virtual para a área de saúde.....	52
3.3.1	Análise de <i>frameworks</i> para desenvolvimento de sistemas de RV em saúde	53
3.3.2	Conclusão	54
3.4	Considerações.....	54
4	INTERAÇÃO NATURAL PARA APOIAR O ENSINO EM SAÚDE	55
4.1	Metodologia.....	57
4.1.1	Revisão de Literatura.....	57
4.1.2	Pesquisa com profissionais de saúde	58
4.1.2.1	Tipologia da pesquisa	58
4.1.2.2	Cenário do estudo, população e amostra.....	59
4.1.2.3	Instrumentos e procedimento de coleta de dados.....	59
4.1.2.4	Técnica <i>Wizard-of-Oz</i>	60
4.1.2.5	Coleta de dados	61
4.1.2.6	Análise dos dados	62
4.1.3	Desenvolvimento do módulo de IN.....	62
4.2	Considerações.....	63
5	DESENVOLVIMENTO	64
5.1	Análise dos dados	65
5.2	CyberMed	71
5.2.1	Integração do dispositivo de rastreamento óptico ao CyberMed	72

5.2.2	Integração da interface de IN ao CyberMed.....	75
5.3	Considerações.....	76
6	RESULTADOS.....	77
6.1	Técnicas de IN para educadores de saúde	78
6.2	Aplicação Teste	84
6.3	Considerações.....	86
7	CONCLUSÕES	87
7.1	Benefícios providos pela IN em sistemas de RV para saúde	89
7.2	Requisitos para o desenvolvimento de sistemas de IN.....	89
7.3	Trabalhos futuros.....	91
7.4	Considerações finais.....	91
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
9	APÊNDICES.....	99
9.1	Apêndice A: Formulário de Pesquisa	100
9.2	Apêndice B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	103

1 Introdução

Interação é uma ação recíproca que se exerce mutuamente entre duas ou mais coisas (FERREIRA, 2009). Na área da computação, a necessidade de se traduzir a linguagem humana para uma linguagem que seja interpretada por sistemas computacionais, bem como o processo inverso, incitou o surgimento de uma linha de pesquisa denominada IHC (Interação Humano-Computador) (NUNES, A. *et al.*, 2011).

Os sistemas de interação têm evoluído de acordo com a tecnologia disponível na época, adaptando-se ao surgimento de dispositivos de interação e a novos paradigmas de desenvolvimento de *software*. Esse fato é perceptível a partir da análise histórica da evolução dos métodos de interação entre pessoas e computadores, que, em seus primórdios, teve cartões perfurados como forma de entrada de dados para o sistema. Posteriormente, surgiram as interfaces de linhas de comando, permitindo a entrada de dados por meio do teclado e apresentando textos na tela como resultado. Com o advento do *mouse*, a interação em um esquema de janelas e ícones passou a ser utilizada (NUNES, A. *et al.*, 2011).

A evolução do poder computacional propiciou a quebra da barreira do espaço 2D, proporcionando o surgimento de novos paradigmas de interação (KIRNER *et al.*, 2011). O surgimento desses novos paradigmas fez com que os dispositivos de interação convencionais (*mouse* e teclado) não suprissem as exigências de interação das novas interfaces, gerando a necessidade de criação de novos dispositivos que proporcionassem ao usuário novas maneiras de se comunicar com o computador. Estes dispositivos são chamados de não convencionais. Alguns exemplos são: luvas de dados, dispositivos hápticos, *mouses* 3D, capacetes de visualização (*Head-Mounted-Display* - HMD) e dispositivos de rastreamento óptico (BOWMAN, 2005). Nesse contexto, a Realidade Virtual (RV) aparece como forma inovadora de visualização e manipulação 3D de informações. De acordo com Kirner *et al.* (2011), RV é uma interface computacional que fornece ao usuário interação em tempo real, em um espaço 3D gerado por computador, chamado de Ambiente Virtual (AV). Assim, o advento de novos dispositivos tem favorecido a interação humano-computador, estimulando os sentidos humanos e contribuindo para a sensação de imersão do usuário no AV (KIRNER *et al.*, 2011).

Segundo Nunes *et al.*, (2011a), a área da saúde tem sido beneficiada por sistemas de RV, além de ser uma das impulsionadoras do desenvolvimento destes sistemas. A RV pode fornecer recursos importantes para diversas áreas da saúde, favorecendo o desenvolvimento de sistemas para apoio ao ensino, treinamento e terapias. Além da qualidade e realismo dos objetos virtuais exibidos, a interação é fundamental em aplicações baseadas em RV para

apoio ao ensino em saúde, pois pode contribuir para aumentar a motivação do usuário em utilizá-las (NUNES *et al.*, 2011a).

Apesar do uso de dispositivos de interação não convencionais favorecer a experiência do usuário em utilizar um sistema de RV para a saúde, o nível de dificuldade e o tempo necessário para o domínio da utilização do dispositivo de interação podem ser fatores de desmotivação (NUNES *et al.*, 2011a). De acordo com Valli (2005), se um sistema é capaz de interpretar ações naturais do usuário, ele pode fazer com que a interação humano-computador ocorra intuitivamente. Este tipo de interação chama-se Interação Natural (IN) e tem como objetivo interpretar comportamentos naturais das pessoas para prover a interação com o computador de maneira fácil e sem a necessidade de vestir equipamentos (VALLI, 2005). Os usuários podem usar gestos e fala para interagir com um sistema de IN (BIMBO, 2008). Os dispositivos de rastreamento óptico assumem um papel importante nesse contexto, pois não exigem contato com o usuário e podem rastrear a posição de partes do corpo humano (MACHADO; CARDOSO, 2006). Assim, a intuitividade proporcionada por sistemas de IN pode favorecer a interação com sistemas baseados em RV para apoio ao ensino em saúde, reduzindo o nível de dificuldade exigido para a utilização do sistema pelo usuário.

Para Valli (2005), comportamentos naturais podem ter origem cultural, ou seja, serem provenientes de atividades praticadas por determinada sociedade ou grupo de pessoas que possuem os mesmos interesses ou competências. Isso destaca a importância de se analisar especificamente as técnicas de interação comuns aos profissionais de saúde, identificando suas características e particularidades.

O objetivo geral deste trabalho é discutir um conjunto de técnicas de IN por meio de gestos para uso em sistemas de rastreamento por dispositivos ópticos para apoio a docentes de saúde em atividades letivas. Este trabalho inclui o desenvolvimento e validação de um módulo de IN para um *framework* de desenvolvimento de sistemas de RV para saúde.

1.1 Motivação

De acordo com Borba e Penteado (2001), as aplicações computacionais são um recurso motivador para a prática educativa, uma vez que possuem cores, movimentos e imagens. Isso pode favorecer o processo de ensino, pois promove a motivação e torna as aulas mais dinâmicas e interativas. Ferramentas computacionais podem ser utilizadas como apoio ao

ensino de alguns conteúdos que exigem um alto nível de abstração do aluno para que sejam entendidos, como, por exemplo, na área de anatomia, onde há a necessidade de que as estruturas do corpo humano sejam exibidas em três dimensões para que haja a compreensão do que está sendo apresentado (TORI; NUNES, 2009).

Segundo Sparacino (2009), as formas de interação providas por dispositivos convencionais (*mouse* e teclado) limitam a manipulação de informações em sistemas digitais. Para que este problema seja resolvido, é preciso que sejam usadas formas de interação alternativas, que deem mais liberdade ao usuário, utilizando dispositivos não convencionais como luvas de dados, dispositivos hápticos, *mouses* 3D, dispositivos de rastreamento óptico, etc. (BOWMAN, 2005). O uso destes dispositivos pode proporcionar ao usuário a impressão de que a aplicação está funcionando no ambiente real, permitindo a exploração do ambiente e a manipulação realista dos objetos virtuais (KIRNER *et al.*, 2011).

De acordo com Nunes *et al.* (2011a), sistemas de RV aliados à utilização de dispositivos de interação não convencionais, podem beneficiar o processo de ensino em saúde. Porém, sistemas como estes proporcionam certo nível de dificuldade para que o usuário tenha domínio sobre a utilização do dispositivo de interação, o que pode acabar causando desmotivação. Araújo (2010) afirma que alguns professores oferecem resistência à utilização de tecnologias em sala de aula e que um dos principais motivos para isso é a dificuldade em aprender a usar a tecnologia. Desse modo, fica clara a necessidade de se explorar técnicas que facilitem a utilização de sistemas de RV por meio de dispositivos de interação não convencionais. A IN e seus aspectos de intuitividade podem assumir um papel importante nesse contexto e, por isso, tornam relevante a investigação de sua utilização em sistemas de RV para educação em saúde.

Este trabalho tem como motivação os benefícios que podem ser providos por sistemas de RV baseados em IN para o apoio a docentes de saúde em atividades letivas, além da escassez de ferramentas para este fim.

1.2 Relevância

A evolução tecnológica tem proporcionado o desenvolvimento de dispositivos de rastreamento óptico robustos e eficientes, gerando inúmeras possibilidades de desenvolvimento e formas interação. Além disso, a popularização e o consequente

barateamento destas ferramentas fazem com que o custo/benefício para utilização destes dispositivos seja baixo, tornando-os acessíveis a usuários domésticos (GHIROTTI *et al.*, 2010). Este fato oportuniza a criação de variadas formas de interação gestual que podem ser usadas em aplicações com IN. De acordo com Nielsen *et al.* (2004), gestos utilizados para interação com sistemas computacionais devem ter seus diferentes aspectos analisados.

No âmbito de desenvolvimento de aplicações de RV, Nunes *et al.* (2011a) afirma que o realismo da interação é um ponto fundamental em um sistema de RV para educação em saúde. Não basta que os requisitos de realismo visual sejam atendidos, é necessário que o retorno em relação à interação também seja explorado. Para Valli (2005), além das características técnicas dos dispositivos de entrada, outros aspectos devem ser levados em consideração durante o desenvolvimento de aplicações com IN. Questões como qualidade, quantidade e disposição das informações na tela podem influenciar no foco da atenção do usuário, afetando o desempenho do mesmo na utilização do sistema.

Assim, este trabalho é relevante pela necessidade de se investigar como a IN pode beneficiar a interação do usuário em sistemas baseados em RV para auxílio a docentes de saúde. Além disso, diante das inúmeras formas de interação possíveis de serem proporcionadas pelos dispositivos ópticos atuais, é importante definir formas apropriadas de comunicação natural com sistemas de RV e, sabendo das diferenças que podem decorrer da área de formação de cada indivíduo, é importante que as técnicas de interação sejam analisadas perante as particularidades dos profissionais de saúde, visando alcançar um nível satisfatório da qualidade de interação com sistemas de IN.

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é discutir um conjunto de técnicas de IN por meio de gestos para uso em sistemas de rastreamento por dispositivos ópticos para apoio a docentes de saúde em atividades letivas.

Os objetivos específicos são:

- Identificar técnicas de IN por meio de gestos comuns a docentes de saúde em sistemas de RV para apoio a atividades letivas;
- Analisar o conjunto de técnicas identificado;

- Propor técnicas de IN apropriadas à interação com sistemas de RV para apoio a professores em atividades letivas em saúde;
- Desenvolver um módulo de IN para um *framework* de auxílio ao desenvolvimento de sistemas de RV para a saúde como estudo de caso para o conjunto de técnicas proposto;
- Validar o módulo desenvolvido utilizando suas funcionalidades para a produção de uma aplicação teste.

1.4 Contribuições

A principal contribuição deste trabalho consiste em uma discussão sobre técnicas de IN para profissionais de saúde para apoio a atividades letivas.

Como contribuição secundária, tem-se o desenvolvimento de um módulo de IN para um *framework* de auxílio à produção de sistemas de RV para a saúde.

1.5 Trabalhos Correlatos na instituição

Este trabalho se insere na linha de pesquisa em IN e foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologias para o Ensino Virtual e Estatística da Universidade Federal da Paraíba (LabTEVE/UFPB), que tem como objetivo desenvolver e integrar tecnologias voltadas ao Ensino Virtual e Ensino a Distância, abrangendo diversas áreas da ciência.

Na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), um trabalho que explora o conceito de IN é apresentado por Soares (2012), que propõe a manipulação de objetos tridimensionais em um sistema de telemedicina por meio da detecção de movimentos com o uso de sensores infravermelhos. Detalhes sobre este projeto são apresentados na Seção 3.1.

1.6 Estrutura da dissertação

Este trabalho está dividido em sete capítulos: o Capítulo 1 (Introdução) apresenta informações introdutórias sobre os temas que serão abordados no trabalho. O Capítulo 2 (Fundamentação Teórica) mostra informações aprofundadas sobre IN e RV, discutindo técnicas e dispositivos utilizados nesse contexto. No Capítulo 3 (Estado da Arte), é apresentada uma revisão bibliográfica que visa expor o estado da arte no desenvolvimento de

aplicações com IN para a educação, fazendo uma análise aprofundada destas aplicações e situando o presente trabalho em relação ao estado da arte. No Capítulo 4 (Interação Natural para Apoiar o Ensino em Saúde) é apresentado o escopo e os passos para a realização deste projeto. No Capítulo 5 (Desenvolvimento) são mostrados os dados obtidos com a pesquisa e o processo de desenvolvimento do módulo de IN para o CyberMed. No Capítulo 6 (Resultados) são apresentadas as conclusões obtidas com a análise dos dados e a aplicação teste resultante do módulo desenvolvido. E finalmente, no Capítulo 7 (Conclusões), são expostas as conclusões gerais obtidas com a realização deste estudo e sugestões para trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

As tecnologias digitais têm sido amplamente utilizadas para apoio à educação, devido às suas características interativas e inovadoras. Na área da saúde, aplicações computacionais estão sendo usadas para diversos fins, inclusive para apoio ao ensino. Sistemas de RV são utilizados nesse contexto, visando fornecer ao usuário a sensação de imersão no AV. Para isso, são empregados diversos dispositivos e técnicas de interação, como, por exemplo, técnicas de IN.

A fundamentação teórica deste trabalho apresenta informações relacionadas à utilização de tecnologias digitais para apoio à educação, sobretudo na área da saúde. São apresentados os conceitos de RV e IN, além das ferramentas de *hardware* que estão sendo utilizadas neste âmbito.

2.1 Tecnologia e Educação

Nos últimos anos, variados tipos de tecnologias vêm sendo usados como suporte ao processo educacional. De acordo com Borba e Penteado (2001), a utilização de novas tecnologias para apoio à educação pode ser importante para fomentar mudanças positivas nesse cenário. O uso de recursos inovadores em conjunto com metodologias de ensino apropriadas pode ser um fator de motivação em práticas educativas, na medida em que é possível transmitir e gerar conhecimentos de forma dinâmica e interativa por meio de imagens, movimentos, sons, etc. Estas inovações têm causado alterações nos modelos pedagógicos considerados tradicionais, acarretando mudanças na dinâmica social e cultural, e, conseqüentemente, nos valores, competências e habilidades socialmente consideradas como fundamentais para a formação do indivíduo (BORBA; PENTEADO, 2001).

Para Alves (2004), nem todas as tecnologias são relevantes para a educação, porém, as que amplificam os poderes sensoriais e estendem a capacidade de comunicação do indivíduo são importantes aliadas do processo educacional. Algumas tecnologias digitais se encaixam nesse perfil, pois são capazes de estimular os sentidos do usuário e promover sua interação com conteúdos digitais ou com outras pessoas. A interação de um indivíduo com tecnologias digitais pode proporcionar a alteração de suas estruturas cognitivas, possibilitando novas formas de se pensar e agir (ALVES, 2004).

As tecnologias digitais podem ser usadas como mediadoras do processo educacional, apoiando o professor em suas atividades letivas, oferecendo-lhe melhores condições de exibição e manipulação de conteúdos e possibilitando a criação de atividades didáticas mais efetivas e atrativas (ALVES, 2004). Além disso, a tecnologia pode auxiliar no processo de autoaprendizagem, que não está associada a um processo de ensino e se dá por meio da interação do indivíduo com objetos ou pessoas (MORAN, 2009). Assim, a utilização das tecnologias digitais na educação pode ser uma alternativa para solucionar problemas de desmotivação do aluno, além de melhorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

Os recursos tecnológicos utilizados no âmbito educacional podem ser utilizados para diversos fins e variam de acordo com as necessidades dos envolvidos no processo. Atualmente, devido ao acelerado desenvolvimento tecnológico e o consequente barateamento dos equipamentos digitais, aplicações computacionais tem sido amplamente utilizadas para apoiar o processo de ensino e aprendizagem (MORAN, 2009). As aplicações vão desde simples apresentadores de slides a avançados sistemas de RV que exploram os sentidos do usuário, como mostra a Figura 1.



Figura 1 – Ilustração do efeito estereoscópico de uma aplicação de RV voltada para a educação (TORI *et al.*, 2009).

Assim, a utilização de tecnologias digitais se torna um requisito fundamental no processo de ensino e aprendizagem, diante dos benefícios que podem ser providos por elas (MORAN, 2009). Isso gera a necessidade de se promover novas formas de empregar tecnologias no âmbito educacional e criar ações pedagógicas inovadoras.

2.2 Interação Natural

A área de Interação Humano-Computador (IHC) estuda as formas de interação entre pessoas e sistemas computacionais. Nesse âmbito, o paradigma de *mouse* e teclado é dominante, mas as novas formas de interação proporcionadas pelo desenvolvimento tecnológico estão se tornando mais comuns (KAPLAN, 2009).

Uma área da IHC, chamada Interação Natural (IN), vem ganhando destaque por procurar interpretar ações naturais do usuário e fornecer a interação com a máquina de maneira intuitiva. Para Valli (2005), se um sistema é capaz de interpretar ações humanas, as pessoas podem interagir com o computador como se estivessem interagindo com o ambiente real. Nesse sentido, o objetivo da IN é permitir que o usuário comunique-se de maneira natural com sistemas computacionais, fazendo com que o sistema "entenda" ações naturais das pessoas, promovendo formas confortáveis, eficazes e intuitivas de interação (BIMBO, 2008). Valli (2005) define IN como sendo uma forma de interagir com um ambiente em que a necessidade de aprendizagem para a interação seja mínima, fazendo com que qualquer usuário, leigo ou não, seja capaz de utilizar o sistema.

As interfaces fornecidas por sistemas de IN são chamadas de interfaces naturais ou *Natural User Interfaces* (NUIs), que, diferentemente das interfaces convencionais que usam *mouse* e teclado, não exigem do usuário o conhecimento sobre o funcionamento do dispositivo (LIU, 2010). Uma aplicação com interface natural deve fornecer ao usuário o controle de todas as funcionalidades da aplicação por meio da interpretação de ações naturais (WIGDOR; WIXON, 2011).

Para Valli (2005), algumas atividades são consideradas "naturais" por estarem implicitamente definidas nas estruturas mentais e do corpo (ex: manipular objetos pequenos com duas mãos) e outras são consideradas naturais por serem atividades que têm origem cultural e que são comuns na sociedade (ex: alguns gestos, escrever em um papel). Pessoas em espaços com IN têm que ter a sensação de liberdade e não devem sentir que estão seguindo regras. A liberdade dentro do sistema deve garantir que a pessoa interaja, acerte, erre e aprenda com os erros. Na medida em que usuários de sistemas de IN não precisam se preocupar com o manuseio de dispositivos de interação, há uma redução da carga cognitiva do sujeito, aumentando sua concentração no conteúdo da aplicação (BIMBO, 2008; VALLI, 2005).

A experiência vivenciada pelo usuário durante a utilização de um sistema de IN pode definir o sucesso deste. A sensação de estar interagindo diretamente com o conteúdo da aplicação pode induzir o usuário a executar comportamentos espontâneos, aumentando a sensação de imersão na aplicação. Desse modo, a utilização de dispositivos de interação não convencionais é importante nesse contexto, pois podem interpretar ações naturais do usuário, como a fala e os gestos. (VALLI, 2005).

2.2.1 Evolução das interfaces de interação

As formas de comunicação humano-computador evoluem de acordo com a tecnologia disponível na época. Uma das primeiras formas de comunicação com o computador foi a utilização de cartões perfurados, que representavam a informação pela presença ou falta de furos em posições predefinidas nos cartões. Cada furo no cartão representava um tipo de instrução para o computador, onde geralmente cada programa utilizava vários cartões (MARTINS, 2007). Mais tarde, interfaces de linhas de comando (Figura 2 (a)) se tornaram comuns, tendo como dispositivo de entrada o teclado, que provê a comunicação através de textos que representam comandos no sistema. Com a evolução do poder computacional, surgiram as interfaces gráficas (Figura 2 (b)), que fornecem um esquema de janelas com ícones e outros indicadores visuais chamados de WIMP (*Window, Icon, Menu, Pointing Device*), provendo a interação de forma mais fácil com a utilização do *mouse* em conjunto com o teclado, permitindo que usuários leigos também pudessem utilizar sistemas computacionais (NUNES, A. *et al.*, 2011).

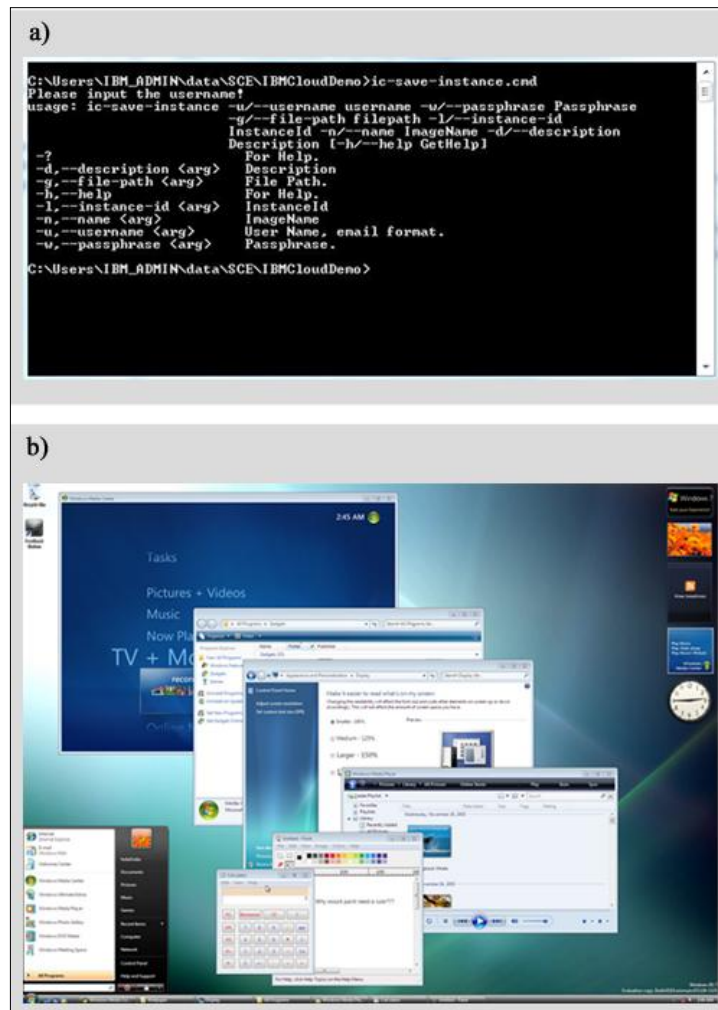


Figura 2 - Exemplos de interfaces de a) linhas de comando e de b) janelas.

