



Universidade Federal de Uberlândia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

**REALIDADE VIRTUAL COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA
PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL**

Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias

UBERLÂNDIA
2012

Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias

**REALIDADE VIRTUAL COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA
PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências.

**Área de Concentração: Computação Gráfica /
Realidade Virtual**

**Orientador: Prof. Dr. Edgard Afonso
Lamounier Júnior**

Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Cardoso

**UBERLÂNDIA
2012**

Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias

**Realidade virtual como tecnologia assistiva para alunos com
deficiência intelectual**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Data de aprovação:

____ / ____ / _____

Banca Examinadora:

Edgard Afonso Lamounier Júnior, PHD (UFU) - Orientador

Alexandre Cardoso, Dr. (UFU) – Co-Orientador

Rosa Maria Esteves Moreira da Costa, Dra. (UERG)

Arlete Aparecida Bertoldo Miranda, Dra. (FACED – UFU)

Lúcia Maria Martins Giraffa, Dra (PUCRS)

Prof. Edgard Afonso Lamounier Júnior
Orientador

Prof. Alexandre Cardoso
Coordenador do Curso

Dedico este trabalho à minha avó Maria Amada (in memoriam), à minha mãe Sônia, ao meu esposo Rodrigo e à minha filha Alice por tudo que representam em minha vida.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Sônia pelo incentivo e auxílio sempre fornecidos.

À minha querida avó Maria Amada (*in memoriam*) pelo apoio e carinho em todos os momentos da minha vida.

Ao meu esposo Rodrigo tanto pela contribuição para a realização desse trabalho quanto por estar sempre ao meu lado.

À minha linda filha Alice, por encher os meus dias de alegria, tornando os momentos difíceis mais fáceis.

Ao meu orientador Edgard Afonso Lamounier Júnior pela atenção e responsabilidade com que me conduziu durante todo o meu doutorado.

Aos meus professores da Pós-Graduação em Engenharia Elétrica que contribuíram para o meu aprendizado, em especial ao professor Alexandre Cardoso pela co-orientação do meu trabalho.

À minha tia Cleusa e à sua amiga Márcia, por terem colaborado em todas as etapas, dando contribuições relacionadas à área de Educação Especial.

Às professoras Rosa Maria Esteves Moreira da Costa, Arlete Aparecida Bertoldo Miranda e Lúcia Maria Martins Giraffa por terem aceitado o convite para participar da defesa deste trabalho.

Às professoras e aos alunos que participaram dessa pesquisa, pois foram de fundamental importância para que ela fosse realizada. Estendo meus agradecimentos às coordenadoras do Atendimento Educacional Especializado das duas escolas participantes.

Aos amigos José Gustavo e Kety e aos colegas do laboratório de Computação Gráfica Mônica Rocha, Webert Vieira, Marcelo Spiezzi e Marlene Roque pela colaboração.

À Cínara, secretária da pós-graduação, por sempre atender com prontidão às minhas solicitações.

A todos que direta ou indiretamente cooperaram e deram seu apoio.

À Deus e à Nossa Senhora, por tudo!

“Constatando, nos tornamos capazes de intervir na realidade,
tarefa incomparavelmente mais complexa
e geradora de novos saberes
do que a de simplesmente de se adaptar a ela.
É por isso também
que não me parece possível nem aceitável
a posição ingênua ou, pior, astutamente neutra,
de quem estuda, seja o físico, o biólogo,
o sociólogo, o matemático, ou o pensador da educação.
Ninguém pode estar no mundo, com o mundo
e com os outros de forma neutra.
Não posso estar no mundo
de luvas nas mãos constatando apenas.
A acomodação em mim é apenas caminho para a
inserção, que implica decisão, escolha,
intervenção na realidade.
Há perguntas a serem feitas insistentemente
por todos nós e que nos fazem ver
a impossibilidade de estudar por estudar.
De estudar descomprometidamente
como se misteriosamente, de repente,
nada tivéssemos que ver com o mundo,
um lá fora e distante mundo,
alheado a nós e nós dele.”