A evolução tecnológica permitiu a criação de novos dispositivos de interação que abordam novos paradigmas de comunicação e exploram outros sentidos do usuário (NUNES, A. *et al.*, 2011). Estas novas formas de interação vêm oferecendo modos mais intuitivos de comunicação entre pessoas e máquinas, facilitando o processo de interação (VALLI, 2005). Nesse contexto, a IN utiliza estes novos modos de interação para fazer com que o sistema interprete ações naturais do usuário e faça com que elas tenham sentido para a aplicação computacional. Ao invés de o usuário aprender a utilizar um dispositivo, o sistema interpreta as ações naturais dele e provê a interação humano-computador (BIMBO, 2008).

Atualmente, sistemas de IN são usados em diversas áreas, como: educação (ALVES *et al.* 2012), entretenimento (WILSCHREY *et al.*, 2012) , saúde (CHANG *et al.*, 2012) e outras (CUCCURULLO, 2012; HSU; LIN, 2012). O desenvolvimento

tecnológico e o consequente barateamento da tecnologia favorecem a produção sistemas de IN, pois tornam mais acessíveis financeiramente os dispositivos necessários para a interação com aplicações de IN (VILLAROMAN, 2011).

2.2.2 Interação Natural por meio de reconhecimento de gestos

Gestos são movimentos corporais expressivos e significativos realizados por meio da movimentação das partes do corpo, com o objetivo de transmitir informações ou interagir com o ambiente (MITRA; ACHARYA, 2007). Os gestos são uma das principais ferramentas de suporte à comunicação e podem incluir expressões faciais, movimentos com mãos, dedos, braços, ou qualquer outra parte do corpo (GHIROTTI; MORIMOTO, 2010). Os gestos podem ser divididos em dois grupos: gestos estáticos, onde o usuário não se movimenta e mantém uma postura (ex: indicação do sinal de "pare" com a mão); e gestos dinâmicos, que são definidos pelo movimento das partes do corpo durante o tempo (ex: acenar com a mão). Em geral, a detecção de gestos dinâmicos é mais custosa computacionalmente do que a detecção de gestos estáticos (SAFFER, 2009).

Na área de IHC, para o fornecimento de comandos a um sistema é necessária uma ação física para gerar uma resposta. A diferença entre interfaces convencionais, que utilizam *mouse* e teclado, e as interfaces gestuais é que estas últimas possibilitam um número muito maior de formas de manipulação do sistema (SAFFER, 2009). Assim, gestos assumem um papel importante na área de IN, pois por meio de movimentos corporais as pessoas podem se comunicar naturalmente com sistemas computacionais, fornecendo variados tipos de comandos (VALLI, 2005).

Para que gestos sejam usados para prover a interação com sistemas computacionais, é necessária a utilização de dispositivos de interação não convencionais que sejam capazes de interpretar os gestos executados pelo usuário. Saffer (2009) define três componentes comuns em sistemas com interação gestual:

- **Sensor** - É geralmente um dispositivo eletrônico que tem como função detectar as mudanças no ambiente. Podem ser de diversos tipos, capturando variados tipos de informações, como: pressão, luz e som;

- **Comparador** - As informações da cena obtidas pelo sensor são passadas para o comparador, que compara o estado anterior da cena com o estado atual, e toma as decisões a partir destas informações;
- **Atuador** - É geralmente um dispositivo eletrônico que, a partir das decisões tomadas pelo comparador, fornece uma resposta ao usuário.

A Figura 3 apresenta o fluxo de dados comum em sistemas de interação gestual, de acordo com as informações fornecidas por Saffer (2009).

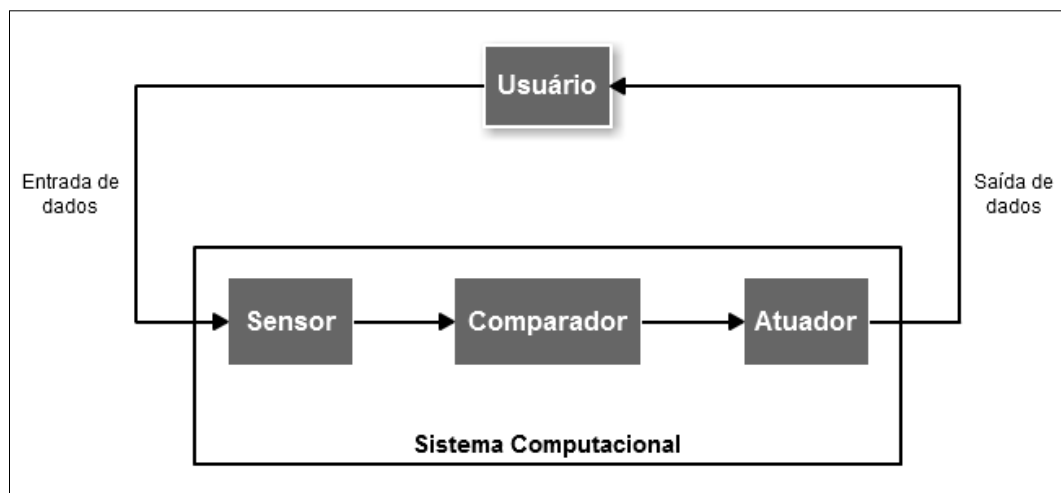


Figura 3 - Fluxo de dados comum em sistemas com interação gestual (SAFFER, 2009).

Os dispositivos utilizados em sistemas de IN por meio de gestos são aqueles que podem obter informações de comportamentos naturais dos usuários de acordo com os movimentos do seu corpo (VALLI, 2005). Os dispositivos que capturam estes dados variam de plataformas sensíveis ao toque a sensores de profundidade.

Os dispositivos com telas sensíveis ao toque (*touchscreens*) são equipamentos que identificam gestos do usuário por meio do contato com superfícies táteis. Eles possuem sensores que definem a posição do toque do usuário, permitindo a interação com o sistema. Com o desenvolvimento tecnológico, estes equipamentos tiveram sua precisão melhorada e, atualmente, é possível identificar múltiplos toques simultaneamente, melhorando a qualidade da interação (BARALDI *et al.*, 2008; SAFFER, 2009). A Figura 4 mostra o exemplo de uma superfície sensível ao toque.

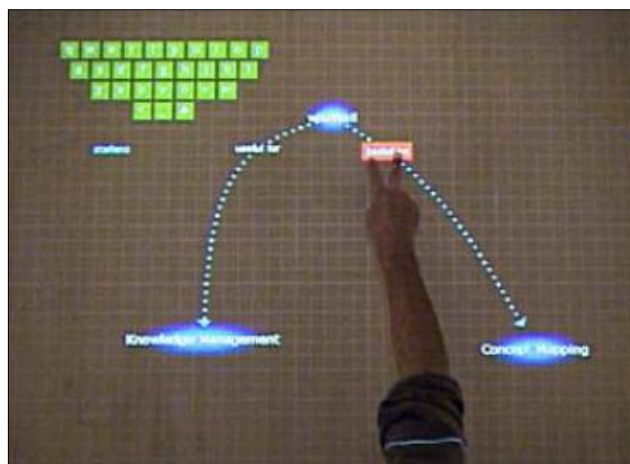


Figura 4 - Exemplo de superfície sensível ao toque (BARALDI *et al.*, 2008).

As câmeras de cor digitais, ou *webcams*, são dispositivos populares e de baixo custo, que podem ser utilizados em sistemas para rastreamento de padrões em imagens capturadas da cena real. Para isso, são utilizadas técnicas de visão computacional para extrair informações relevantes das imagens obtidas pela *webcam* (KIRNER; SISCOUTTO, 2007). Porém, como os algoritmos utilizados para a detecção de padrões usam as informações de cor das imagens obtidas, estas técnicas podem apresentar problemas caso não haja uma iluminação adequada ou, em alguns casos, o plano de fundo do cenário não seja uniforme (LEE; CHUN, 2009).

As câmeras *Time of Flight* (TOF) (Figura 5) são dispositivos que utilizam emissores e receptores de luz infravermelha para obter informações de profundidade da cena real por meio da medição do atraso entre a luz emitida e a luz refletida. A partir destas informações, são usados algoritmos para a detecção de padrões, que, no caso da IN por meio de gestos, acontece o rastreamento das partes do corpo humano. Estes não são dispositivos de baixo custo como as *webcams*, mas não apresentam problemas quanto à iluminação ou coloração do cenário, pois não utilizam as informações de cor das imagens obtidas (TAKAHASHI *et al.*, 2011).



Figura 5 - Exemplo de câmera *time of flight* (MESA, s.d.).

O Wiimote (Figura 6) é um dispositivo que foi lançado em 2006 pela empresa Nintendo. Ele surgiu com a proposta de oferecer um novo meio de interação entre pessoas e AVs. O Wiimote é um controlador *wireless* (sem fio) capaz de rastrear os movimentos do usuário através de um acelerômetro e sensores ópticos que permitem a interação por meio de gestos. O Wiimote possui um sensor infravermelho e três acelerômetros embutidos. Além disso, ele dispõe de um sistema de vibração e um pequeno alto-falante, que emite sons simples (LEE, 2008).

Com o Wiimote, é possível rastrear com qualidade os movimentos do usuário. Porém, é necessário que a pessoa mantenha em mãos o dispositivo durante todo o tempo em que se estiver interagindo com o sistema (YANG; LI, 2011).



Figura 6 - Wiimote (LEE, 2008)

Em novembro de 2010, a empresa Microsoft lançou no mercado um equipamento que tem como proposta fornecer o rastreamento dos movimentos do corpo humano com

qualidade e por um baixo custo. Este equipamento é o Kinect (Figura 7 (a)), que possui uma câmera de cor, um emissor e um receptor de infravermelhos, um conjunto de microfones e um motor de inclinação do dispositivo. Com os sensores de luz infravermelha, é possível gerar um mapa de profundidade da cena real, permitindo o rastreamento dos movimentos do usuário em 3D e a 30 quadros por segundo, com 3,5 metros de alcance, sem a necessidade de contato físico com dispositivos de interação. A câmera de cor também pode ser usada para o rastreamento, além de favorecer a interação proporcionando o retorno de informações de cor ao usuário pelo dispositivo de visualização. O conjunto de microfones permite a entrada de dados de áudio e o motor de inclinação ajusta o ângulo do dispositivo em relação à cena a ser rastreada (BOULOS *et al.*, 2012; ZHANG, 2012).

Com a popularização do Kinect, outra empresa desenvolveu um dispositivo similar. No segundo semestre de 2011, a ASUS lançou o Xtion (Figura 7 (b)), que possui características semelhantes às do Kinect, porém, com um preço de mercado mais elevado e sem possuir um motor de inclinação, fazendo com que esta operação seja realizada manualmente (BOULOS *et al.*, 2012).

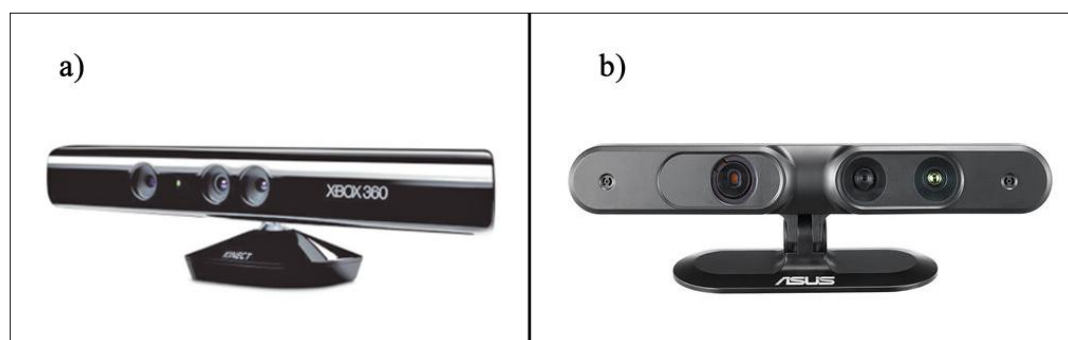


Figura 7 - a) Kinect (ZHANG, 2012) e b) Xtion (ASUS, s.d.).

2.3 Realidade Virtual

De acordo com Kirner e Siscoutto (2007), a RV é uma interface avançada do usuário para acessar aplicações executadas no computador, que visa fornecer, em tempo real, visualização, movimentação e interação do usuário em ambientes 3D. A visão é o sentido mais relevante em aplicações de RV, mas os outros sentidos, como tato e audição, também são explorados a fim de enriquecer a experiência do usuário. Segundo Nunes *et al.* (2011b), existem três características essenciais em sistemas de RV: imersão, interação e envolvimento. A imersão está relacionada com o sentimento de

fazer parte do ambiente e pode ser alcançada por meio de dispositivos de interação não convencionais, que são apresentados na Seção 2.3.1. A interação está ligada à capacidade do sistema de receber dados de entrada do usuário e modificar o mundo virtual em função das ações efetuadas sobre ele. O envolvimento está relacionado com o grau de motivação do usuário na utilização do sistema.

Para Netto *et al.* (2002), a RV pode ser imersiva ou não imersiva. Um sistema imersivo é geralmente implementado com a utilização de dispositivos especiais, como capacetes de visualização ou cavernas, que são salas com projeção das visões nas paredes, teto e piso. A RV não imersiva pode ser alcançada com a utilização de um monitor para a visualização da cena 3D. Apesar de não proverem um grau de imersão elevado, os monitores têm como ponto positivo o baixo custo e a facilidade de uso.

De acordo com Netto *et al.* (2002), para que um sistema seja considerado como de RV, ele deve possuir as seguintes características:

- a) **Interface de alta qualidade** - A RV utiliza uma interface de alto nível entre usuário e máquina, permitindo que ele interaja de maneira intuitiva, imitando o que acontece no mundo real;
- b) **Alta interatividade** - O ambiente deve permitir o maior número possível de ações e reagir de maneira adequada às ações do usuário;
- c) **Imersão** - Como já explicitado, imersão em um sistema de RV é a sensação fornecida ao usuário para que ele sinta-se dentro do mundo virtual, seja com o seu corpo físico ou com uma representação no AV, como um personagem virtual. Assim, o conceito de imersão não está somente ligado à RV imersiva;
- d) **Intuição/Envolvimento** - A exploração da intuição por um sistema de RV é importante, pois pode incitar comportamentos espontâneos do usuário. Portanto, a inserção de elementos do mundo real no AV e o provimento adequado da interação, pode fazer com que o usuário saiba como lidar com estes elementos sem a necessidade de receber instruções;
- e) **Ampliação do Mundo Real** - Com a exploração do envolvimento e da intuição, um sistema de RV atua como uma transferência do mundo real, inserindo no AV características importantes do mundo real, podendo fazer com que o usuário tenha uma noção do que deve fazer e como fazer. Com isso, é fornecido um

ambiente semelhante ao mundo real, porém, com a possibilidade do acréscimo de aspectos que não existem no mundo real.

Um sistema de RV pode não contemplar completamente todos os itens citados acima, mas a ausência total de um deles pode comprometer a classificação do sistema como sendo de RV (NETTO *et al.*, 2002).

A tecnologia de RV, durante muito tempo, teve seu uso restrito a grandes empresas e instituições de ensino devido ao alto custo necessário para sua implementação. Porém, com o avanço tecnológico e o consequente barateamento de *hardware* e *software*, foi possível tornar a RV acessível a usuários com baixo poder aquisitivo. Este fato torna cada vez mais comum o desenvolvimento de sistemas que visam promover a imersão do usuário em AVs (NETTO *et al.*, 2002).

2.3.1 Dispositivos de interação em sistemas de Realidade Virtual

Os dispositivos de interação utilizados em sistemas de RV visam explorar os sentidos do usuário e fornecer a sensação de imersão no AV. Existem vários dispositivos de interação com diferentes finalidades, cabendo ao desenvolvedor do sistema de RV escolher qual mais se adéqua à aplicação, levando em consideração os objetivos desta e a capacidade do *software* de aproveitar as características do *hardware* (NETTO *et al.*, 2002). A seguir, são apresentados alguns destes dispositivos.

a) Vídeo-capacete

O uso de vídeo-capacetes (Figura 8) é comum em sistemas de RV por este ser um dispositivo que isola o usuário do mundo real. Este dispositivo é fixado à cabeça do usuário e é composto por duas pequenas telas em conjunto com lentes especiais, que ajudam a focalizar as imagens que estão próximas aos olhos do usuário. Além disso, podem ser usados como dispositivos de entrada de dados, pois alguns contêm sensores que medem a posição e orientação da cabeça (NETTO *et al.*, 2002).



Figura 8 - Vídeo-capacete com sensores de movimento (NETTO *et al.*, 2002).

b) Luva de dados

A luva de dados (Figura 9) é um dispositivo de interação não convencional semelhante a uma luva comum, que adquire informações a partir dos movimentos da mão e dos dedos do usuário. Em geral, para detectar os movimentos do usuário são utilizados sensores mecânicos ou fibra ótica. A luva de dados pode ser usada em várias áreas, como na indústria cinematográfica, para dar movimento a personagens, ou na medicina, simulando procedimentos cirúrgicos em AVs (KIRNER; SISCOOTTO, 2007; NETTO *et al.*, 2002).

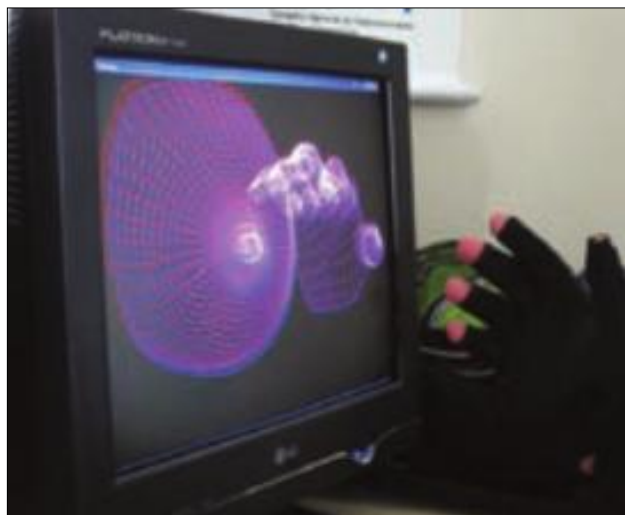


Figura 9 - Luva de dados utilizada para interação com um sistema de RV (NUNES *et al.*, 2011b).

c) Dispositivos Hápticos

Os dispositivos hápticos exploram o sentido do tato do usuário, permitindo que ele perceba características da superfície do material que está sendo "tocado", como rugosidade e rigidez. Com dispositivos hápticos, quando o usuário interage com o sistema de RV, há um retorno de força que estimula o sentido do tato, dando maior realismo à experiência vivenciada pelo indivíduo (NETTO *et al.*, 2002).

Os dispositivos hápticos disponíveis atualmente variam de acordo com a sofisticação e os recursos oferecidos. Existem desde simples *joysticks* com vibração até dispositivos que oferecem altos níveis de interatividade e graus de liberdade, com movimentos de translação e rotação. A Figura 10 mostra o exemplo de um dispositivo háptico.



Figura 10 - Dispositivo háptico PHANTOM Omni (MACHADO; CARDOSO, 2006).

2.3.2 Realidade Virtual para a saúde

A área da saúde vem sendo beneficiada pelo desenvolvimento de sistemas de RV, além de ser uma das impulsionadoras da produção destes sistemas. A RV oferece recursos importantes para a produção de sistemas para saúde, permitindo a navegação em tempo real em ambientes 3D e transmitindo diversos tipos de estímulos ao usuário (NUNES *et al.*, 2011a). A classificação das aplicações de RV para saúde é definida de acordo com a finalidade destas, que podem ser de treinamento de procedimentos, educação, reabilitação e jogos (NUNES *et al.*, 2011b). De acordo com Nunes *et al.* (2011b), a RV na saúde vem sendo usada para: treinamento de estudantes e de profissionais, que podem realizar procedimentos médicos virtuais antes de executá-los em pacientes reais; em terapias, que usam AVs para o tratamento e recuperação de

pacientes; em atlas virtuais 3D para auxílio ao ensino de medicina, provendo visualização 3D de estruturas do corpo humano.

Na literatura, podemos encontrar diversos trabalhos que utilizam a RV em saúde. Como o SITEG (Sistema Interativo para Treinamento em Exames Ginecológicos), que fornece um AV para treinamento na execução de um exame ginecológico do colo do útero (MACHADO; MORAES, 2006). Ou como o sistema de neurocirurgia virtual desenvolvido por Tang *et al.* (2007), que utiliza imagens de ressonância magnética e técnicas de segmentação e reconstrução de imagens. Outra aplicação é o atlas virtual desenvolvido por Ramos e Nunes (2005), que fornece acesso a uma base de dados com o objetivo de favorecer o estudo de anatomia e fisiopatologia do câncer de mama. Várias aplicações que utilizam a RV em saúde são apresentadas por Nunes *et al.* (2011a, 2011b).

Em aplicações de RV para a educação em saúde, são utilizados diferentes dispositivos de interação, desde os convencionais (*mouse* e teclado) até os não convencionais (dispositivos hápticos, luva de dados, sensores de movimento). Para proporcionar maior sensação de imersão no AV, a utilização de dispositivos que proporcionam a visão estereoscópica é importante, pois permite ao usuário observar os elementos do AV com a sensação de profundidade e tornar o processo de ensino-aprendizagem mais motivador (NUNES *et al.*, 2011b). De acordo com Nunes *et al.* (2011a), para que o envolvimento necessário seja alcançado em aplicações de educação em saúde, é importante que o sistema possua uma boa qualidade e realismo na exibição dos objetos virtuais, além da interação adequada com os elementos do AV. Essas características definirão o nível de imersão proporcionado pela aplicação e como ela pode contribuir para aumentar a motivação dos usuários em utilizá-las.

O desenvolvimento de aplicações baseadas em RV para a área da saúde pode ser complexo devido às variadas funcionalidades que podem fazer parte de um sistema como este (MORAES; MACHADO, 2011). Assim, torna-se importante a utilização de ferramentas que agilizem a produção destes sistemas. Nesse contexto, a utilização de *frameworks* pode ser de grande ajuda, pois estes são pacotes de código que colaboram para realizar uma única responsabilidade, aumentando a produtividade no desenvolvimento de *software* (BASTOS *et al.*, 2004).

No desenvolvimento de aplicações de RV para a saúde, é necessário que, além da preocupação com o aspecto técnico, sejam levados em consideração fatores humanos e éticos, o que torna esse processo uma tarefa complexa (NUNES *et al.*, 2011a).

2.4 Considerações

Neste Capítulo, foram apresentadas informações sobre os conceitos e as ferramentas utilizadas em sistemas de IN e de RV, além de considerações sobre a utilização de tecnologias na educação. Os benefícios que podem ser providos pelas inovações tecnológicas ao processo educacional reforçam a importância de se empregar sistemas de RV e de IN no processo de ensino e aprendizagem.

A partir dos dados apresentados, pode-se observar que a IN tem uma estreita relação com os sistemas RV, que tem como um dos principais requisitos a ampliação do mundo real em AVs. A IN assume um papel importante nesse cenário, sabendo que sua característica principal é o provimento de métodos naturais e intuitivos de interação do usuário com o computador, aproximando as ações realizadas no mundo virtual das realizadas no mundo real.

Na área da saúde, sistemas de RV ganham importância graças às funcionalidades que eles oferecem, favorecendo o desenvolvimento de aplicações para treinamento, reabilitação e educação. A utilização de *frameworks* nesse processo é relevante, levando em consideração a complexidade para a produção de um sistema de RV para saúde. A utilização de dispositivos que vão além do *mouse* e teclado é importante neste âmbito, pois favorecem a sensação de imersão no mundo real. Os dispositivos de rastreamento óptico podem ser importantes nesse processo, pois possibilitam a detecção dos movimentos do usuário em tempo real, sem a necessidade de manuseio de dispositivos. Portanto, dispositivos ópticos podem ser usados para prover IN em sistemas de RV para saúde, favorecendo seus aspectos de interação.

3 Estado da arte

O desenvolvimento tecnológico e o consequente barateamento de *hardware* tem proporcionado o desenvolvimento de aplicações computacionais para diversas áreas. No campo de educação em saúde, estes sistemas vêm sendo utilizados para vários fins, como treinamento, avaliação e apoio ao ensino. As formas de interação variam de acordo com o objetivo de cada aplicação e a IN tem se destacado nesse cenário graças ao surgimento de dispositivos de interação mais eficientes e acessíveis financeiramente. Para agilizar o desenvolvimento de sistemas como estes, geralmente são utilizados *frameworks* que permitem o reuso de código e aumentam a produtividade no desenvolvimento de *software*.

Este Capítulo apresenta uma visão geral sobre o que tem sido desenvolvido na área da educação com a utilização de técnicas de IN por meio de dispositivos ópticos e os gestos mais comumente utilizados em aplicações com IN, além de mostrar uma análise sobre os principais *frameworks* para desenvolvimento de sistemas de RV para saúde.

3.1 Aplicações com Interação Natural para a Educação

A tecnologia está fazendo parte de todas as áreas do nosso cotidiano, como no trabalho, estudos, comunicação e entretenimento. Este fato tem sido impulsionado por estudos na área de IHC que visam melhorar as formas de comunicação entre humanos e máquinas, tornando este processo fácil e agradável (VILLAROMAN *et al.*, 2011). Os dispositivos ópticos são amplamente utilizados nesse contexto, na medida em que possibilitam o rastreamento dos movimentos do usuário para que o sistema identifique suas intenções (KARAM, 2006). A evolução e o barateamento da tecnologia para rastreamento óptico vêm fazendo com que a produção de sistemas com interação gestual seja cada vez mais frequente (BOULOS *et al.*, 2011). De acordo com Girbacia e Butnariu (2012), a utilização de dispositivos e métodos de interação não convencionais, como os que utilizam dispositivos de rastreamento óptico, vem assumindo um papel fundamental no processo educacional, provendo grandes benefícios a essa área.

Esta Seção apresenta uma análise sobre trabalhos que propõem a utilização de sistemas com IN por meio de dispositivos ópticos como auxiliares do processo de ensino.

Foram realizadas pesquisas com o auxílio do Google Acadêmico¹ e do portal Periódicos da CAPES², incluindo as bases de artigos científicos: *IEEE Xplore*, *Elsevier*, *SpringerLink*, *Scielo*, *ACM Digital Library*. As buscas basearam-se nas seguintes palavras-chave: *natural interaction*, *natural user interface*, *gesture interface*, *virtual reality*, *education*, *health*.

A pesquisa visou encontrar trabalhos relevantes dos últimos seis anos (2008-2013) que apresentassem sistemas com IN para auxílio ao processo de ensino. As buscas retornaram 512 títulos, de onde foram escolhidos 52 trabalhos para análise. Os trabalhos selecionados foram aqueles que apresentavam sistemas com IN que pudessem ser utilizados como auxiliares do processo de ensino, independente de terem sido desenvolvidos exclusivamente para isso. Após uma análise aprofundada dos trabalhos selecionados e de suas referências bibliográficas, 13 trabalhos foram selecionados para compor a Seção do Estado da Arte deste projeto.

3.1.1 Comparativo entre as aplicações com IN analisadas

Com base em informações obtidas a partir da análise das aplicações com IN para apoio ao processo de ensino, foi criada a Tabela 1, que facilita a visualização dos dados referentes aos sistemas analisados, a fim de investigar o estado da arte na área de IN baseada em dispositivos ópticos para a educação. A Tabela 1 destaca, sobre os trabalhos analisados, as seguintes informações:

- Dispositivos utilizados para o rastreamento das partes do corpo do usuário;
- Partes do corpo rastreadas para fornecer a interação com o sistema;
- Objetivos da aplicação;
- Se há possibilidade de ser utilizado em sala de aula como auxílio ao professor;
- Se oferece manipulação direta de modelos 3D;
- Se foi desenvolvido exclusivamente para a área de educação em saúde.

O conceito de manipulação direta é definido por Valli (2008) como sendo a possibilidade, oferecida pelo sistema ao usuário, de manipular objetos contidos no AV, de modo a controlá-los como se estivesse em uma situação no mundo real. No contexto

¹ <http://scholar.google.com.br/>

² <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

de interação provida por dispositivos ópticos, devido à necessidade de se definir o número de gestos reconhecidos pelo sistema e à limitação do retorno sensorial, a manipulação direta é fornecida pelo sistema a fim de dar oportunidade ao usuário a interagir e controlar, em três dimensões, objetos do AV por meio de gestos pré-definidos e ter retorno visual das ações realizadas no AV.

Tabela 1 - Comparativo entre aplicações com interação gestual provida por dispositivos de rastreamento óptico que podem ser usadas para apoio à educação.

Aplicação	Dispositivos utilizados	Partes do corpo rastreadas	Objetivo	Pode ser utilizado em sala de aula?	Oferece manipulação direta de modelos 3D?	Desenvolvido para a área de educação em saúde?
Alves <i>et al.</i> (2012)	Kinect	Mãos	Auxiliar na alfabetização de crianças	Sim	Não	Não
Araujo <i>et al.</i> (2012)	Kinect	Mãos	Auxiliar na aprendizagem de língua estrangeira	Sim	Não	Não
Boulos <i>et al.</i> (2011)	Kinect	Mãos	Oferecer navegação em um sistema de informações geográficas por meio de gestos	Sim	Não	Não
Cuccurullo <i>et al.</i> (2012)	Kinect	Mãos e braços	Transição de slides por meio de gestos	Sim	Não	Não
Dias <i>et al.</i> (2011)	Kinect	Mãos	Visualização 3D de moléculas químicas em uma MiniCave	Sim	Não	Não
Ghirotti <i>et al.</i> (2010)	2 webcams	Mãos	Resolução de quebra-cabeças por meio de gestos	Não	Sim	Não
Jeong <i>et al.</i> (2012)	Kinect	Mãos e dedos	Funcionalidades interativas por meio de RA a livros impressos	Não	Sim	Não

Tabela 1 - Comparativo entre aplicações com interação gestual provida por dispositivos de rastreamento óptico que podem ser usadas para apoio à educação.

Aplicação	Dispositivos utilizados	Partes do corpo rastreadas	Objetivo	Pode ser utilizado em sala de aula?	Oferece manipulação direta de modelos 3D?	Desenvolvido para a área de educação em saúde?
La Marca <i>et al.</i> , (2010)	Wii mote e Luva de dados	Braços, mãos e dedos	Auxiliar no ensino da Língua de Sinais	Sim	Não	Não
Lee <i>et al.</i> (2012)	Kinect	O corpo inteiro	Auxiliar o processo de aprendizagem de matemática	Sim	Não	Não
Richards-Rissetto <i>et al.</i> (2012)	Kinect	O corpo inteiro	Explorar informações geográficas	Sim	Não	Não
Soares (2012)	Kinect	Mãos	Manipulação de estruturas anatômicas 3D por meio da interação com botões virtuais	Sim	Não	Sim
Sonnino <i>et al.</i> , 2013	Kinect	Mãos	Manipulação de objetos virtuais	Sim	Sim	Não
Tori <i>et al.</i> (2009)	Webcam	Mãos	Visualização 3D de estruturas anatômicas	Não	Sim	Sim

Com os dados apresentados na Tabela 1, é possível perceber, sobre as aplicações analisadas, que:

- As aplicações com IN tendem a utilizar dispositivos de rastreamento com tecnologia mais avançada e que ofereçam qualidade de rastreamento por um baixo custo;
- As mãos são as partes do corpo mais utilizadas para a interação com sistemas de IN por meio de rastreamento óptico. Isso se deve, possivelmente, ao fato de que o ato de utilizar as mãos para interagir com objetos reais está implicitamente definido nas estruturas mentais do ser humano (VALLI, 2005);
- A maioria dos sistemas de IN para educação não são desenvolvidos exclusivamente para auxiliarem professores em sala de aula, mas, apesar disso, podem ser improvisados e suas funcionalidades aproveitadas para auxiliarem o processo de ensino;
- A manipulação direta de modelos 3D não é oferecida pela maioria das aplicações;
- A maior parte das aplicações não é desenvolvida exclusivamente para a área de educação em saúde, mas algumas contêm funcionalidades que podem ser usadas para esse fim.

As aplicações que mais se assemelham ao objetivo do projeto que está sendo proposto são as apresentadas por Soares *et al.* (2012), Tori *et al.* (2009), Jeong *et al.*, (2012) e Sonnino *et al.*, 2013. A Tabela 2 mostra uma análise dos pontos positivos e negativos destas aplicações, visando expor as vantagens do trabalho que está sendo desenvolvido e situá-lo em relação ao estado da arte.

Tabela 2 - Análise das aplicações que se assemelham ao objetivo deste projeto.

Aplicação	Prós	Contras
Jeong <i>et al.</i> , (2012)	• Baixo custo para implementação; • Manipulação direta dos modelos 3D; • Boa qualidade de rastreamento e de exibição dos modelos 3D.	• Necessidade de marcadores fiduciais para a exibição dos modelos; • As mãos do usuário devem ficar abaixo do dispositivo de rastreamento, limitando sua movimentação.

Soares (2012)	• Baixo custo para implementação; • Visualização realista de estruturas anatômicas 3D; • Boa qualidade de rastreamento e de exibição dos modelos 3D.	• A manipulação das estruturas acontece com o uso de botões virtuais, prejudicando a concentração do usuário.
Sonnino <i>et al.</i> , 2013	• Baixo custo para implementação; • Visualização e manipulação realista de objetos 3D; • Manipulação da linha do tempo.	• Estereoscopia com método anaglifo, em alguns casos, pode causar desconforto.
Tori <i>et al.</i> (2009)	• Baixo custo para implementação; • Visualização realista de estruturas anatômicas 3D.	• Não oferece rastreamento 3D; • Qualidade de rastreamento limitada, exigindo que o usuário fique próximo ao dispositivo óptico.

Analisando a tabela, constata-se a relevância da produção de aplicações para apoio a profissionais de saúde que possa ser implementada por um baixo custo e ofereça manipulação direta de estruturas anatômicas 3D, permitindo que o rastreamento aconteça a distâncias significativas e oferecendo liberdade de movimentação ao usuário.

3.1.2 Conclusão

Devido ao desenvolvimento tecnológico e o consequente barateamento dos dispositivos de rastreamento óptico, torna-se visível o crescimento de aplicações com interação gestual para as mais diversas áreas. No campo da educação, estas aplicações têm como objetivo prover formas mais atrativas, lúdicas e eficientes de visualização e interação. Porém, com a revisão de literatura, foi possível perceber que o desenvolvimento de aplicações com IN como auxiliadoras do professor em sala de aula ainda é escasso. Grande parte dos sistemas de IN não é desenvolvida para este fim, mas acabam sendo usados como improviso na sala de aula.

A partir da análise de trabalhos que propõem a utilização de IN na educação, foi possível concluir que não existe um padrão para definição dos gestos a serem utilizados. Valli (2005) afirma que ações naturais são aquelas comuns aos seres humanos, sejam elas de origem natural ou cultural. Portanto, interfaces naturais podem utilizar qualquer tipo de gestos para fornecer a interação, desde que sejam intuitivos e fáceis de serem

executados. De acordo com Cuccurullo *et al.* (2012), estes gestos devem ter um claro relacionamento com as ações que são realizadas no mundo real, favorecendo a diminuição da carga mental necessária para a execução das tarefas.

Em relação ao aspecto ergonômico da interação gestual, é necessário investigar se os movimentos que o usuário irá realizar causarão desconforto ou irão provocar a lesão de alguma estrutura do corpo. Para Saffer (2009), algumas características devem ser levadas em consideração no desenvolvimento de interfaces baseadas em gestos, visando o conforto do usuário ao interagir com a aplicação: evitar gestos repetitivos; proporcionar posições confortáveis; evitar que o usuário permaneça parado durante muito tempo ou que realize movimentos que exijam muita força para serem executados. Em aplicações para sala de aula, esses aspectos merecem destaque, pois o professor permanece em pé e gesticulando por longos períodos tempo. Ghirotti e Morimoto (2010) destacam a importância de se definir gestos que indiquem um estado de descanso para o usuário, onde há a interrupção da interação, e gestos que a iniciam novamente. No modo de descanso, o usuário poderá se movimentar livremente sem que execute comandos indesejados.

No que diz respeito aos dispositivos utilizados para interação com sistemas de IN e às formas de visualização e processamento das informações, é importante destacar que, embora um sistema possa prover elevados níveis de imersão e formas de interação avançadas, não significa que este seja a melhor opção para todas as ocasiões. O custo de implementação de um sistema como este pode ser muito elevado, o que torna relevante a investigação de soluções alternativas para um determinado problema, que podem proporcionar o mesmo nível de qualidade por um custo consideravelmente menor. Como, por exemplo, o sistema apresentado por Dias *et al.* (2011), que exige um grande aparato tecnológico para gerar a visualização estereoscópica de moléculas químicas 3D. Para uma aula de química simples, um único projetor e um dispositivo de rastreamento óptico para fornecer a manipulação direta das informações poderiam suprir as necessidades.

Assim, é possível concluir que o desenvolvimento de aplicações com IN deve fornecer intuitividade, conforto e facilidade na execução dos gestos utilizados para a interação. Isto vem sendo usado em diversas áreas, mas no campo educacional para auxílio ao docente, a utilização de sistemas de IN é insuficiente. Desse modo, o desenvolvimento de aplicações com IN para apoio à educação em saúde é relevante.

3.2 Gestos comuns à interação com sistemas de IN

Esta Seção apresenta funcionalidades e gestos comuns à interação com sistemas de IN com base na análise de referências bibliográficas, visando mostrar as técnicas de interação que têm sido usadas em sistemas deste tipo.

É importante destacar que não existe um padrão para a definição dos gestos a serem utilizados em um sistema, entretanto, como afirmam Valli (2005) e Cuccurullo *et al.* (2012), é relevante que eles possuam um claro relacionamento com as ações realizadas no mundo real, para que o usuário possa executá-los de maneira espontânea. A utilização das mãos é comum em ambientes com IN, pois estes são os membros mais usados para a manipulação de objetos no mundo real (VALLI, 2005). Assim, a maioria das aplicações com interação gestual têm as mãos como os membros que são rastreados para fornecer a interação. Se o sistema for capaz de rastrear o posicionamento dos dedos do usuário, é possível tornar a interação ainda mais natural (BOWMAN *et al.*, 2012; KARAM, 2006, VALLI, 2005).

São várias as funcionalidades que podem ser providas por sistemas de IN. A seguir, são listadas tarefas comuns a estes sistemas com base na revisão de literatura:

Transformações espaciais – A manipulação de objetos virtuais 3D é comum em sistemas de IN (BERGH *et al.*, 2011; VALLI, 2005). De acordo com Ferreira (2009), manipular significa: preparar com a mão; imprimir forma a alguma coisa com a mão. No contexto de sistemas virtuais, a manipulação dos objetos está relacionada com as transformações espaciais possíveis de serem realizadas sobre estes no AV, como translação, rotação e escala (BOWMAN *et al.*, 2012; GHIROTTI; MORIMOTO, 2010). Além disso, a manipulação também está relacionada com a mudança visual (cor ou textura) e comportamental (iniciar e parar movimento) dos objetos.

Navegação em menus – A navegação em menus é comumente utilizada em sistemas de IN para fornecer opções que possibilitem o acesso às configurações do sistema e a exploração de suas funcionalidades, permitindo ao usuário ajustá-lo conforme suas necessidades (BOWMAN *et al.*, 2012; DIAS *et al.*, 2011). A navegação em menus inclui comandos para a aparição do menu, a movimentação de um cursor e a seleção de itens (MITRA; ACHARYA, 2007).

Interromper e retomar interação – Para que o usuário possa visualizar o AV sem que sua movimentação modifique as informações do sistema, torna-se importante a utilização de gestos que interrompam a interação e possibilitem momentos de descanso ou de livre movimentação, sem que haja interferência no AV. Ou seja, o usuário deve ter a opção de fazer com que o sistema ignore suas ações até que um gesto predefinido que indique a intenção de interação seja executado. É essencial que, tanto o gesto que define a pausa na interação como o que a retoma sejam significativamente diferentes dos demais gestos, para que sua execução não prejudique a interação natural com o sistema (GHIROTTI; MORIMOTO, 2010).

Atualmente, os dispositivos de rastreamento óptico fornecem boa qualidade de rastreamento do corpo humano, porém, ainda possuem limitações de precisão que aumentam a complexidade na definição dos gestos a serem utilizados para a interação. Esta complexidade é ocasionada pelos conflitos que podem ser causados pela execução de gestos semelhantes que o sistema é incapaz de diferenciar, gerando confusão na execução dos comandos fornecidos pelo usuário (BOWMAN *et al.*, 2012; VALLI, 2005). Assim, é importante que os gestos a serem utilizados em sistemas de IN sejam claros e distintos, visando evitar conflitos que comprometam a interação.

A Tabela 3 apresenta os gestos mais comuns referentes às tarefas citadas acima em sistemas de IN, observados na revisão de literatura:

Tabela 3 - Gestos utilizados em sistemas de IN com base na revisão de literatura.

Funcionalidade	Gestos
Translação	Uma mão, realizando o gesto de segurar e soltar; Uma mão para indicar a operação desejada e outra para executá-la.
Rotação	Duas mãos, rotacionando-as como se segurasse o objeto entre elas; Uma mão para indicar a operação desejada e outra para executá-la.
Escala	Duas mãos, distanciando-as; Uma mão, aproximando e afastando-a do dispositivo de rastreamento; Uma mão para indicar a operação desejada e outra para executá-la.
Transição de imagens/modelos	Gesto semelhante ao de passar uma página; Estender o braço direito ou esquerdo; Girar a cabeça para a direita ou esquerda.
Interromper a interação	Uma mão, indicando o gesto de “pare” por alguns segundos; Duas mãos, indicando o gesto de “pare”; Cruzar os braços.
Retomar a interação	Acenar com a mão; Levantar os braços; Polegar para cima.
Acessar um menu	Estender os braços para as laterais ou para cima; Apontar com o dedo indicador para o dispositivo de rastreamento; Polegar para cima.
Movimentar o cursor	Movimentar o dedo indicador ou a mão; Movimentar outras partes do corpo (cabeça, olhos, nariz).
Selecionar	Permanecer com o dedo ou a mão sobre o item desejado; Aproximar o dedo ou a mão do dispositivo.

É possível observar que os gestos para a execução de tarefas comuns em sistemas com IN são variados. Levando em consideração a diferença que pode ocorrer entre o que é natural para cada indivíduo devido às diferenças culturais de cada um deles, é relevante que sejam realizados estudos para se identificar as técnicas de interação mais convenientes para cada grupo de usuários.

3.3 Frameworks para desenvolvimento de aplicações baseadas em Realidade Virtual para a área de saúde

O processo de desenvolvimento de aplicações baseadas em RV para a saúde pode apresentar um elevado grau de complexidade para os desenvolvedores, levando em consideração as variadas funcionalidades que podem fazer parte de um sistema deste tipo (MORAES; MACHADO, 2011). Algumas das funções que podem ser oferecidas por sistemas baseados em RV para a área da saúde são: comunicação com dispositivos de interação, métodos de deformação e detecção de colisão, leitores de modelos 3D, processamento gráfico e métodos de visualização (MORAES; MACHADO, 2011).

Nesse contexto surgem os *frameworks*, que são pacotes com implementações abstratas que permitem a reutilização de código e colaboram para realizar uma responsabilidade, com o objetivo de aumentar a produtividade no desenvolvimento de *software* (BASTOS *et al.*, 2004). Para Mossel *et al.* (2012), um *framework* deve ser de fácil compreensão, possuir boa documentação e ser flexível para suportar novas extensões. Desse modo, a utilização de *frameworks* pode ser considerada importante para o desenvolvimento de sistemas baseados em RV para a área da saúde.

Assim, para a realização deste trabalho, foi considerada relevante a análise de *frameworks* usados para a produção de aplicações de RV para a saúde presentes na literatura. Foram encontradas ferramentas que disponibilizam conjuntos de métodos que facilitam o desenvolvimento de sistemas de RV e fornecem: integração de APIs (*Application Programming Interfaces*) para dar suporte à integração de dispositivos de interação; métodos de colisão e deformação de modelos 3D; métodos de visualização de informações.

A seguir, é apresentada uma análise sobre alguns *frameworks* para desenvolvimento de sistemas de RV para a saúde encontrados na literatura, destacando

suas principais características e funcionalidades, a fim de investigar o que está sendo oferecido neste âmbito, atualmente.

3.3.1 Análise de *frameworks* para desenvolvimento de sistemas de RV em saúde

Após pesquisas na área de desenvolvimento de sistemas de RV para saúde, foi possível identificar os principais *frameworks* utilizados para agilizar o processo de produção destes sistemas. A Tabela 4 apresenta um comparativo entre os *frameworks* analisados, evidenciando seus atributos em relação ao suporte à integração de dispositivos não convencionais, às funcionalidades fornecidas e ao auxílio no desenvolvimento de aplicações com IN.

Tabela 4 - *Frameworks* para desenvolvimento de aplicações baseadas em RV para saúde.

<i>Framework</i>	Dispositivos não convencionais suportados	Funcionalidades	Suporte à Interação Natural?
ViMet (CORRÊA; NUNES, 2009)	Dispositivos hápticos e luva de dados	Estereoscopia, deformação e colisão	Não
VPAT (FREITAS <i>et al.</i> , 2003)	Aceita integração	Estereoscopia, deformação e colisão	Não
GiPSi (CAVUSOGLU <i>et al.</i> , 2004)	Dispositivos hápticos	Deformação, colisão e sistema de colaboração	Não
SOFA (ALLARD; COTIN, 2007)	Aceita integração	Deformação e colisão	Não
CyberMed (MACHADO <i>et al.</i> , 2009)	Hápticos, luvas e rastreamento óptico e magnético	Estereoscopia, deformação, colisão, avaliação do usuário	Não

Analisando a Tabela, é possível observar que:

- Os dispositivos hápticos são os dispositivos não convencionais mais comumente suportados pelos *frameworks* analisados. Isso pode ocorrer devido às respostas que são transmitidas para o usuário por meio das sensações táteis providas por

estes dispositivos, e que são relevantes para as simulações de saúde (SOUZA *et al.*, 2006);

- Métodos de deformação e colisão são fornecidos por todas as ferramentas de desenvolvimento analisadas, por serem tarefas comuns a sistemas de RV em saúde (MORAES; MACHADO, 2011);
- Nenhum dos *frameworks* oferece suporte ao desenvolvimento de aplicações de RV com IN;

3.3.2 Conclusão

Sistemas de RV para a saúde vêm exigindo mais realismo na interação e apresentação dos dados, aumentando a complexidade de desenvolvimento e gerando a necessidade de criação de ferramentas que auxiliem os desenvolvedores. Os *frameworks* aparecem nesse contexto com o objetivo de agilizar o processo desenvolvimento de sistemas de RV por meio da disponibilização de pacotes de códigos que trabalham para um objetivo em comum, fornecendo métodos para tratamento das informações e suporte para a integração de dispositivos de interação. Estas ferramentas apresentam diferenças quanto às funcionalidades disponibilizadas e ao modo como são implementadas.

Em geral, as plataformas de desenvolvimento de aplicações de RV para a saúde oferecem suporte à integração de dispositivos de interação não convencionais, visando proporcionar sensações realistas aos usuários. Os dispositivos hápticos são os mais utilizados por proporcionarem sensações táteis, que são importantes para a aquisição de experiências psicomotoras pelo usuário em sistemas de treinamento (SOUZA *et al.*, 2006). No contexto de sistemas com IN, a utilização de dispositivos de rastreamento óptico é relevante, pois torna possível o reconhecimento de gestos do usuário para prover a interação de forma natural.

3.4 Considerações

Este Capítulo apresentou uma análise sobre aplicações desenvolvidas na área da educação com a utilização da IN e sobre *frameworks* para o desenvolvimento de aplicações de RV para saúde. Com isso, é possível ter uma visão geral sobre o que tem sido desenvolvido nesta área, possibilitando a tomada de decisões em relação aos estudos que devem ser realizados visando o preenchimento de lacunas neste campo.

4 Interação Natural para Apoiar o Ensino em Saúde

Valli (2005) afirma que uma das principais características da IN é a intuitividade, que facilita a utilização do sistema na medida em que oferece formas naturais de interação ao usuário. Este aspecto é importante na área da educação, levando em consideração que um dos principais motivos para a resistência dos professores em utilizar a tecnologia como auxiliadora do processo educacional é a dificuldade de aprender como utilizá-la (ARAÚJO, 2010). Além de serem intuitivas, as experiências proporcionadas por sistemas de IN podem aumentar a sensação de imersão do usuário na aplicação, motivando a sua utilização (VALLI, 2005). Com a análise do estado da arte em aplicações com IN para apoio ao ensino (Capítulo 3), foi possível perceber que existe uma carência no que diz respeito à utilização deste tipo de interação no âmbito educacional, em especial na educação em saúde.

Em relação à RV, Nunes *et al.* (2011a) afirma que esta pode prover benefícios à educação em saúde, pois fornece recursos importantes que favorecem o processo educacional, como realismo na apresentação visual das informações e formas de interação que promovem a sensação de imersão do usuário no AV. Mas para que estes objetivos sejam alcançados, é necessário o uso de métodos de interação providos por dispositivos que vão além do *mouse* e do teclado, chamados de dispositivos não convencionais. Por serem equipamentos complexos, o grau de dificuldade para utilizá-los é elevado, fazendo com que, de acordo com Nunes *et al.* (2011a), possam causar a desmotivação do usuário em utilizar o sistema de RV. Esta é uma barreira a ser superada, que gera a necessidade de desenvolvimento métodos de interação não convencionais de fácil aprendizado e utilização.

No contexto do desenvolvimento de aplicações de RV para saúde, várias são as funcionalidades que podem ser oferecidas por estes sistemas, o que aumenta a complexidade do processo de produção (MORAES; MACHADO, 2011). Assim, torna-se relevante a utilização de *frameworks* que agilizem o processo de desenvolvimento de sistemas de RV e forneçam conjuntos de métodos que aumentem a produtividade. Porém, perante a análise do estado da arte dos *frameworks* para desenvolvimento de sistemas de RV para saúde (Seção 3.3), constatou-se que estes apresentam uma escassez em relação à disponibilização de técnicas de IN.

Portanto, percebe-se a necessidade de produção de ferramentas educacionais para apoiar atividades letivas na área de saúde, que proporcionem experiências motivadoras e que sejam de fácil utilização para o docente. Com isso, este trabalho propõe discutir

técnicas de IN em aplicações para apoio letivo em saúde e investigar os benefícios da IN à educação em saúde. Visando preencher a lacuna em relação à disponibilização de técnicas de IN em *frameworks* para saúde, será integrado um módulo de IN ao CyberMed (MACHADO *et al.*, 2009), um *framework* para desenvolvimento de sistemas de RV para saúde.

Com o desenvolvimento deste trabalho pretende-se: identificar técnicas de IN por meio de gestos comuns a docentes de saúde em sistemas de RV para apoio a atividades letivas; propor um conjunto de técnicas de IN em aplicações para apoio a professores de saúde em sala de aula; desenvolver um módulo de IN para um *framework* de RV para saúde (CyberMed). Assim, espera-se contribuir com a construção de sistemas de RV voltados ao ensino em saúde.

4.1 Metodologia

Esta Seção descreve o processo de desenvolvimento deste projeto. Primeiramente, foi realizada uma revisão de literatura a fim de identificar o estado da arte em sistemas de IN para apoio à educação e as funcionalidades providas por *frameworks* para desenvolvimento de sistemas de RV para saúde. Posteriormente, foi feita uma pesquisa com professores de saúde com a finalidade de identificar os gestos mais comumente utilizados por eles na interação com sistemas de IN e discutir sobre técnicas de interação apropriadas para sistemas de apoio ao ensino em saúde. Com as informações obtidas na pesquisa com os profissionais de saúde, foi produzido e integrado ao *framework* de RV para saúde (CyberMed) um módulo de IN responsável por agilizar o processo de desenvolvimento de aplicações com IN.

4.1.1 Revisão de Literatura

A primeira etapa executada no desenvolvimento deste projeto foi a revisão de literatura, apresentada no Capítulo 3, que buscou investigar como técnicas de IN por meio de dispositivos ópticos têm sido utilizadas no âmbito educacional, além de analisar *frameworks* que podem ser usados para agilizar a produção de sistemas de RV para educação em saúde.

Com esta pesquisa, foi possível concluir que apesar de existirem sistemas com IN para apoio à educação, o desenvolvimento de aplicações com IN como auxiliaadoras do

professor em sala de aula ainda é escasso, gerando a necessidade de produção de ferramentas que auxiliem no desenvolvimento deste tipo de aplicação.

Em relação aos *frameworks* de RV para saúde, constatou-se que há uma escassez no que diz respeito à disponibilização de funcionalidades que agilizem a produção de sistemas de IN para saúde. Isto destaca a relevância do desenvolvimento de um módulo de IN para um *framework* de RV para saúde.

4.1.2 Pesquisa com profissionais de saúde

Visando a identificação de técnicas de IN por meio de gestos comuns a docentes em sistemas de RV para apoio a atividades letivas em saúde, foi realizada uma pesquisa com o objetivo de obter informações sobre a interação dos profissionais de saúde com sistemas de RV que fornecem IN por meio de gestos.

A proposta de realização desta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal da Paraíba, que se mostra favorável ao desenvolvimento deste estudo. O número do CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) correspondente a presente pesquisa é: 17307613.2.0000.5183.

4.1.2.1 Tipologia da pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como descritiva, com tipo de abordagem qualitativa. As pesquisas descritivas objetivam a descrição de características de determinada população ou fenômeno (GIL, 2002). Nesta pesquisa, foram descritas as características de docentes de saúde em relação à sua interação com sistemas de RV que proveem IN por meio de gestos para atividades letivas em saúde. No que diz respeito à abordagem metodológica, esta é uma pesquisa do tipo qualitativa, visando a obtenção de dados descritivos do comportamento de docentes de saúde diante de sistemas de RV que proveem IN para apoio ao ensino.

Quanto à abordagem qualitativa, esta não objetiva numerar ou medir eventos e, na maioria das vezes, não utiliza métodos estatísticos na análise dos dados (GIL, 2002). Os dados coletados em pesquisas qualitativas são descritivos e, geralmente, são obtidos por meio do contato direto do pesquisador com o objeto de estudo. Neste tipo de abordagem, frequentemente, o pesquisador procura interpretar as informações coletadas para se chegar aos resultados (NEVES, 1996). No presente estudo, a abordagem

qualitativa possibilitou a obtenção de informações quanto à interação por meio de gestos de docentes de saúde com um sistema de RV, permitindo a interpretação destes dados a fim reconhecer gestos comuns a professores de saúde em sistemas de RV.

4.1.2.2 Cenário do estudo, população e amostra

Os sujeitos da pesquisa foram docentes de saúde que ministram disciplinas que necessitam de visualização tridimensional de estruturas anatômicas do corpo humano. Algumas dessas disciplinas são: anatomia, fisiologia, patologia, embriologia e odontologia.

De acordo com Minayo *et al.* (2002), na pesquisa qualitativa, diferentemente da quantitativa, há uma maior necessidade de aprofundamento e abrangência da compreensão do objeto de estudo. Neste tipo de abordagem, é fundamental que o pesquisador seja capaz de compreender o objeto de estudo, identificar e analisar dados não mensuráveis. Ainda, segundo Minayo *et al.* (2002), o tamanho da amostra na pesquisa qualitativa não é numérico, como na pesquisa quantitativa. O tamanho da amostra deve ser definido visando permitir que ocorra a reincidência de informações ou saturação dos dados. Para Fontanella *et al.* (2011), a definição da amostra é feita a partir da experiência do pesquisador no campo de pesquisa. Assim, 30 (trinta) foi considerado um número apropriado para a amostra, levando em consideração a riqueza das informações que podem ser proporcionadas por cada participante da pesquisa.

O cenário do estudo foi a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e a UNIPÊ (Centro Universitário de João Pessoa), ambas as universidades localizadas na cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba. Os profissionais que fizeram parte da pesquisa compõem o corpo docente dos cursos de saúde e ministram disciplinas que necessitam de visualização tridimensional de estruturas anatômicas do corpo humano.

4.1.2.3 Instrumentos e procedimento de coleta de dados

Para a coleta de dados, foi utilizada a técnica de formulário e a captura de imagens por meio de uma filmadora. O formulário é uma técnica para coleta de dados em que o pesquisador formula questões previamente elaboradas e anota as respostas (GIL, 2002). O formulário (Apêndice A) foi usado para guiar o pesquisador durante a pesquisa com os docentes de saúde e registrar informações sobre: a) a experiência dos docentes de

saúde em relação utilização de tecnologias para apoio ao ensino; b) os gestos mais comumente executados pelos participantes da pesquisa na interação com um sistema de RV com IN para apoio a atividades letivas em saúde.

Na etapa de coleta dos dados referentes aos gestos executados pelos indivíduos, foi utilizada a técnica *Wizard-of-Oz* (Seção 4.1.2.4), que busca simular a interação entre usuário e máquina, dando ao indivíduo a impressão de que ele está interagindo diretamente com o computador. Além disso, visando evitar a perda de informações em relação aos gestos realizados pelos participantes da pesquisa e possibilitar uma posterior análise detalhada pelo pesquisador sobre os dados coletados, as imagens do procedimento de coleta de dados foram capturadas por meio de uma câmera filmadora.

4.1.2.4 Técnica *Wizard-of-Oz*

A metodologia *Wizard-of-Oz* (DAHLBÄCK *et al.*, 1993) é uma técnica da área de IHC que visa simular a interação humano-computador, permitindo a realização de testes com usuários sem que a aplicação a ser testada possua todas as funcionalidades de interação implementadas. Esta técnica consiste em utilizar um operador humano para realizar as operações de interação do sistema de acordo com as ações do usuário, dando a impressão de que ele está interagindo diretamente com o sistema. Assim, é possível reduzir os custos e agilizar o processo de desenvolvimento, na medida em que se pode realizar os testes com uma aplicação que não possui todas as funcionalidades de interação implementadas. Esta técnica pode ser utilizada, por exemplo, na fase desenvolvimento de um sistema de interação por meio de gestos em que as funções de interação gestual ainda não foram desenvolvidas, mas que podem ser simuladas por um operador humano por intermédio de comandos do teclado.

Para a aplicação da técnica *Wizard-of-Oz*, o operador humano que fará a mediação da interação do usuário com o sistema deve ser capaz de interpretar suas ações e executar corretamente os comandos correspondentes no sistema. Esses comandos podem ser executados por meio de métodos de interação mais usuais e com baixa complexidade de desenvolvimento. Assim, durante a realização do teste, o operador deve estar atento ao comportamento do usuário para que possa interpretar suas ações e executar os comandos no sistema corretamente.

A técnica *Wizard-of-Oz* possui diversas áreas de aplicação, desde pesquisas que envolvem a análise do diálogo humano até processos de engenharia de software. Em procedimentos para delineamento de interfaces de usuário, a técnica *Wizard-of-Oz* pode ser usada para a definição dos métodos de interação que serão implementados no sistema. Assim, com esta técnica, é possível simular o sistema a ser desenvolvido, desde que a simulação de interação seja convincente (DAHLBÄCK *et al.*, 1993).

4.1.2.5 Coleta de dados

A técnica *Wizard-of-Oz* foi utilizada para a realização da presente pesquisa com profissionais de saúde, visando identificar os gestos mais comumente utilizados por eles na interação com sistemas de RV. O procedimento de coleta de dados foi realizado com um participante por vez e obedeceu os seguintes passos:

1. Perante a aceitação do indivíduo, de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), em participar da presente pesquisa, este é convidado a se dirigir para uma sala onde será realizada a pesquisa;
2. O pesquisador explica ao participante os objetivos da pesquisa e a técnica (*Wizard-of-Oz*) que será utilizada;
3. O protótipo de um sistema de RV para manipulação de objetos virtuais por meio de comandos do teclado é executado em um computador disponibilizado pelo pesquisador;
4. O participante da pesquisa é questionado de acordo com um formulário de perguntas (Apêndice A). Na *Parte II* do formulário, referente aos gestos mais comumente executados na interação com um sistema de IN para manipulação de objetos virtuais, é utilizada a técnica *Wizard-of-Oz*. O pesquisador pergunta ao participante qual o gesto preferido por ele para a realização das operações de interação comuns em sistemas de RV para manipulação de objetos virtuais. Quando o indivíduo iniciar os movimentos, o pesquisador realiza, da melhor forma possível, a simulação de interação gestual por meio de comandos do teclado, buscando fornecer ao participante da pesquisa a sensação de que o AV está sendo controlado por seus gestos. As informações nesta etapa da pesquisa são capturadas por meio de uma câmera filmadora.

4.1.2.6 Análise dos dados

É comum que, em algumas pesquisas com abordagem qualitativa, seja privilegiada a discussão em cima dos dados coletados, para que sejam interpretados os seus resultados (GIL, 2002). As informações coletadas sobre os gestos utilizados pelos participantes da pesquisa frente ao sistema de RV foram analisadas com o objetivo de identificar características em comum entre os movimentos dos docentes. Os resultados foram utilizados para propor sugestões de gestos naturais a docentes de saúde que podem ser aplicados na interação com sistemas de RV, respeitando as limitações de rastreamento dos dispositivos atuais, como precisão e velocidade de rastreamento. Os dados obtidos com a pesquisa são apresentados no Capítulo 5.

4.1.3 Desenvolvimento do módulo de IN

Após a pesquisa com profissionais de saúde e a obtenção de informações referentes aos gestos mais comumente usados por estes na interação com sistemas de RV, foi desenvolvido e integrado a um framework para desenvolvimento de sistemas de RV para saúde (CyberMed) um módulo de IN que visa agilizar a produção de aplicações com IN por meio de gestos.

O CyberMed (MACHADO *et al.*, 2009) é um *framework* livre e de código aberto que visa facilitar o desenvolvimento de aplicações em RV para a saúde. Este *framework* fornece um conjunto de classes que trocam informações entre si, tornando mais simples o processo de desenvolvimento de sistemas de RV. O módulo de IN foi integrado a este conjunto de classes.

Para o tratamento das informações capturadas pelo dispositivo de rastreamento, foi utilizado o *framework* OpenNI (OPENNI, s.d.), que fornece bibliotecas de *middleware* para a conversão de dados brutos provindos do sensor para dados que podem ser utilizados pela aplicação para fornecer a interação, como por exemplo, o posicionamento dos membros do corpo. A classe *CybNaturalInteraction* foi criada com o objetivo de obter as informações das classes de dispositivos (*CybDevice*) e realizar as modificações na cena virtual. A Figura 11 mostra uma visão geral sobre o fluxo das informações no CyberMed após a integração das novas funcionalidades. O desenvolvimento do módulo de IN é detalhado no capítulo 6.

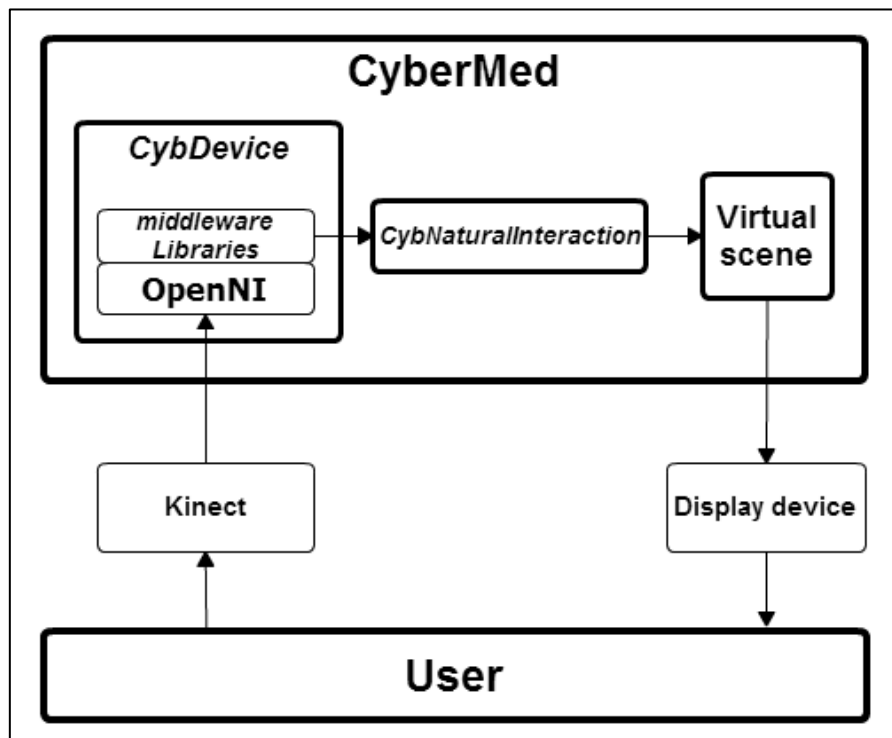


Figura 11. Fluxo de dados no CyberMed após a integração do módulo de IN.

4.2 Considerações

Neste Capítulo foram apresentados o escopo e os passos realizados para a realização deste projeto. Espera-se, com a conclusão deste estudo, contribuir para o desenvolvimento de aplicações de RV com IN para apoio a educação em saúde, na medida em que foram pesquisadas e analisadas técnicas de interação comuns a profissionais de saúde.

As técnicas de interação sugeridas neste trabalho (Seção 6.1) podem auxiliar no desenvolvimento de aplicações com IN e, de acordo com as necessidades que possam surgir em trabalhos futuros, os dados obtidos na pesquisa com os profissionais de saúde (Seção 5.1) podem ser usados como base para a determinação de novas técnicas de interação por meio de gestos. Alguns dos movimentos sugeridos pelos docentes correspondem aos utilizados em aplicações com IN encontradas na literatura. Um módulo de IN integrado a um *framework* como o CyberMed pode servir como ferramenta para agilizar a produção de sistemas de RV com interação gestual. Por ser livre e possuir código aberto, o CyberMed é uma opção acessível e funcional para o desenvolvimento de sistemas de RV para apoio a atividades letivas em saúde.

5 Desenvolvimento

Neste Capítulo, são apresentados os dados obtidos na pesquisa realizada com profissionais de saúde, que tem seu procedimento detalhado na Seção 4.1.2, e o processo de desenvolvimento do módulo de IN que visa agilizar a produção de aplicações de RV com IN para saúde. As informações apresentadas a seguir podem ser usadas como base para a elaboração de técnicas de IN para sistemas de RV para apoio letivo em saúde.

5.1 Análise dos dados

As informações exibidas a seguir são referentes ao comportamento apresentado pelos profissionais de saúde durante a realização da pesquisa, que teve como objetivo identificar os gestos preferidos por eles para a interação com um sistema de RV. Os gestos são apresentados em forma de gráficos, visando destacar aqueles que foram repetidos por um número maior de participantes. Gestos que não se repetiram se encaixam na categoria “outros” e, em alguns casos, onde o participante não sugeriu nenhum gesto, são classificados como “não indicou gestos”.

Com a revisão de literatura sobre os gestos comuns à interação com sistemas de IN (Seção 3.2), foi possível identificar as funcionalidades mais comumente fornecidas por estes sistemas. Desse modo, a pesquisa visou identificar os gestos comuns às seguintes funcionalidades: operações de manipulação (translação, rotação e escala), transição de imagens, interrupção/retomada da interação, acesso a menus, movimentação de cursor, seleção de opções.

Os primeiros questionamentos sobre a interação com o sistema de RV foram relacionados às operações de manipulação de objetos virtuais (translação, rotação e escala). Neste caso, a grande maioria dos profissionais utilizou as mãos para a realização das operações, semelhante ao que se faz quando se manipula um objeto no mundo real.

Para a operação de translação (Gráfico 1), a maior parte dos participantes se sentiu à vontade utilizando a movimentação de uma das mãos, fazendo com que o objeto virtual se posicione de acordo com a localização desta, enquanto outros utilizaram as duas mãos, como se segurassem o objeto entre elas.

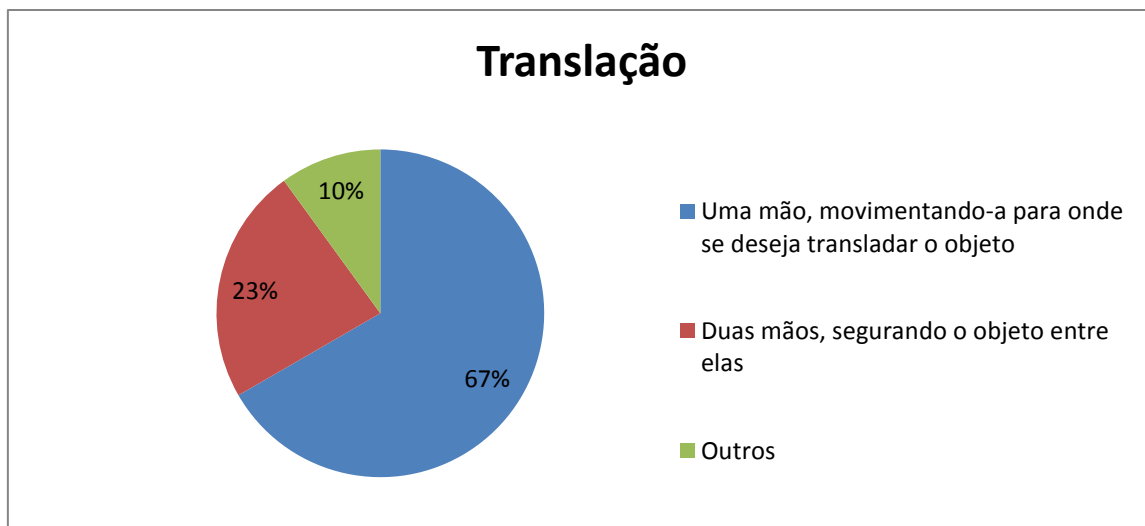


Gráfico 1 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para executar operações de translação.

Em relação à operação de rotação, como mostra o Gráfico 2, a maioria dos participantes utilizou uma das mãos para rotacionar o objeto 3D. Grande parte dos indivíduos preferiu utilizar as duas mãos, rotacionando-as como se segurasse o objeto entre elas. Em alguns casos, apontar para a direção em que se deseja rotacionar o objeto ou rotacionar a parte do corpo que está sendo exibida no AV foram consideradas as ações mais intuitivas.

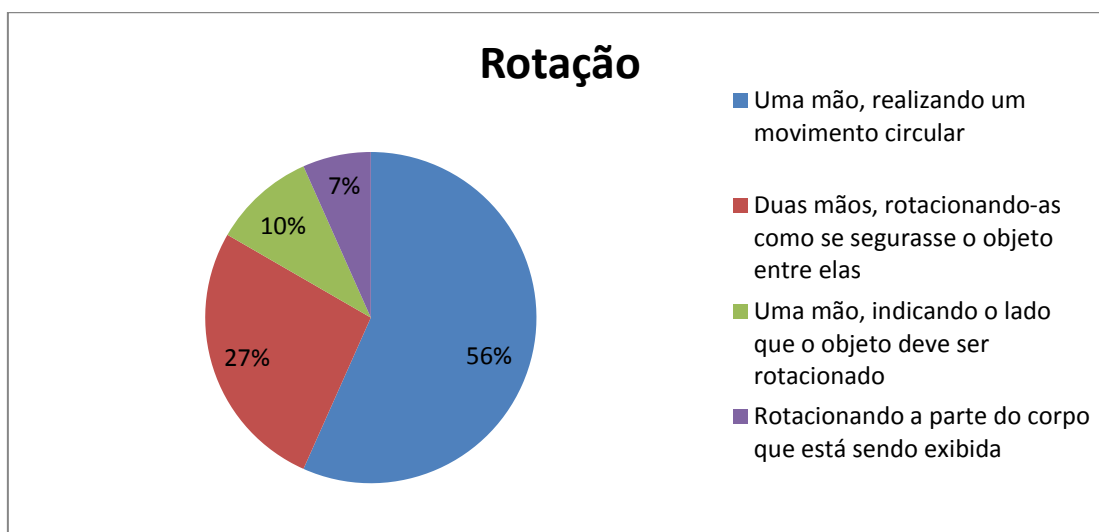


Gráfico 2 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para executar operações de rotação.

Para operações de escala (Gráfico 3), a distância entre dois pontos do corpo, na maioria dos casos, foi tomada como referência para se definir o tamanho do objeto no AV. A aproximação e o afastamento das mãos para a ampliação e redução do objeto

virtual foi o gesto comum. Em outros casos, os indivíduos utilizaram como referência a distância entre os dedos da mão ou a aproximação e afastamento desta em relação ao dispositivo de rastreamento.

Por vezes, os participantes citaram como a operação de escala é realizada em dispositivos com telas sensíveis ao toque (*touchscreen*) e tomaram esta informação como base para a formulação da sua sugestão.

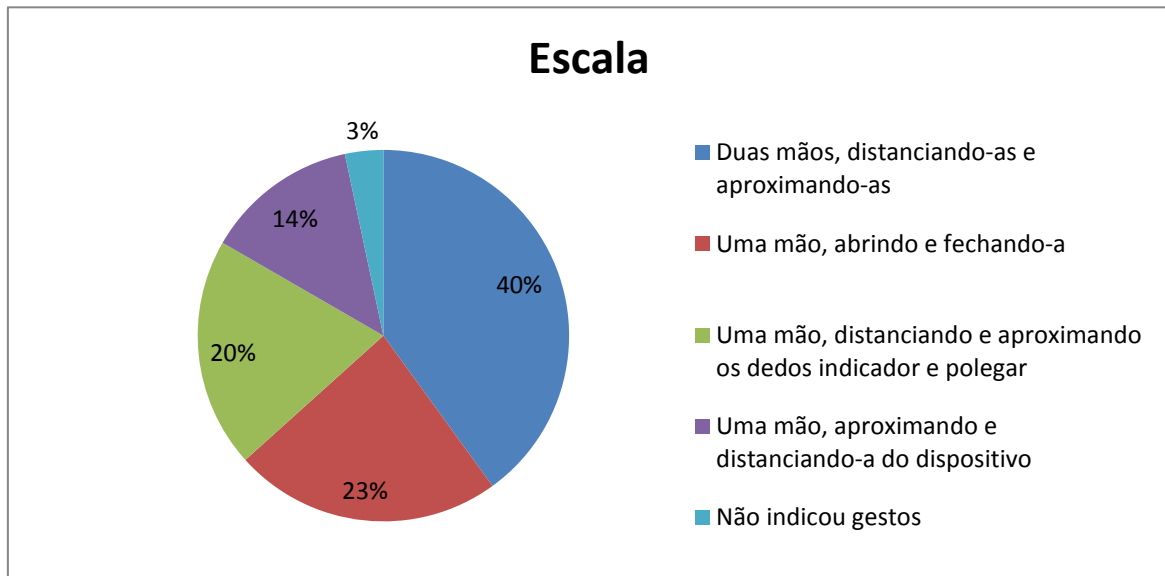


Gráfico 3 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para executar operações de escala

Os gestos para transição de imagens (Gráfico 4) foram comumente associados à transição de páginas em um livro. A maioria dos participantes da pesquisa sugeriu que o movimento de uma das mãos simulando a passagem de uma página como o gesto mais intuitivo para tal funcionalidade em um sistema de RV. Alguns participantes sugeriram a exibição de uma lista com miniaturas dos objetos virtuais, onde seriam selecionados para serem exibidos. Em alguns casos, os dispositivos *touchscreens* e o modo como a transição de imagens é executada nestes aparelhos foram citados.

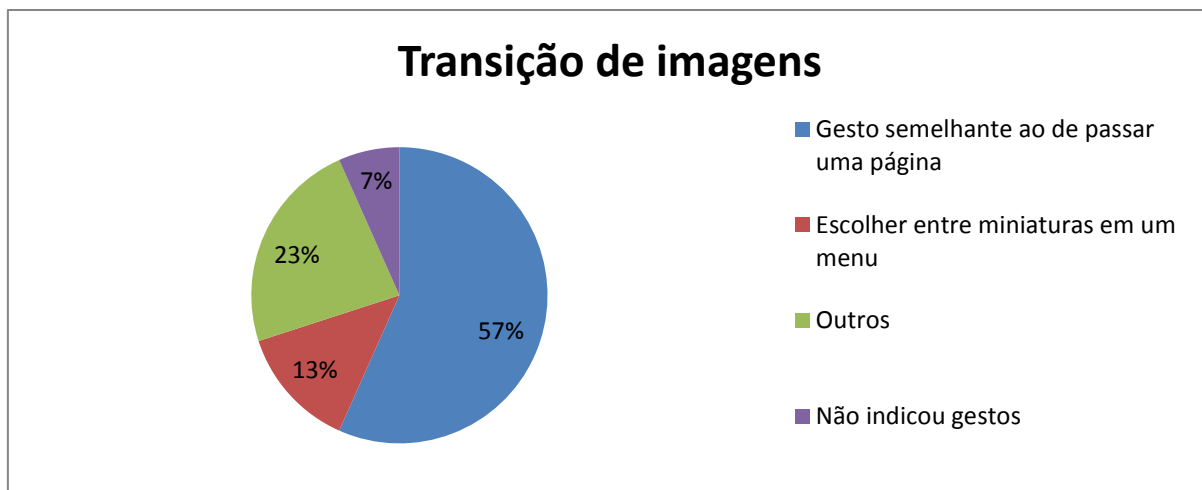


Gráfico 4 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para alternar entre imagens.

Quando questionados sobre qual seria o gesto mais comum para indicar a intenção de interromper a interação com o sistema, grande parte dos participantes indicou que o gesto de “pare” (estender uma das mãos espalmada à frente do corpo) é ideal para esta ação, como mostra o Gráfico 5. Alguns participantes sugeriram que fechar uma das mãos o movimento mais intuitivo.

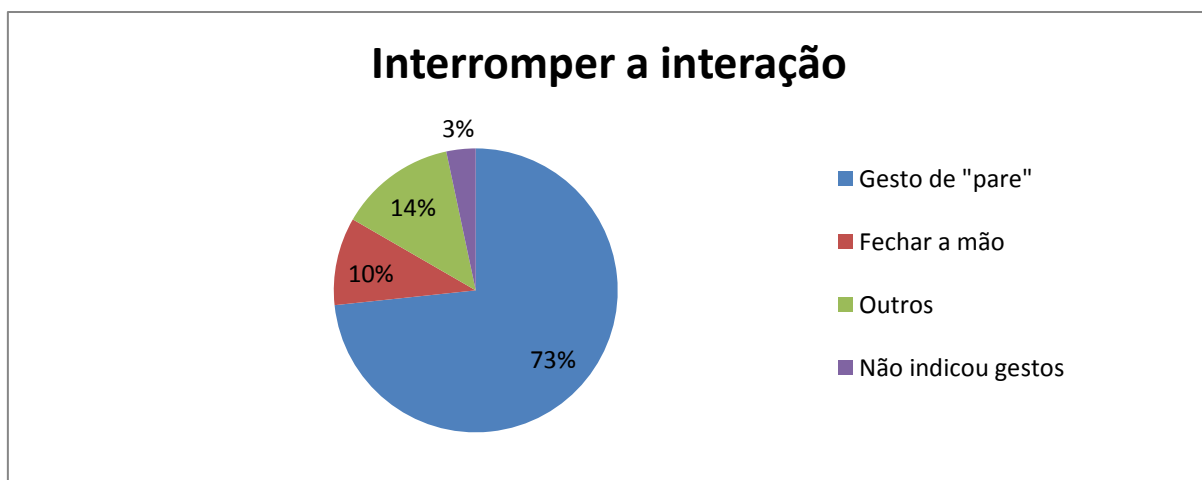


Gráfico 5 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para interromper a interação com o sistema.

Em relação à retomada da interação, por vezes, os participantes questionaram sobre a possibilidade de repetir os gestos utilizados para as funcionalidades anteriores. Neste caso, o gesto de “pare” também foi o mais usado. Esta foi a funcionalidade que gerou o maior número de sugestões, como mostra o Gráfico 6.

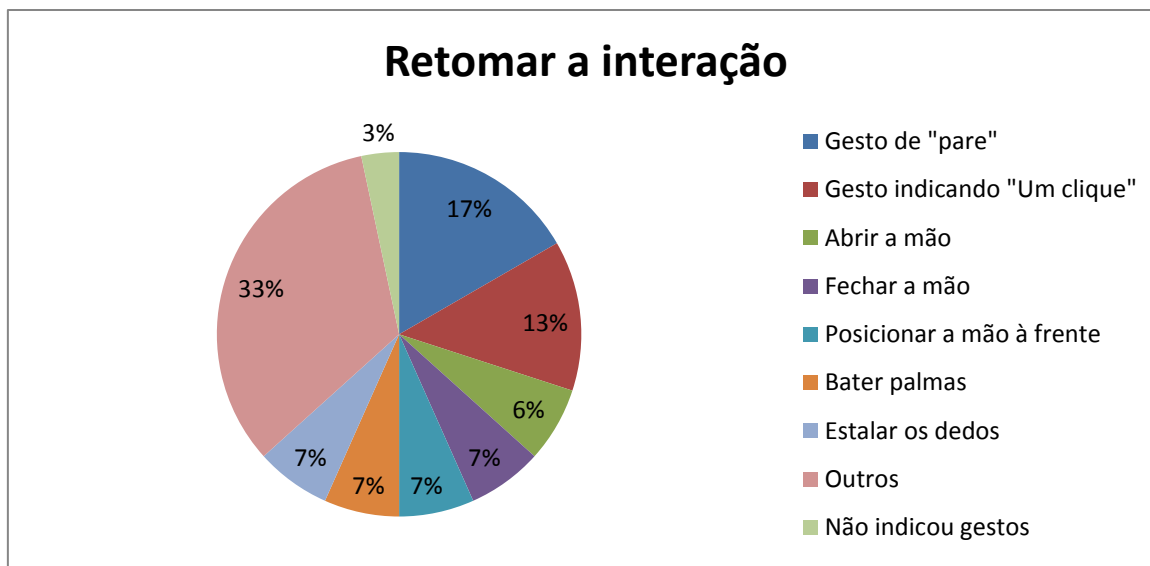


Gráfico 6 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para retomar a interação com o sistema.

Para o gesto referente ao acesso a um menu, os indivíduos demonstraram forte influência da utilização de sistemas com interfaces gráficas convencionais, que utilizam botões virtuais que, quando pressionados, exibem menus com várias opções que podem ser selecionadas. A ação mais sugerida pelos participantes da pesquisa foi a de apontar para o canto da tela simulando o pressionamento de um botão que aciona o menu (Gráfico 7). Em alguns casos, os indivíduos sugeriram que arrastar com a mão um menu para a tela é a ação mais intuitiva.

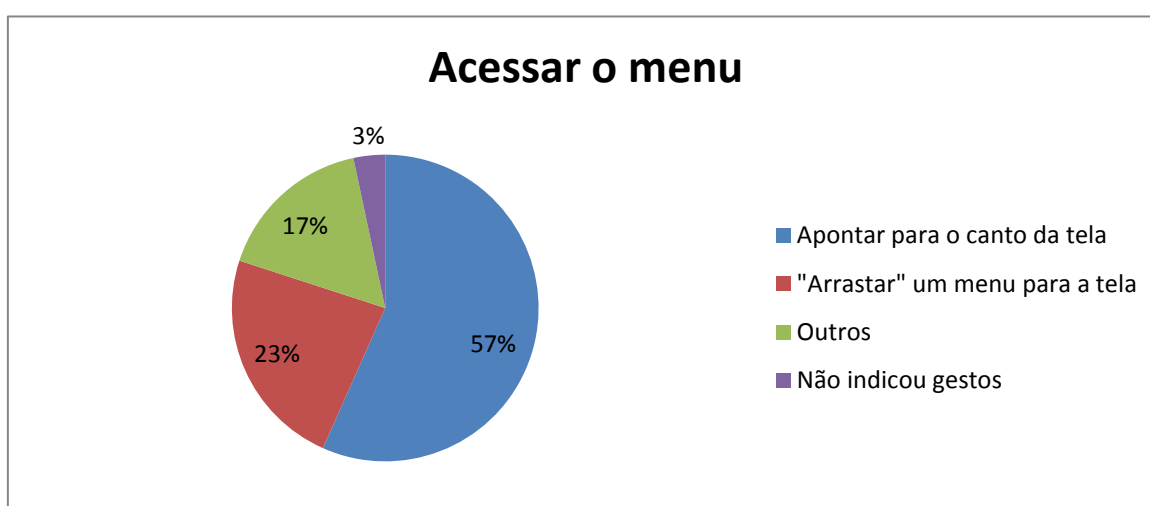


Gráfico 7 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para acessar um menu.

Para a movimentação de um cursor na tela, a utilização do *mouse* foi frequentemente citada pelos participantes da pesquisa para justificar suas escolhas. O

gesto mais indicado para esta funcionalidade foi o de movimentar e apontar o dedo indicador para a posição da tela a ser ocupada pelo cursor (Gráfico 8). Em alguns casos, os indivíduos utilizaram a mão espalmada ou realizaram o movimento utilizado para interagir com dispositivos que utilizam o *touchpad* para a movimentação de um cursor.

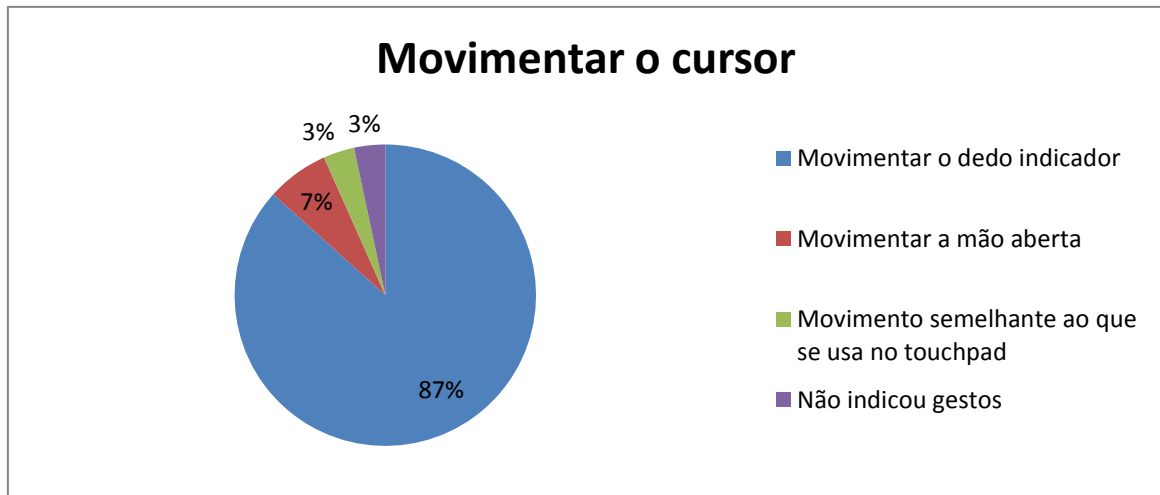


Gráfico 8 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para movimentar um cursor.

A utilização do *mouse* também foi tomada como base para a indicação de gestos para a seleção de itens em um AV. Em geral, o ato de simular “um clique” ou “dois cliques” sobre o item a ser selecionado foi o mais utilizado pelos participantes da pesquisa (Gráfico 9).

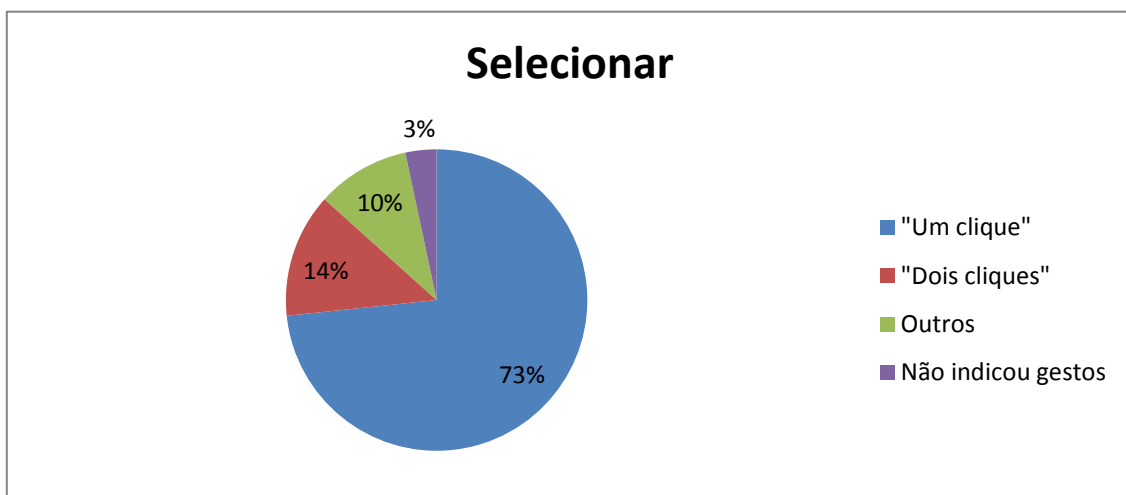


Gráfico 9 - Gestos utilizados por profissionais de saúde para selecionar opções.

A pesquisa realizada com os profissionais de saúde revelou a preferência destes em relação aos gestos que podem ser utilizados na interação com sistemas de RV com

IN para apoio a atividades letivas. Foi possível constatar que grande parte dos indivíduos entrevistados não levou em consideração as possíveis limitações de sistemas computacionais com interação por meio de gestos e, por vezes, executaram gestos iguais ou semelhantes para diferentes funcionalidades. Isto destaca a importância do trabalho do pesquisador para conseguir identificar gestos apropriados para um sistema de IN de modo que estes sejam, ao mesmo tempo, eficientes e intuitivos.

Os dados exibidos nesta Seção podem ser usados para elaboração de técnicas de interação a serem utilizadas em sistemas de IN, levando em consideração os requisitos para o seu desenvolvimento e as limitações dos dispositivos de interação a serem utilizados.

5.2 CyberMed

O CyberMed, apresentado por Machado *et al.* (2009), é um *framework* livre e de código aberto que visa facilitar o desenvolvimento de aplicações de RV para saúde. O CyberMed oferece vários recursos para a criação de sistemas de RV para saúde, disponibilizando funcionalidades de alto nível, que agilizam o processo de desenvolvimento da aplicação, e de baixo nível, que permitem a inclusão de novas funcionalidades ou a extensão das já existentes. Este *framework* fornece suporte à integração de dispositivos hápticos e de rastreamento óptico e magnético. A Figura 12 mostra uma aplicação desenvolvida por Souza *et al.* (2007) com o uso do CyberMed para simulação de coleta da medula óssea com a utilização de dispositivos hápticos.



Figura 12 - Aplicação desenvolvida com *framework* CyberMed para treinamento de coleta da medula óssea (SOUZA *et al.*, 2007).

A arquitetura do CyberMed é baseada no paradigma de orientação a objetos e utiliza os principais padrões de projetos em sua estrutura, permitindo o reuso de código e maior agilidade no desenvolvimento (GAMMA *et al.*, 2006). O *framework* é dividido em um conjunto de camadas, como mostra a Figura 13.

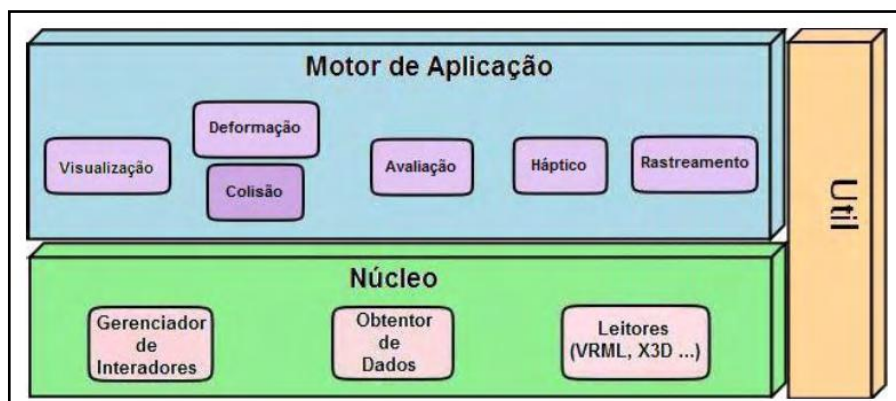


Figura 13 - Arquitetura do CyberMed (MACHADO; SOUZA, 2008).

A camada Núcleo (*Core*) tem o papel de controlar os estados internos do sistema, como a aquisição, cálculo, armazenamento e acesso aos dados do sistema. Para a obtenção de informações de modelos gráficos, são usados os importadores de modelos, ou leitores (*Readers*). A camada Motor de Aplicação (*Application Engine*) disponibiliza um conjunto de métodos que facilitam o desenvolvimento da aplicação, como pacotes para a inclusão de visualização, colisão, deformação, avaliação, rastreamento óptico e magnético e interação háptica, possibilitando a integração de novos dispositivos. A camada Util (*Utils*) fornece funcionalidades para cálculo de matrizes, operações de transformação, construção de menus, entre outras (MACHADO; SOUZA, 2008).

As modificações foram realizadas nas classes que compõem o pacote de Rastreamento, responsável por tratar as informações provindas dos dispositivos de rastreamento óptico.

5.2.1 Integração do dispositivo de rastreamento óptico ao CyberMed

Lançado em 2010 pela Microsoft, o Kinect foi escolhido no presente projeto como dispositivo a ser utilizado para o provimento de dados de IN devido ao seu baixo custo, alcance (3,5m) e qualidade de rastreamento superiores aos dispositivos de rastreamento convencionais, como a *webcam*. Com o Kinect, é possível obter, em tempo real,

informações de profundidade, cor e áudio da cena real, possibilitando o reconhecimento de gestos e fornecendo a interação de forma natural, sem a necessidade de contato físico com qualquer dispositivo. Estão integrados ao Kinect: uma câmera de cor, um emissor e um receptor de infravermelhos, um conjunto de microfones e um motor de inclinação do dispositivo. Porém, o Kinect ainda apresenta algumas limitações de rastreamento, como a dificuldade de captura de movimentos muito rápidos (ZHANG, 2012).

O CyberMed fornece suporte à integração de novos dispositivos de interação, como luvas de dados, dispositivos hápticos e de rastreamento. Com a análise do relacionamento das classes responsáveis pela integração de dispositivos ao CyberMed, foi gerado o diagrama de classes da Figura 14. Nesse contexto, o Kinect foi integrado à classe que define propriedades dos dispositivos de rastreamento.

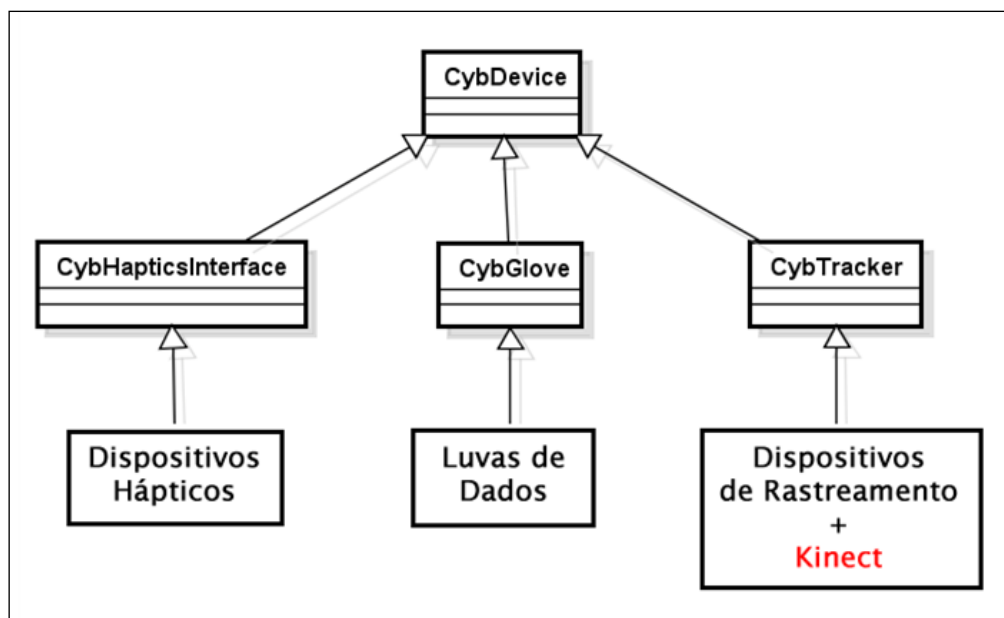


Figura 14. Classes para integração de dispositivos ao CyberMed (FERREIRA; MACHADO, 2013).

Na área de desenvolvimento de aplicações com IN, algumas plataformas de desenvolvimento surgem com a proposta de agilizar a produção de sistemas que fornecem IN, no que diz respeito ao tratamento das informações fornecidas pelos dispositivos de entrada. De acordo com Villaroman *et al.* (2011), o OpenNI é um *framework* de IN que se destaca por ser multiplataforma, possuir código aberto e ser desenvolvido e mantido por um conjunto de empresas com um elevado grau de estabilidade e maturidade.

O OpenNI é um *framework* para desenvolvimento de aplicações que fornecem IN, permitindo o uso de dispositivos de áudio e de rastreamento óptico. O objetivo do OpenNI é fornecer um conjunto de componentes que facilitam o desenvolvimento de sistemas com IN na medida em que definem as formas de comunicação entre as aplicações e os dispositivos de entrada. Ele oferece suporte a diversos tipos de sensores, tratando informações de áudio e imagem e tornando possível a criação de mapas de cor e de profundidade (BOULOS *et al.*, 2011). Este foi o *framework* utilizado para a integração do Kinect ao CyberMed.

O OpenNI fornece suporte ao rastreamento de diversas partes do corpo. A Figura 15 mostra um exemplo de rastreamento a partir de um dispositivo que gera um mapa de profundidade, onde é possível definir o posicionamento 3D de alguns membros do corpo humano, que podem ser usados para fornecer a interação com o sistema.



Figura 15 - Rastreamento 3D a partir de um mapa de profundidade (OPENNI, s.d.).

Em geral, sistemas que utilizam o OpenNI possuem a arquitetura da Figura 16 e são formados pelas seguintes camadas:

- **Dispositivos** - equipamentos utilizados para a captura dos dados da cena real;
- **OpenNI** - *framework* que permite a comunicação do usuário com os dispositivos de entrada, processando as informações fornecidas pelos sensores;
- **Bibliotecas de *middleware*** - convertem os dados brutos fornecidos pelos sensores para dados que podem ser utilizados pela aplicação para fornecer a interação. Ex: posicionamento dos membros do corpo, um gesto predeterminado ou uma sequência de áudio;
- **Aplicação** - aplicação que utiliza os dados fornecidos pelas camadas inferiores para apresentar ao usuário os resultados da interação.



Figura 16 - Arquitetura de um sistema que utiliza o OpenNI (OPENNI, s.d.) (imagem modificada).

5.2.2 Integração da interface de IN ao CyberMed

Nos aspectos de interação, o CyberMed fornece classes para o tratamento das informações providas dos dispositivos de entrada, permitindo que a cena gráfica seja alterada de acordo com os dados recebidos e os métodos estabelecidos nestas classes. A Figura 17 apresenta as classes de interação do CyberMed, que gerenciam os dados fornecidos por dispositivos hápticos, luvas de dados, dispositivos de rastreamento e *mouse*.

A classe *CybNaturalInteraction* foi integrada ao CyberMed com o objetivo fornecer métodos que utilizem os dados provindos dos dispositivos de rastreamento óptico e modifiquem as informações no AV com as funcionalidades já implementadas no CyberMed.

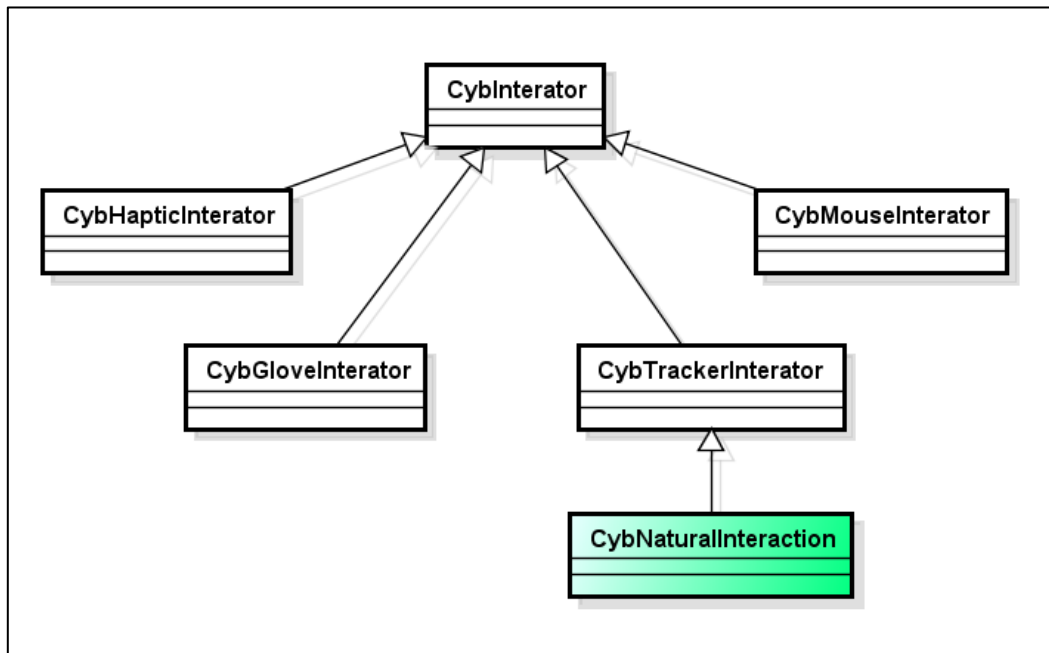


Figura 17. Classes para o tratamento de informações providas dos dispositivos de interação (FERREIRA; MACHADO, 2013).

É possível utilizar os dados providos de qualquer dispositivo de rastreamento óptico, desde que este seja capaz de obter o posicionamento 3D dos membros do corpo a serem utilizados na interação com o sistema. A classe *CybNaturalInteraction* usa este posicionamento para reconhecer determinado gesto e realizar a respectiva funcionalidade que modificará as informações no AV.

5.3 Considerações

Este Capítulo visou apresentar os dados obtidos na pesquisa com profissionais de saúde e as conclusões sobre a análise destas informações, resultando na discussão sobre técnicas de IN por meio de gestos apropriadas a docentes de saúde na interação com sistemas de RV para apoio a atividades letivas (Seção 6.1). Tal discussão foi tomada como base para o desenvolvimento do módulo de IN para um *framework* de RV, que fornece o reconhecimento de gestos e agiliza a produção de aplicações com IN.

6 Resultados

O módulo de IN desenvolvido para o *framework* CyberMed tem como objetivo fornecer um pacote de códigos que agilize a produção de sistemas de RV com IN por meio de dispositivos ópticos para saúde. Para isso, foram implementados componentes que permitem o tratamento em alto nível das informações providas pelos dispositivos de interação e a realização de modificações no AV. Para validar o módulo produzido e verificar se este atende às necessidades de produção de um sistema de RV com IN, foi criada uma aplicação teste com a utilização do módulo desenvolvido, onde o usuário pode manipular objetos anatômicos 3D por meio de gestos.

Os dados obtidos na pesquisa com profissionais de saúde e na análise das aplicações com IN encontradas na literatura geraram uma discussão que visa a identificação de gestos apropriados à interação destes profissionais com sistemas de RV para apoio letivo.

Este Capítulo apresenta as técnicas de IN consideradas apropriadas a profissionais de saúde com base no que foi observado na revisão de literatura e na pesquisa realizada com docentes de saúde e a aplicação teste resultante da validação do módulo desenvolvido.

6.1 Técnicas de IN para educadores de saúde

Nesta Seção são discutidas técnicas de IN para sistemas de RV para apoio a atividades letivas em saúde. Esta discussão foi elaborada levando em consideração os dados obtidos na pesquisa com profissionais de saúde e nas informações adquiridas com a revisão de literatura sobre aplicações com IN por meio de gestos.

De acordo com o que foi observado na literatura, as funcionalidades mais comuns oferecidas por sistemas com interação gestual são: Manipulação 3D (translação, rotação e escala); transição de imagens; interromper/retomar interação; acessar menu; movimentar cursor; selecionar opções. Esta discussão visa chegar a uma conclusão sobre gestos apropriados a profissionais de saúde na interação com sistemas de RV que proveem IN, considerando aspectos de intuitividade e eficiência de reconhecimento pelo sistema. A Tabela 5 apresenta ilustrações dos gestos sugeridos para o fornecimento de comandos a sistemas de RV com IN para saúde e o que foi encontrado na literatura para cada uma destas funcionalidades.

A ação de manipular objetos utilizando as mãos está implicitamente definida nas estruturas mentais dos humanos (VALLI, 2005). Isto pôde ser observado na pesquisa realizada com profissionais de saúde, que utilizaram, em sua maioria, uma ou ambas as mãos para realizar as operações de manipulação dos objetos virtuais.

Sabendo que as operações de translação, rotação e escala estão relacionadas por serem ações de manipulação de objetos virtuais, torna-se conveniente utilizar o posicionamento de ambas as mãos para realizar tais operações em conjunto. Para a operação de translação, o posicionamento do objeto pode se basear no ponto entre as duas mãos do usuário (Item A da Tabela 5). Na rotação, o usuário pode realizar movimentos circulares com as mãos (Itens B e C da Tabela 5). Na operação de escala, a distância entre as mãos do usuário pode ser tomada como medida para o redimensionamento do objeto virtual (Item D da Tabela 5).

Funcionalidades para a transição de imagens ou modelos são comuns em sistemas para exibição de informações. De acordo com o observado na pesquisa com profissionais de saúde, esta ação está normalmente associada ao ato de passar uma página. Aplicações encontradas na revisão de literatura também apresentam gestos semelhantes. Assim, a utilização do gesto de movimentar uma das mãos simulando a passagem de páginas (Item E da Tabela 5) para ser utilizado na transição de imagens torna-se apropriado diante de seu elevado grau de intuitividade.

Funções para a interrupção e retomada da interação são importantes para permitir que o usuário usufrua de momentos com liberdade de movimentação em aplicações com interação gestual. Porém, é relevante que os gestos relacionados a estas funções sejam, além de intuitivos, distintos em relação aos demais gestos.

De acordo com a literatura, aplicações que fornecem este tipo de funcionalidade utilizam gestos que indicam ação de parada para realizar esta função. Na pesquisa com os profissionais de saúde, o ato de interromper a interação foi comumente associado ao gesto de “pare” (uma mão espalmada à frente do corpo). Além disso, o gesto de “pare” foi também o mais utilizado para indicar a intenção de retomada da interação.

Para que o sistema possa interpretar corretamente a ação do usuário de interromper/retomar a interação, a técnica de permanecer na pose correspondente durante alguns segundos pode ser eficaz, pois, de acordo com Dam *et al.*, (2013), isto evita que o usuário realize determinada ação equivocadamente. Assim, o gesto de

permanecer durante alguns segundos com a mão aberta à frente do corpo foi considerado apropriado para o fornecimento de comandos para interromper/retomar a interação com sistemas de IN (Item F da Tabela 5).

Na pesquisa realizada com profissionais de saúde, a ação de acessar um menu foi comumente associada a um “clique” no canto da tela. Gesto possivelmente resultante da utilização dos menus presentes nos sistemas operacionais atuais. Em aplicações gestuais com funcionalidades para acesso a menus, os gestos utilizados são variados por esta ação não corresponder a tarefas realizadas no mundo real. Portanto, considera-se apropriado para funcionalidades de acesso a menus utilizar o gesto de permanecer com uma das mãos posicionada em um dos cantos da tela, semelhante ao que acontece em sistemas com interfaces gráficas convencionais (Item G da Tabela 5).

A ação de movimentar um cursor na tela é comum à maioria dos usuários de tecnologias digitais. A influência da utilização do *mouse* fez com que grande parte dos participantes da pesquisa utilizasse os movimentos da mão com o dedo indicador apontado para cima para realizar esta ação. Este gesto também foi observado como o mais comum utilizado para a movimentação de um cursor entre as aplicações com interação gestual encontradas literatura, sendo considerado o mais apropriado para esta ação em sistemas de IN para saúde (Item H da Tabela 5).

Se o dispositivo de rastreamento é incapaz de identificar os dedos, o centro da mão pode ser utilizado como referência para o posicionamento do cursor. Caso o sistema necessite que o cursor seja exibido em meio à execução de outras funcionalidades, a outra mão pode ser usada para indicar a intenção do usuário em fazer com que o cursor apareça na tela.

Na pesquisa realizada com profissionais de saúde, o ato de selecionar opções em um sistema baseado em gestos sofreu grande influência da utilização do *mouse*, fazendo com que o gesto que simula um “clique” fosse o movimento mais comumente utilizado pelos indivíduos. Este também é o gesto mais utilizado nas aplicações com interação gestual encontradas na revisão de literatura para a seleção de opções em um AV.

De acordo com Dam *et al.*, (2013), o ato de “clicar” ou movimentar a mão para frente para selecionar uma opção em um sistema baseado em gestos é impreciso. A técnica de permanecer com o membro posicionado sobre o local do item a ser selecionado é eficiente e evita equívocos. Assim, considera-se conveniente permanecer

por alguns segundos com a mão ou o dedo indicador sobre o item a ser selecionado no AV, de acordo com o posicionamento do cursor (Item I da Tabela 5).

Tabela 5 - Gestos para funcionalidades comuns em sistemas com IN.

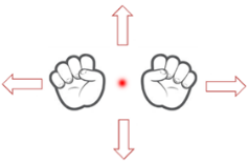
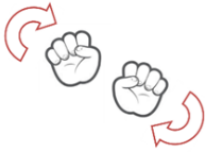
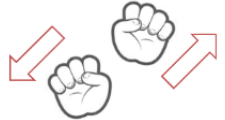
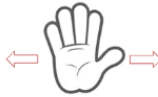
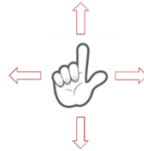
Funcionalidade	Gestos encontrados na literatura	Gesto sugerido
A) Translação	Uma mão, realizando o gesto de segurar e soltar; Uma mão para indicar a operação desejada e outra para executá-la.	
B) Rotação (Eixo Y)	Duas mãos, rotacionando-as como se segurasse o objeto entre elas;	
C) Rotação (Eixo Z)	Uma mão para indicar a operação desejada e outra para executá-la.	
D) Escala	Duas mãos, distanciando-as; Uma mão, aproximando e afastando-a do dispositivo de rastreamento; Uma mão para indicar a operação desejada e outra para executá-la.	

Tabela 5 - Gestos para funcionalidades comuns em sistemas com IN.

Funcionalidade	Gestos encontrados na literatura	Gesto sugerido
E) Transição de imagens	Gesto semelhante ao de passar uma página; Estender o braço direito ou esquerdo; Girar a cabeça para a direita ou esquerda.	
F) Interromper/Retomar a interação	Uma mão, indicando o gesto de “pare” por alguns segundos; Duas mãos, indicando o gesto de “pare”; Cruzar os braços.	
G) Acessar menu	Estender os braços para as laterais ou para cima; Apontar com o dedo indicador para o dispositivo de rastreamento; Polegar para cima.	
H) Movimentar cursor	Movimentar o dedo indicador ou a mão; Movimentar outras partes do corpo (cabeça, olhos, nariz).	
I) Selecionar	Permanecer com o dedo ou a mão sobre o item desejado; Aproximar o dedo ou a mão do dispositivo.	

6.2 Aplicação Teste

Com a utilização das funcionalidades de IN implementadas no CyberMed, foi criada uma aplicação teste para apoio a professores de saúde em sala de aula, que permite que o usuário forneça comandos ao sistema por meio de gestos. Os movimentos do usuário são capturados pelo dispositivo de rastreamento, processados pelo computador e projetados em uma tela de visualização. A Figura 18 apresenta uma sugestão para a estrutura física deste sistema de acordo com o que foi considerado mais apropriado pelos profissionais de saúde participantes da pesquisa.

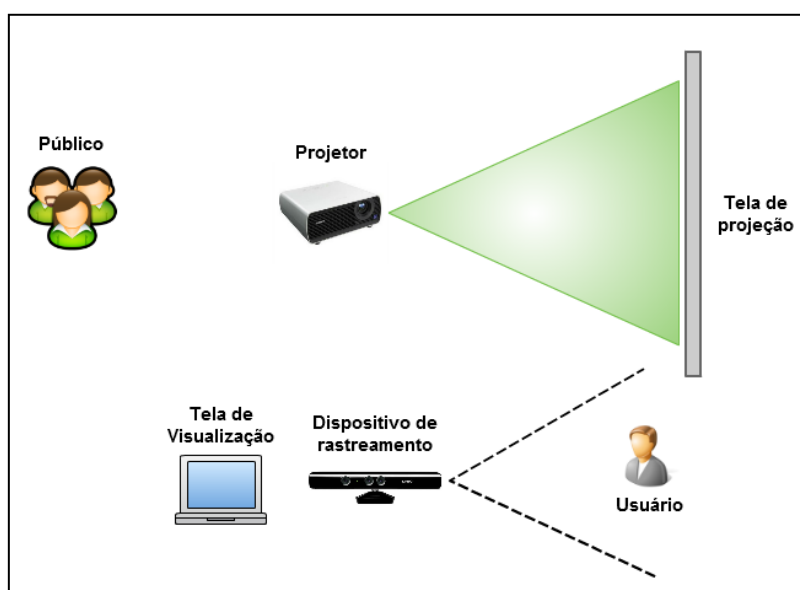


Figura 18 – Sugestão para estrutura física de sistema de IN para apoio à educação em saúde.

A aplicação teste produzida com o módulo de IN que foi integrado ao CyberMed utiliza os gestos sugeridos na discussão apresentada na Seção 6.1 para o fornecimento de comandos ao sistema e oferece as seguintes funcionalidades:

Manipulação de objetos virtuais – O usuário pode utilizar o movimento das mãos para realizar operações de manipulação (translação, rotação e escala) nos objetos virtuais 3D exibidos (Figura 19).

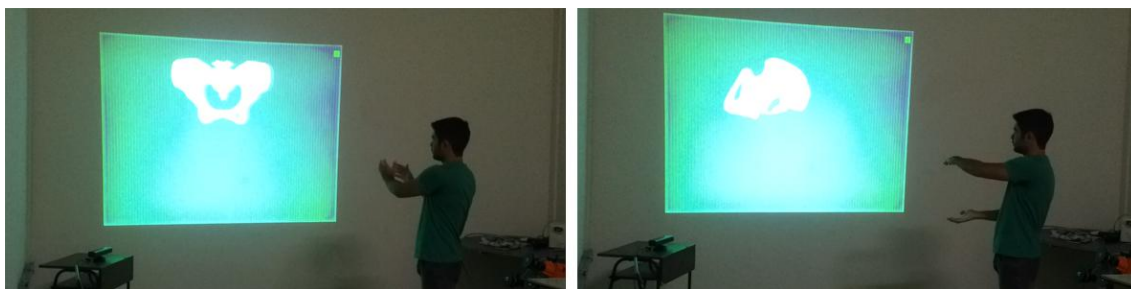


Figura 19 - Manipulação 3D de modelos anatômicos.

Transição de imagens – É possível alternar entre modelos anatômicos 3D com o movimento das mãos (Figura 20).

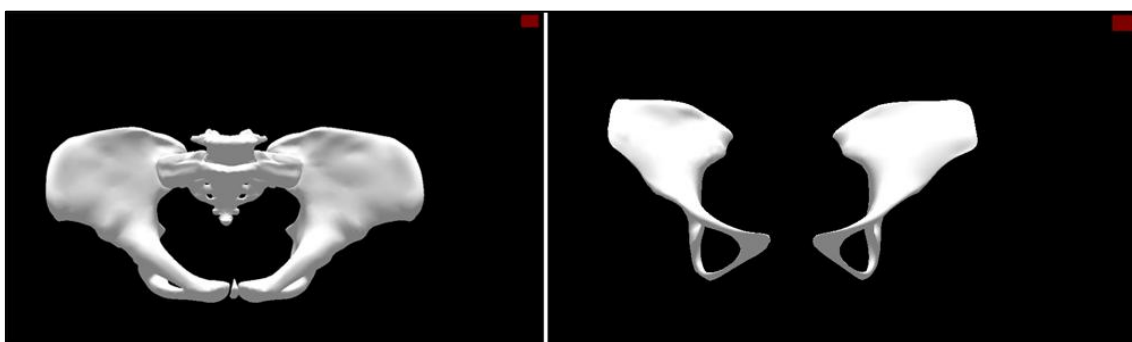


Figura 20 - Transição entre modelos anatômicos.

Interrupção/Retomada da interação – O usuário pode ter momentos de descanso e liberdade de movimentação ao realizar o gesto destinado a este fim. Quando a aplicação entra no modo de interrupção de interação, nenhum movimento irá interferir o sistema, a não ser que o usuário execute o gesto para retomada de interação.

Indicadores visuais – A aplicação dispõe de dois indicadores visuais que têm como objetivo informar ao usuário o estado da interação. A exibição do primeiro (Figura 21) indica que a interação foi interrompida e o usuário pode se movimentar livremente até que o gesto de retomada da interação seja executado. O segundo (Figura 22) serve para indicar se o sistema está identificando corretamente o posicionamento do usuário ou se não é possível encontrar o padrão necessário para o reconhecimento de gestos, sendo exibidas as cores verde e vermelha, respectivamente.

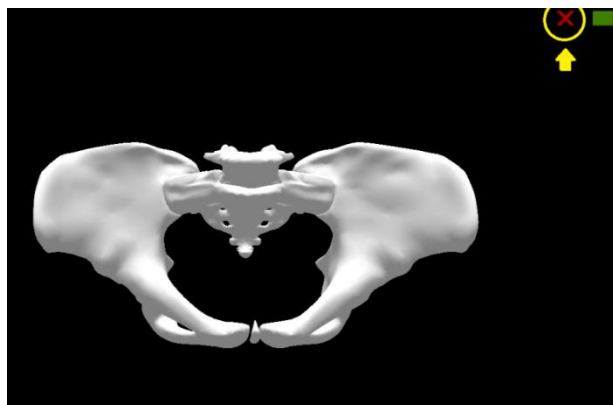


Figura 21 - Indicador visual para interrupção da interação.

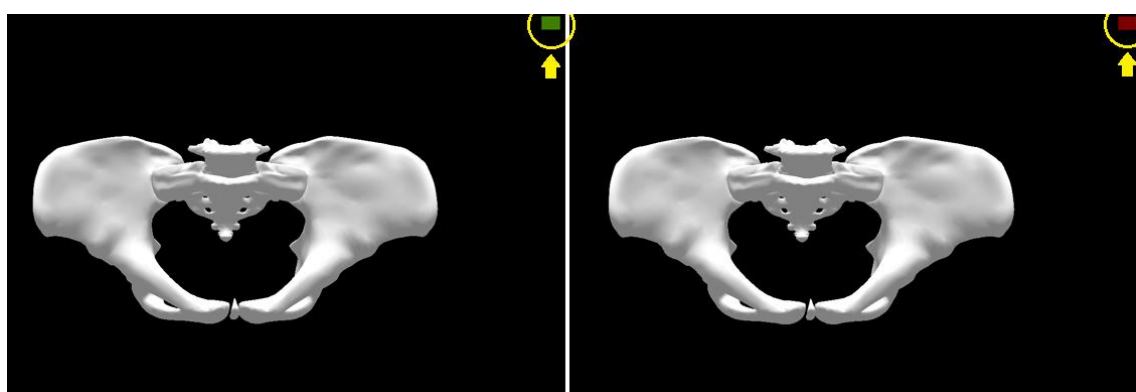


Figura 22 - Indicador visual para *status* da interação.

As funcionalidades de acesso a um menu e movimentação e seleção com um cursor foram testadas à parte, não sendo inseridas na aplicação teste. O módulo de IN identifica os gestos referentes a estas funcionalidades, podendo ser usados em futuras aplicações que forneçam estas opções.

6.3 Considerações

Neste Capítulo, foi apresentada uma discussão sobre gestos considerados apropriados a profissionais de saúde para a interação com sistemas de RV, tomando como base as informações coletadas na pesquisa com docentes de saúde e nos dados obtidos na revisão de literatura. Os gestos sugeridos foram implementados e nas classes criadas para comporem o módulo de IN do CyberMed e utilizados na aplicação teste. A produção desta aplicação serviu como validação do módulo de IN desenvolvido, onde foram utilizadas suas classes funções que visam agilizar a produção de sistemas deste tipo.

7 Conclusões

Neste trabalho, foram apresentados estudos sobre a utilização de técnicas de IN em aplicações de educação, em especial para a área da saúde. As etapas do estudo incluíram uma revisão bibliográfica sobre aplicações educacionais que fornecem IN e uma pesquisa com profissionais de saúde para a identificação dos gestos mais comumente utilizados por estes em sistemas com IN. Este projeto culminou em uma discussão sobre técnicas de IN apropriadas a profissionais de saúde em sistemas para apoio a atividades letivas e na produção de um módulo de IN, que foi integrado a um *framework* de RV (CyberMed) com o objetivo de agilizar a produção de aplicações deste tipo. Para a validação do módulo, foi produzida uma aplicação teste com a utilização das funcionalidades implementadas no mesmo.

Os dados obtidos na pesquisa com profissionais de saúde serviram de base para a elaboração das técnicas de IN e, conseqüentemente, para a produção do módulo de IN para o CyberMed. Os resultados e conclusões tiradas com a realização da pesquisa foram detalhados neste trabalho, sendo possível utilizá-los para a elaboração de novas técnicas de interação gestual, de acordo com as necessidades das aplicações a serem desenvolvidas.

Este projeto resultou em duas publicações na área de RV. Os artigos intitulados “*An Structure to Integrate Natural Interaction into VR Systems for Education in Health*” (FERREIRA; MACHADO, 2013) e “Interação Natural para Apoio a Atividades Letivas em Saúde” (FERREIRA; MACHADO, no prelo) foram aprovados para publicação nos anais dos XV e XVI *Symposium on Virtual and Augmented Reality*, respectivamente. O primeiro artigo apresenta uma estrutura para integração de técnicas de IN em um *framework* de RV para saúde. O segundo expõe os resultados de uma pesquisa realizada com profissionais de saúde a fim de identificar os gestos mais comumente utilizados por estes na interação com um sistema de RV para saúde.

Durante a realização deste trabalho, pôde-se chegar a algumas conclusões que geraram considerações relevantes em relação à produção de aplicações com IN para a saúde. A partir destas conclusões, foram sugeridos trabalhos futuros considerados importantes para o desenvolvimento do tema em questão.

7.1 Benefícios providos pela IN em sistemas de RV para saúde

O estudo dos conceitos relacionados à IN e RV, bem como a análise de aplicações nesta área, permitiu a identificação de características que fazem da IN uma importante aliada no desenvolvimento de sistemas de RV para saúde:

Facilidade de aprendizado - A intuitividade proporcionada por sistemas de IN pode beneficiar aplicações de RV, pois proveem métodos de interação de fácil aprendizado, favorecendo a motivação do usuário em utilizar o sistema;

Sensação de imersão - Por "entenderem" ações naturais, os sistemas de IN contribuem para aumentar a sensação de imersão do usuário em aplicações de RV. AVs que se assemelham a ambientes reais, aliados a uma interação natural, podem fazer com que o usuário execute ações espontâneas e sinta-se parte do mundo virtual, tornando o processo de interação agradável;

Variedade de comandos - As interfaces de IN possibilitam um número maior de formas de manipulação do sistema se comparadas com interfaces convencionais que utilizam *mouse* e teclado. Em sistemas com rastreamento óptico, isto se deve às inúmeras possibilidades proporcionadas pelo reconhecimento de gestos. Este fato faz com que sistemas de IN possam abranger o reconhecimento de uma grande variedade de comandos;

Dispositivos de baixo custo - O desenvolvimento tecnológico permitiu o barateamento dos dispositivos de interação, além da melhoria da qualidade destes. Atualmente, é possível encontrar no mercado, por um baixo custo, dispositivos de qualidade que podem ser usados para prover a interação com sistemas de IN.

7.2 Requisitos para o desenvolvimento de sistemas de IN

Com a análise das características de aplicações com IN para apoio à educação e o estudo das propriedades de IN e de RV, foi possível identificar aspectos importantes para o desenvolvimento destes sistemas:

Definição do público-alvo: A identificação das características do público-alvo de uma aplicação de IN é fundamental. Isso se deve às diferenças de comportamento provenientes da formação de cada indivíduo e têm que ser levadas em consideração para que a interação com a aplicação seja a mais natural possível. Aspectos como o nível de afinidade com tecnologias digitais, por exemplo, podem influenciar na maneira como o usuário interage com o sistema.

Definição dos dispositivos a serem utilizados - É importante escolher o dispositivo adequado a ser utilizado para prover a interação com o sistema de IN, de acordo com os objetivos e o público-alvo. Não é viável selecionar um dispositivo de alto custo para a utilização por alunos para autoaprendizagem, por exemplo. Ou utilizar um dispositivo com baixo alcance de rastreamento para auxiliar um professor em sala de aula, sabendo que o docente precisa de liberdade de movimentação para ministrar aulas. Desse modo, para o desenvolvimento de um sistema de IN, é preciso analisar os benefícios que podem ser providos pelo dispositivo e o custo deste;

Partes do corpo utilizadas para a interação - Para que a interação seja natural, é importante que ela se aproxime do real. Desse modo, as ações realizadas no mundo virtual devem ser semelhantes às ações do mundo real. Assim, é aconselhável que as partes do corpo utilizadas na interação com o mundo real sejam as mesmas para a interação com o mundo virtual análogo. Por exemplo, é natural que pessoas utilizem as mãos para a manipulação de objetos no ambiente real, fazendo com que estes membros sejam os mais indicados para a manipulação de objetos virtuais em um AV;

Gestos reconhecidos pelo sistema - Partindo da ideia de um AV que faz analogia com o ambiente real, é conveniente que os gestos reconhecidos pelo sistema de IN sejam ao menos semelhantes aos que são executados no mundo real. Por exemplo, se em um AV é necessário que o usuário indique uma determinada localização, isto pode ser feito com o uso do dedo indicador, como é feito no mundo real;

Intuitividade - Tanto as informações apresentadas pelo sistema de IN como os gestos reconhecidos por este, devem fornecer intuitividade na interação com o usuário. As ações reconhecidas devem corresponder em tempo real às mudanças no AV, promovendo a sensação de naturalidade. Isto pode trazer benefícios como a facilidade de utilização do sistema e a consequente motivação do usuário. Porém, embora algumas técnicas de interação sejam mais fáceis de serem realizadas graças ao seu elevado grau

de intuitividade, podem não ser tão eficientes quanto à sua precisão, levando em consideração as limitações de rastreamento de alguns dispositivos de interação.

Controle sobre a interação com o sistema - É importante que o usuário tenha controle sobre a interação com o sistema, podendo interromper a comunicação com o mundo virtual para movimentar-se livremente no mundo real, sem que seus movimentos interfiram na aplicação. Assim, é recomendável que sejam usados gestos para interromper e retomar o rastreamento.

Ergonomia - É relevante que sejam analisados os aspectos ergonômicos da interação, visando o conforto do usuário. Devem ser evitados gestos que possam causar algum tipo de lesão ou desconforto, como movimentos repetitivos ou que exijam força excessiva. A interação com o sistema deve ser um processo agradável, que favoreça o bem estar físico do usuário.

7.3 Trabalhos futuros

Após a discussão sobre técnicas de IN para apoio a docentes de saúde com base na revisão de literatura e nos dados obtidos na pesquisa com estes profissionais, é relevante que sejam realizados, como trabalhos futuros, testes mais aprofundados para verificar os níveis de intuitividade e eficiência das técnicas de IN propostas neste trabalho, de modo a se obter dados estatisticamente significativos. Sugere-se que profissionais de saúde sejam consultados e colocados frente a um sistema de RV, sendo questionados de acordo com um roteiro de perguntas previamente elaborado sobre pontos relacionados à interação gestual com o sistema.

Em relação ao desenvolvimento do módulo de IN para o CyberMed, é importante destacar o constante desenvolvimento tecnológico e a consequente produção de novos dispositivos para interação gestual, que geram a necessidade de integração de novos dispositivos de interação a este módulo, para que seja possível acompanhar esse avanço e tornar as técnicas de IN mais eficientes em relação à precisão de rastreamento.

7.4 Considerações finais

Técnicas de IN vêm sendo utilizadas em diversas áreas com o intuito de fornecer aos usuários interação com alto grau de intuitividade, aumentando o nível de imersão e facilidade de interação proporcionados pelo sistema. A área da saúde tem sido

beneficiada por sistemas de RV, podendo ser usada em ambientes de treinamento de procedimentos, educação, reabilitação e jogos. No campo de educação em saúde, o uso de técnicas de IN torna-se importante na medida em que promove o desenvolvimento de sistemas de RV de fácil utilização por docentes de saúde em atividades letivas, dispensando a necessidade de domínio de ferramentas de interação. Isto reforça a importância da realização de estudos que promovam a utilização de sistemas de IN para saúde.

A partir da análise do estado da arte no desenvolvimento de aplicações de IN para educação, viu-se necessário a identificação de especificidades no que diz respeito às características de interação de cada público-alvo. Ações naturais para a realização de uma mesma tarefa podem ser diferentes para cada grupo de indivíduos, que sofrem influência cultural no decorrer de sua formação. Assim, tomou-se como relevante o estudo das técnicas de interação gestual preferidas por profissionais de saúde a fim promover o desenvolvimento de aplicações de IN para apoio letivo. Para tanto, foi realizada uma pesquisa com profissionais de saúde a fim de identificar tais características. Observou-se, durante a pesquisa, que grande parte dos participantes faz uso de tecnologias digitais e possui alguma afinidade com estas ferramentas, deixando clara a influência sofrida pela utilização destes recursos ao realizarem os gestos para a interação com o sistema de RV. Isto levanta questionamentos em relação ao que tem se tornado natural para indivíduos da era digital, verificando até que ponto as tecnologias digitais influenciam no comportamento dos usuários.

Após a análise dos dados adquiridos, pôde-se elaborar uma discussão a fim de se chegar a uma conclusão sobre quais técnicas de IN podem ser apropriadas a docentes de saúde para a interação com sistemas de RV no âmbito educacional. Tal discussão levou em consideração o comportamento dos profissionais de saúde durante a realização da pesquisa e os gestos utilizados em trabalhos semelhantes encontrados na literatura. Assim, pretende-se contribuir com o desenvolvimento de aplicações de IN para apoio letivo em saúde, na medida em que foram sugeridos gestos apropriados a profissionais desta área para a interação com sistemas de RV. Tais informações podem ser usadas para a implementação de sistemas de IN por meio de gestos que têm como público-alvo docentes de saúde.

As conclusões obtidas com o desenvolvimento deste trabalho resultaram na criação de um módulo de IN que foi integrado a um *framework* de RV para saúde e

disponibiliza classes e funções que agilizam a produção de aplicações de RV com IN para saúde. Para validá-lo, uma aplicação teste foi produzida com a utilização das funcionalidades oferecidas pelo módulo de IN.

8 Referências Bibliográficas

ALLARD, J.; COTIN, S.; FAURE, F.; BENSOUSSAN, P. J.; POYER, F.; DURIEZ, C.; GRISONI, L. **SOFA-AN OPEN SOURCE FRAMEWORK FOR MEDICAL SIMULATION**. MEDICINE MEETS VIRTUAL REALITY, MMVR 15. 2007.

ALVES, L.; **GAME OVER: JOGOS ELETRÔNICOS E VIOLÊNCIA**. TESE (DOUTORADO EM EDUCAÇÃO), UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. 2004.

ALVES, R. D. S.; ARAUJO, J. O. A.; MADEIRO, F. **ALFABETO KINECT: UM APLICATIVO PARA AUXILIAR NA ALFABETIZAÇÃO DE CRIANÇAS COM O USO DO KINECT**. ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, v. 23, n. 1, 2012.

ARAÚJO, I. A. **FORMAÇÃO DE PROFESSORES E TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO: PROFESSOR, VOCÊ TEM MEDO DE QUÊ?**. UFSJ, MINAS GERAIS, 2010. DISPONÍVEL EM <[HTTP://WWW.UFSJ.EDU.BR/PORTAL2-REPOSITORIO/FILE/VERTENTES/VERTENTES_35/IVANILDO_AMARO.PDF](http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/file/vertentes/vertentes_35/ivanildo_amaro.pdf)>. ACESSO EM: JANEIRO DE 2014.

ARAUJO, J. O. MADEIRO, F.; MOURA, A. L.; ALVES, R. D. S. **TAP: UM APLICATIVO PARA AUXÍLIO À APRENDIZAGEM DE LÍNGUA ESTRANGEIRA**. ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, v. 23, n. 1, 2012.

ASUS, **XTION PRO LIVE**. [S.D.] DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.ASUS.COM/MULTIMEDIA/XTION_PRO_LIVE/](http://www.asus.com/multimedia/xtion_pro_live/)>. ACESSO EM: FEVEREIRO DE 2014.

BARALDI, S.; DEL BIMBO, A.; LANDUCCI, L. **NATURAL INTERACTION ON TABLETOPS**. MULTIMEDIA TOOLS AND APPLICATIONS, v. 38, n. 3, p. 385-405, 2008.

BASTOS, T. D. A.; SILVA, R. D.; RAPOSO, A. B.; GATTASS, M. **VIRAL: UM FRAMEWORK PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICACOES DE REALIDADE VIRTUAL**. VII SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, p. 51-62, 2004.

BERGH, V. M.; GOOL, V. L. **Combining RGB and ToF cameras for real-time 3D hand gesture interaction**. Applications of Computer Vision, IEEE Workshop, p. 66-72, 2011.

BIMBO, A. D. **SPECIAL ISSUE ON NATURAL INTERACTION**. MULTIMEDIA TOOLS AND APPLICATIONS, v. 38, n. 3, p. 293-294, 2008.

BORBA, M. D. C.; PENTEADO, M. G. **INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**. BELO HORIZONTE: AUTÊNTICA, 2001.

BOULOS, M. N. K.; BLANCHARD, B. J.; WALKER, C.; MONTERO, J.; TRIPATHY, A.; GUTIERREZ-OSUNA, R. **WEB GIS IN PRACTICE X: A MICROSOFT KINECT NATURAL USER INTERFACE FOR GOOGLE EARTH NAVIGATION**. INTERNATIONAL JOURNAL OF HEALTH GEOGRAPHICS, v. 10, n. 1, p. 45, 2011.

BOWMAN, D. A.; KRUIFF, E.; LAVIOLA, J. J.; POUPYREV, I. **3D USER INTERFACES: THEORY AND PRACTICE**, v. 1. MA: ADDISON-WESLEY. 2005.

BOWMAN, D. A.; RYAN P. M.; ERIC D. R. **Questioning naturalism in 3D user interfaces**. Communications of the ACM. v. 55, n. 9, p. 78-88, 2012.

CAVUSOGLU, M. C.; GOTEKIN, T. G.; TENDICK, F.; SASTRY, S. **GiPSi: AN OPEN SOURCE/OPEN ARCHITECTURE SOFTWARE DEVELOPMENT FRAMEWORK FOR SURGICAL SIMULATION**. STUDIES IN HEALTH TECHNOLOGY AND INFORMATICS, p. 46-48, 2004.

CHANG, C. Y.; LANGE, B.; ZHANG, M.; KOENIG, S.; REQUEJO, P.; SOMBOON, N.; RIZZO, A. **TOWARDS PERVASIVE PHYSICAL REHABILITATION USING MICROSOFT KINECT**. PERVASIVE COMPUTING TECHNOLOGIES FOR HEALTHCARE, IEEE, p. 159-162, 2012.

CORRÊA, C. G.; NUNES, F. L.; BEZERRA, A.; CARVALHO JR, P. M. **EVALUATION OF VR MEDICAL TRAINING APPLICATIONS UNDER THE FOCUS OF PROFESSIONALS OF THE HEALTH AREA**. ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, p. 821-825, 2009.

CUCCURULLO, S.; FRANCESE, R.; MURAD, S.; PASSERO, I.; TUCCI, M. **A GESTURAL APPROACH TO PRESENTATION EXPLOITING MOTION CAPTURE METAPHORS**. INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON ADVANCED VISUAL INTERFACES, p. 148-155, 2012.

DAHLBÄCK, N.; JÖNSSON, A.; AHRENBERG, L. WIZARD OF OZ STUDIES—WHY AND HOW. KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS, v. 6, n. 4, p. 258-266, 1993.

DAM, P. F.; CARVALHO, F. G.; BRAZ, P.; RAPOSO, A. B.; HAAS. **HANDS-FREE INTERACTION TECHNIQUES FOR VIRTUAL ENVIRONMENTS**. IN: SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY. CUIABÁ/MT - BRAZIL. p. 100-108, 2013.

DIAS, D. R. C.; BREGA, J. R. F.; LAMARCA, A. F.; NETO, M. P.; SUGUIMOTO, D. J.; AGOSTINHO, I.; GOUVEIA, A. F. **CHEMCAVE3D: SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO IMERSIVO E INTERATIVO DE MOLÉCULAS 3D**. WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, UBERABA - MG, 2011.

FERREIRA, A. B. H. **NOVO DICIONÁRIO AURÉLIO DA LÍNGUA PORTUGUESA**. SÃO PAULO - SP. POSITIVO. 2009.

FERREIRA, D.S.; MACHADO, L.S. **AN STRUCTURE TO INTEGRATE NATURAL INTERACTION INTO VR SYSTEMS FOR EDUCATION IN HEALTH**. IN: SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY 2013. CUIABÁ/MT - BRAZIL. p. 208-211, 2013.

FERREIRA, D.S.; MACHADO, L.S. **INTERAÇÃO NATURAL PARA APOIO A ATIVIDADES LETIVAS EM SAÚDE**. IN: SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY 2014. SALVADOR/BA - BRAZIL. NO PRELO.

FONTANELLA, B. J. B.; LUCHESI, B. M.; SAIDEL, M. G. B.; RICAS, J.; TURATO, E. R.; MELO, D. G. **AMOSTRAGEM EM PESQUISAS QUALITATIVAS: PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA CONSTATAR SATURAÇÃO TEÓRICA**. CAD. SAÚDE PÚBLICA, v. 27, n. 2, p. 389-394, 2011.

FREITAS, C. M. D. S.; MANSSOUR, I. H.; NEDEL, L. P.; GAVIÃO, J. K.; PAIM, T. C.; MACIEL, A. **FRAMEWORK PARA CONSTRUÇÃO DE PACIENTES VIRTUAIS: UMA APLICAÇÃO EM LAPAROSCOPIA VIRTUAL**. SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, p. 283-294, 2003.

GAMMA, E.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J.; HELM, R. **PADRÕES DE PROJETO**. BOOKMAN. 2006.

GHIROTTI, S. E.; MORIMOTO, C. H. **UM SISTEMA DE INTERAÇÃO BASEADO EM GESTOS MANUAIS TRIDIMENSIONAIS PARA AMBIENTES VIRTUAIS**. IX SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, p. 159-168, 2010.

GIL, A. C. **COMO ELABORAR PROJETOS DE PESQUISA**. SÃO PAULO: ATLAS, v. 5, 2002.

GIRBACIA, F.; BUTNARIU, S. **DEVELOPMENT OF A NATURAL USER INTERFACE FOR INTUITIVE PRESENTATIONS IN EDUCATIONAL PROCESS**. E-LEARNING AND SOFTWARE FOR EDUCATION, n 2, p. 74, 2012.

HSU, F. S.; LIN, W. Y. **A MULTIMEDIA PRESENTATION SYSTEM USING A 3D GESTURE INTERFACE IN MUSEUMS**. MULTIMEDIA TOOLS AND APPLICATIONS, p 1-25, 2012.

JEONG, K.; SHIM, J.; HAN, T. **PROTOTYPE OF LEARNING TOOL WITH AUGMENTED REALITY AND NATURAL HAND INTERACTION USING DEPTH SENSING CAMERA**. 24TH AUSTRALIAN COMPUTER-HUMAN INTERACTION CONFERENCE, p. 281-284, 2012.

KAPLAN, F. **ARE GESTURE-BASED INTERFACES THE FUTURE OF HUMAN COMPUTER INTERACTION?**. INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMODAL INTERFACES, p. 239-240, 2009.

KARAM, M. **A FRAMEWORK FOR RESEARCH AND DESIGN OF GESTURE-BASED HUMAN-COMPUTER INTERACTIONS**. TESE DE DOUTORADO, UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON, 2006.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA: CONCEITOS, PROJETO E APLICAÇÕES**. PORTO ALEGRE: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2007.

KIRNER, C.; KIRNER T. G.; **EVOLUÇÃO E TENDÊNCIAS DA REALIDADE VIRTUAL E DA REALIDADE AUMENTADA**. REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA: APLICAÇÕES E TENDÊNCIAS, 2011.

LA MARCA; ANTHONY F.; JOSÉ REMO F. BREGA; JULIANA F. DA SILVA. **DISPOSITIVOS NÃO CONVENCIONAIS PARA O RASTREAMENTO DO CORPO HUMANO**. UFMT, REVISTA DE EXATAS E TECNOLOGIA, 2010.

LEE, J.C. **HACKING THE NINTENDO WII REMOTE**. PERVASIVE COMPUTING, IEEE , v.7, n. 3, p.39-45, 2008.

LEE, B.; CHUN, J. **MANIPULATION OF VIRTUAL OBJECTS IN MARKER-LESS AR SYSTEM BY FINGERTIP TRACKING AND HAND GESTURE RECOGNITION**. 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTION SCIENCES: INFORMATION TECHNOLOGY, CULTURE AND HUMAN, p. 1110-1115, 2009.

LEE, E; XIYUAN L.; XUN Z. **XDIGIT: AN ARITHMETIC KINECT GAME TO ENHANCE MATH LEARNING EXPERIENCES**. ENTERTAINMENT TECHNOLOGY CENTER CARNEGIE MELLON UNIVERSITY PITTSBURGH, 2012.

LIU, W. **NATURAL USER INTERFACE-NEXT MAINSTREAM PRODUCT USER INTERFACE**. COMPUTER-AIDED INDUSTRIAL DESIGN & CONCEPTUAL DESIGN, IEEE, v. 1, p. 203-205, 2010.

MACHADO, L. S.; CARDOSO, A. **DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA PARA SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL**. FUNDAMENTOS E TECNOLOGIA DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, p. 39, 2006.

MACHADO, L. S.; MORAES, R. **VR-BASED SIMULATION FOR THE LEARNING OF GYNAECOLOGICAL EXAMINATION**. ADVANCES IN ARTIFICIAL REALITY AND TELE-EXISTENCE, p. 97-104, 2006.

MACHADO, L. S.; SOUZA, D. F., SOUZA, L. C.; MORAES, R. M. **DESENVOLVIMENTO RÁPIDO DE APLICAÇÕES DE REALIDADE VIRTUAL UTILIZANDO SOFTWARE LIVRE**. X SIMPÓSIO EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, p. 5-33, 2008.

MACHADO, L. S.; MORAES, R. M.; SOUZA, D. F., SOUZA, L. C.; CUNHA, I. L. L. **A FRAMEWORK FOR DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY-BASED TRAINING SIMULATORS**. STUDIES IN HEALTH TECHNOLOGY AND INFORMATICS, v. 142, p. 174-176, 2009.

MARTINS, B. C. **COOPERAÇÃO E LIVRE FLUXO DA INFORMAÇÃO: A INFLUÊNCIA DA CULTURA HACKER NA DEFINIÇÃO DOS PADRÕES DA COMUNICAÇÃO MEDIADA POR COMPUTADOR**. ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO, v. 15., 2007.

MESA, MESA IMAGING. [S.D.]. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.MESA-IMAGING.CH/](http://www.mesa-imaging.ch/)>. ACESSO EM: FEVEREIRO DE 2014.

MINAYO, M. C. D. S.; DESLANDES, S. F.; CRUZ NETO, O.; GOMES, R. **PESQUISA SOCIAL: TEORIA, MÉTODO E CRIATIVIDADE**, 2002;

MITRA, S.; ACHARYA, T. **GESTURE RECOGNITION: A SURVEY**. SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS. IEEE TRANSACTIONS, v. 37, n 3, p. 311-324, 2007.

- MORAES, R. M.; MACHADO, L. S.; **DEVELOPMENT OF A MEDICAL TRAINING SYSTEM WITH INTEGRATION OF USERS' SKILLS ASSESSMENT**. VIRTUAL REALITY, INTECH, p. 325-348, 2011.
- MORAN, J. M. **A EDUCAÇÃO QUE DESEJAMOS: NOVOS DESAFIOS E COMO CHEGAR LÁ**. PAPIRUS, V. 4, p. 101-111, 2009.
- MOSSEL, A.; SCHÖNAUER, C.; GERSTWEILER, G.; KAUFMANN, H. **ARTiFICE-AUGMENTED REALITY FRAMEWORK FOR DISTRIBUTED COLLABORATION**. INTERNATIONAL JOURNAL OF VIRTUAL REALITY, 2012.
- NETTO, A. V.; MACHADO, L. D. S.; OLIVEIRA, M. C. F. D. **REALIDADE VIRTUAL: DEFINIÇÕES, DISPOSITIVOS E APLICAÇÕES**. REVISTA ELETRÔNICA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA SBC, v. 2, 2002.
- NEVES, J. L. **PESQUISA QUALITATIVA: CARACTERÍSTICAS, USOS E POSSIBILIDADES**. CADERNO DE PESQUISAS EM ADMINISTRAÇÃO, SÃO PAULO, v. 1, n. 3, 1996.
- NIELSEN, M.; STÖRRING, M.; MOESLUND, T.; GRANUM, E. **A PROCEDURE FOR DEVELOPING INTUITIVE AND ERGONOMIC GESTURE INTERFACES FOR HCI**. GESTURE-BASED COMMUNICATION IN HUMAN-COMPUTER INTERACTION, p. 105-106, 2004.
- NUNES, A. L.; RADICCHI, A. O.; BOTEGA, L. C. **INTERFACES TANGÍVEIS: CONCEITOS, ARQUITETURAS, FERRAMENTAS E APLICAÇÕES**. REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA: APLICAÇÕES E TENDÊNCIAS, p. 26-44, 2011.
- NUNES, F.; COSTA, R. M.; MACHADO, L. S.; MORAES, R. M. **DESENVOLVENDO APLICAÇÕES DE RVA PARA SAÚDE: IMERSÃO, REALISMO E MOTIVAÇÃO**. REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA: APLICAÇÕES E TENDÊNCIAS, v. 82, 2011A.
- NUNES, F.; COSTA, R.; MACHADO, L.; MORAES, R. **REALIDADE VIRTUAL PARA SAÚDE NO BRASIL: CONCEITOS, DESAFIOS E OPORTUNIDADES**. VIRTUAL REALITY FOR HEALTH CARE IN BRAZIL: CONCEPTS, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES. REV. BRAS. ENG. BIOMED, v. 27, n. 4, p. 243-258, 2011B.
- OPENNI, **OPENNI**. [S.D.]. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.OPENNI.ORG/](http://www.openni.org/)>. ACESSO: FEVEREIRO DE 2014.
- RAMOS, F. M.; NUNES, F. L. S. **CONSTRUÇÃO DE ATLAS DE ANATOMIA E FISIOPATOLOGIA DO CÂNCER DE MAMA UTILIZANDO REALIDADE VIRTUAL**. XVIII BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER GRAPHICS AND IMAGE PROCESSING, 2005.
- RICHARDS-RISSETTO, H.; REMONDINO, F.; AGUGIARO, G.; VON SCHWERIN, J.; ROBERTSSON, J.; GIRARDI, G. **KINECT AND 3D GIS IN ARCHAEOLOGY**. VIRTUAL SYSTEMS AND MULTIMEDIA, IEEE, p. 331-337, 2012.
- SAFFER, D. **DESIGNING GESTURAL INTERFACES: TOUCHSCREENS AND INTERACTIVE DEVICES**. O'REILLY MEDIA, INCORPORATED, 2009.
- SOARES M.; A. C.; ASSIS C. R. H.; ROUSY D. S. D.; AIRES T. T. **INTERAÇÃO NATURAL COMO APOIO A ATIVIDADE DE TELEMENTORIA EM TELEMEDICINA**. ANAIS DOS WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, v. 1, 2012.
- SONNINO R.; MATSUMURA K. K; JUNIOR J. R.; NAKAMURA R.; TORI R. **FUSION4D: 4D UNENCUMBERED DIRECT MANIPULATION AND VISUALIZATION**. XV SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 2013.
- SOUZA, D. F.; VALDEK, M. C.; MORAES, R. M.; MACHADO, L. S. **SITEG-SISTEMA INTERATIVO DE TREINAMENTO EM EXAME GINECOLÓGICO**. VIII SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, 2006.
- SOUZA, D. F.; CUNHA, Í. L.; SOUZA, L. C.; MORAES, R. M.; MACHADO, L. S. **DEVELOPMENT OF A VR SIMULATOR FOR MEDICAL TRAINING USING FREE TOOLS: A CASE STUDY**. SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, p. 100-105, 2007.

SPARACINO, F. **NATURAL INTERACTION IN INTELLIGENT SPACES: DESIGNING FOR ARCHITECTURE AND ENTERTAINMENT.** HANDBOOK OF MULTIMEDIA FOR DIGITAL ENTERTAINMENT AND ARTS, p. 713-744, 2009.

TAKAHASHI, M.; FUJII, M., NAEMURA, M.; SATOH, S. **HUMAN GESTURE RECOGNITION SYSTEM FOR TV VIEWING USING TIME-OF-FLIGHT CAMERA.** MULTIMEDIA TOOLS AND APPLICATIONS, (2011).

TANG, C. Y.; CHIN, W.; CHUI, Y. P.; POON, W. S.; HENG, P. A. **A VIRTUAL REALITY-BASED SURGICAL SIMULATION SYSTEM FOR VIRTUAL NEUROENDOSCOPY.** INTEGRATION TECHNOLOGY, IEEE, p. 253-258, 2007.

TORI, R.; NUNES, F. L.; GOMES, V. H.; TOKUNAGA, D. M. **Vida: ATLAS ANATÔMICO 3D INTERATIVO PARA TREINAMENTO A DISTÂNCIA.** XXIX CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, p. 1-10, 2009.

VALLI, A. **NOTES ON NATURAL INTERACTION.** [S.L.], [S.N.], 2005. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.IDEMPLOYEE.ID.TUE.NL/G.W.M.RAUTERBERG/LECTURENOTES/VALLI-2004.PDF](http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/lecturenotes/valli-2004.pdf)>. ACESSO EM: JANEIRO DE 2014.

VALLI, A. **THE DESIGN OF NATURAL INTERACTION.** MULTIMEDIA TOOLS AND APPLICATIONS, v. 38, n. 3, p. 295-305, 2008.

VILLAROMAN, N.; ROWE, D.; SWAN, B. **TEACHING NATURAL USER INTERACTION USING OPENNI AND THE MICROSOFT KINECT SENSOR.** CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY EDUCATION, p. 227-232, 2011.

WIGDOR, D.; WIXON, D. **BRAVE NUI WORLD: DESIGNING NATURAL USER INTERFACES FOR TOUCH AND GESTURE.** BURLINGTON: MORGAN KAUFMANN, 2011.

WILSCHREY, J.; RUSU, C.; MERCADO, I.; INOSTROZA, R.; JIMÉNEZ, C. **VIRTUAL DRUMS BASED ON NATURAL INTERACTION.** INTELLIGENT NETWORKING AND COLLABORATIVE SYSTEMS, IEEE, p. 652-655, 2012.

YANG, Y.; LI, L. **TURN A NINTENDO WIIMOTE INTO A HANDHELD COMPUTER MOUSE.** POTENTIALS, IEEE, v. 30, n. 1, p. 12-16, 2011.

ZHANG, Z. **MICROSOFT KINECT SENSOR AND ITS EFFECT.** MULTIMEDIA, IEEE, v. 19, n. 2, p. 4-10, 2012.

9 APÊNDICES

9.1 Apêndice A: Formulário de Pesquisa



Universidade Federal da Paraíba

Programa de Pós-Graduação em Informática

Laboratório de Tecnologias para Ensino Virtual e Estatística

Formulário de Avaliação



Depois de apresentados ao protótipo de um sistema de Realidade Virtual para manipulação de objetos virtuais, os participantes da pesquisa serão submetidos aos questionamentos a seguir:

I - Caracterização profissional e concepções dos participantes sobre as tecnologias digitais.

1- Qual a sua faixa etária?

- ☐ Menos de 20 anos ☐ De 20 a 30 anos ☐ De 30 a 40 anos
☐ De 40 a 50 anos ☐ De 50 a 60 anos ☐ Mais de 60 anos

2- Qual a sua área de formação?

- ☐ Enfermagem ☐ Fisioterapia ☐ Medicina ☐ Odontologia
☐ Outra(s): _____

3- Qual a sua área de atuação?

- ☐ Anatomia ☐ Fisiologia ☐ Cirurgia ☐ Odontologia
☐ Outra(s): _____

4- Como você considera a sua afinidade com as tecnologias digitais?

- ☐ Excelente ☐ Boa ☐ Regular ☐ Ruim

5- Na sua opinião, qual a importância da utilização de ferramentas computacionais como um recurso metodológico em suas aulas?

- ☐ Muito importante ☐ Importante ☐ Pouco importante ☐ Sem importância

6- Com que frequência você utiliza tecnologias digitais para auxiliar suas aulas?

- ☐ Sempre ☐ Frequentemente ☐ Raramente ☐ Nunca

7- Quais as ferramentas digitais utilizadas por você em suas aulas?

☐ Projetor (data show) ☐ Computador ☐ Dispositivo de rastreamento ☐ Não utilizo

☐ Outra(s): _____

8- Para você, qual a maior dificuldade na utilização de tecnologias digitais em sala de aula?

☐ Tempo para se adaptar ao uso ☐ Complexidade de utilização ☐ Tempo para implantação

☐ Falta de equipamentos ☐ Outra(s): _____

II - Caracterização dos padrões de interação.

9- Qual a sua mão hábil?

☐ Direita ☐ Esquerda

10- Qual seria o seu posicionamento em relação à tela de projeção?

☐ À sua frente ☐ Às suas costas ☐ À esquerda ☐ À direita

☐ Outra: _____

11- Qual seria o posicionamento apropriado do dispositivo de rastreamento?

☐ À sua frente ☐ Às suas costas ☐ À esquerda ☐ À direita

☐ Outra: _____

As respostas aos questionamentos a seguir serão registradas por meio da captura de imagens.

As operações serão executadas previamente no sistema de Realidade Virtual por meio de comandos do teclado.

12- Quais gestos você executaria para realizar a ROTAÇÃO de um objeto virtual 3D?

13- Quais gestos você executaria para realizar a TRANSLAÇÃO de um objeto virtual 3D?

14- Quais gestos você executaria para realizar o REDIMENSIONAMENTO (ampliação e redução) de um objeto virtual 3D?

15- Quais gestos você executaria para alternar entre as estruturas anatômicas a serem exibidas na aplicação?

16- Quais gestos você executaria para suspender suas ações ou pausar a interação?

17- Quais gestos você executaria para iniciar o rastreamento?

18- Quais gestos você executaria para acessar um menu?

19- Quais gestos você executaria para movimentar um indicador (cursor) na tela?

20- Quais gestos você executaria para selecionar algo sob o indicador (cursor) na tela?

Observações gerais: _____

Sugestões: _____

9.2 Apêndice B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

1. Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada "Interação Natural por meio de gestos para apoio a docentes no processo de ensino em saúde";
2. Estas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que tem como objetivo reconhecer técnicas de Interação Natural por meio de gestos comuns a docentes de saúde em sistemas de Realidade Virtual para apoio à atividades letivas;
3. A sua participação na pesquisa se dará por meio da aplicação de um formulário de perguntas. Você será questionado(a) pelo pesquisador sobre aspectos relacionados: a) à sua formação e atuação profissional; b) às técnicas de interação gestual naturais a você na utilização de um sistema de Realidade Virtual para apoio ao ensino. Serão capturadas imagens durante as perguntas relacionadas aos aspectos de interação, visando permitir uma análise detalhada destas informações pelo pesquisador;
4. Não há riscos físicos previsíveis, no entanto poderá ocorrer desconfortos associados ao procedimento de coleta de dados. Caso isso aconteça, você poderá desistir da participação na pesquisa a qualquer momento;
5. A partir dessa pesquisa, espera-se colaborar com a produção de aplicações de Realidade Virtual com interação gestual voltadas para a área de ensino em saúde, na medida em que são reconhecidos os movimentos mais comumente usados por docentes de saúde frente a estes sistemas;
6. Garantia de acesso: em qualquer etapa do estudo, em caso de dúvidas, você poderá ter acesso ao pesquisador responsável pela pesquisa, Douglas dos Santos Ferreira, aluno do Programa de Pós-Graduação em Informática pela UFPB, sob orientação da Profa. Dra. Liliane dos Santos Machado. Todos podem ser encontrados no Departamento de Informática da Universidade Federal da Paraíba. Cidade Universitária - Campus I. Castelo Branco - João Pessoa, no telefone: (83) 3216-7093;
7. É seu direito, como participante de uma pesquisa, continuar ou não voluntariamente neste estudo, compreendendo sobre o que, como e porque este estudo está sendo feito. Caso opte por abandonar a participação na pesquisa, basta entrar em contato com o pesquisador responsável e manifestar a sua intenção sem que precise oferecer qualquer justificativa para tal;
8. Direito de confidencialidade: as informações obtidas serão analisadas em conjunto com as dos demais voluntários, não sendo divulgadas imagens ou a identificação dos participantes;
9. Despesas e compensações: não há despesas pessoais para o participante, incluindo todo o processo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Acredito ter sido suficientemente informado(a) a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo de "Interação Natural por meio de gestos para apoio a docentes no processo de ensino em saúde".

Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido no meu atendimento neste serviço. Estou ciente que receberei uma cópia deste documento.

João Pessoa, _____ de _____ de 2013.

Assinatura do(a) voluntário(a)

Assinatura do pesquisador

Contato do pesquisador responsável:

Programa de Pós-Graduação em Informática. Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Informática. Tel.: (83) 3216-7093.

E-mail: dougcpm@gmail.com

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do HULW:

Hospital Universitário Lauro Wanderley - 4º andar, Campus I - Cidade Universitária - Castelo Branco.

CEP: 58059-900 - João Pessoa-PB (83) 3216-7522 / 3216-7964.