Paulo Freire

Resumo

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar o potencial da Realidade Virtual como tecnologia assistiva para alunos com deficiência intelectual, especialmente no ensino de conceitos lógico-matemáticos. Para tanto, foi desenvolvido um software, denominado VirtualMat, que consiste em um jogo educativo baseado em Realidade Virtual. Esse jogo possibilita ao professor explorar com os alunos diversos conceitos fundamentais da Matemática. Ele foi validado por profissionais da área de educação especial e utilizado em duas escolas inclusivas por alunos com deficiência intelectual. A fim de avaliar a eficiência do VirtualMat, foi adotada uma metodologia tanto quantitativa quanto a qualitativa. Na etapa quantitativa foram aplicados questionários aos professores. Esses questionários, referentes às habilidades e conhecimentos dos alunos em questão, foram aplicados antes da etapa de utilização do VirtualMat nas escolas e foram reaplicados após um período de 3 meses de uso. Para análise estatística utilizou-se o teste t, a fim de verificar se a pontuação média geral dos alunos após a utilização do VirtualMat seria significativamente maior que a alcançada antes da utilização do mesmo, bem como estatísticas descritivas para análises exploratórias. Na etapa qualitativa, foi utilizada a técnica de observação tendo sido realizado, sistematicamente, um registro dos fatos ocorridos durante a aplicação do software. Esse conjunto de anotações foi, posteriormente, reunido para relato no presente estudo, buscando-se ampliar a discussão teórica com o que foi observado na prática. Os resultados indicaram que o VirtualMat contribuiu significativamente para que os alunos com deficiência intelectual apreendessem conceitos e habilidades que ainda não tinham sido apreendidos por eles na forma convencional, apontando indícios de que a Realidade Virtual, quando utilizada como Tecnologia Assistiva, tem um impacto positivo no processo de ensino/aprendizagem desses alunos.

Palavras-chave: Realidade Virtual, Deficiência Intelectual, Tecnologia Assistiva

Abstract

The aim of this work is to evaluate the potential of Virtual Reality as an assistive technology for students with intellectual disability, especially in the teaching of logical-mathematical concepts. For this purpose, a Virtual Reality game aimed at students with intellectual disability was developed. The game, called VirtualMat, enables the teacher to explore many fundamental mathematical concepts with the students. It has been validated by special education professionals and tested by students with intellectual disability from two inclusive schools. In order to evaluate the efficiency of VirtualMat, it was used an approach both quantitative and qualitative. In the quantitative stage, questionnaires were applied to the teachers. These questionnaires, regarding the skills and knowledge presented by the students, were applied prior to the tests with VirtualMat get started in schools and were reapplied after a period of 3 months of tests. For the statistical analysis it was used the t-test for hypothesis testing and descriptive statistics for exploratory analysis. In the qualitative stage, it was used the observation technique, with a record about what occurred during the application of the software. This set of notes was assembled to be reported later in the present study, aiming to expand the theoretical discussion with what was observed in practice. The results indicate that VirtualMat contributed significantly for students with intellectual disabilities to learn concepts and skills that had not been seized by them in a conventional way, pointing out evidences that Virtual Reality, when used as Technology Assistive, has a positive impact on the process of teaching/learning of these students.

Keywords: *Virtual Reality, Intellectual Disability, Assistive Technology.*

Sumário

1. Introdução	15
1.1 Contextualização	15
1.2 Objetivos.....	16
1.3 Justificativa.....	17
1.4 Contribuições.....	18
1.5 Estrutura do trabalho	19
2. Deficiência Intelectual	20
2.1 Introdução.....	20
2.2 História da educação especial.....	20
2.3 Definição da deficiência intelectual	24
2.4 O aluno com deficiência intelectual	26
2.4.1 Características	26
2.4.2 Alunos com deficiência intelectual e a aprendizagem da Matemática	28
2.4.3 A importância da mediação para o processo de aprendizagem do aluno com deficiência intelectual.....	29
2.5 Atendimento educacional especializado para alunos com deficiência intelectual	31
2.5.1 O uso de Tecnologias Assistivas.....	32
2.6 Resumo	34
3. Realidade Virtual.....	36
3.1 Introdução.....	36
3.2 Definição e Características	36
3.3 Realidade Virtual e Educação	38
3.4 Aplicações na Educação Especial	41
3.5 Resumo	47
4. Arquitetura do VirtualMat.....	48
4.1 Introdução.....	48
4.2 Metodologia de desenvolvimento do VirtualMat.....	48
4.2.1 Especificação.....	50
4.2.2 Desenvolvimento.....	54
4.3 Características do VirtualMat.....	55
4.4 Como explorar habilidades e conceitos lógico-matemáticos por meio do VirtualMat	58
4.4.1 Classificação	59
4.4.2 Discriminação	60
4.4.3 Ordenação e Sequenciação	60

4.5 Como o VirtualMat poderá minimizar as limitações do aluno com Deficiência intelectual.....	61
4.6 Validação do Sistema	63
5. Metodologia.....	65
5.1 Introdução.....	65
5.2 Amostra	65
5.3 Instrumento de coleta de dados	66
5.4 Etapas	67
5.5 Hipóteses	68
5.6 Métodos de Análise	69
6. Resultados	70
6.1 Introdução.....	70
6.1 Descrição das Escolas e Professoras	70
6.2 Descrição dos Alunos	71
6.3 Resultados da Análise Quantitativa.....	78
6.4 Resultados da Análise Qualitativa.....	82
7. Conclusões e Trabalhos Futuros	85
Referências	88
Apêndice A: Questionário sobre os professores	93
Apêndice B: Questionário sobre os alunos.....	94
Apêndice C: Parecer sobre o software – Primeira Avaliadora	96
Apêndice D: Parecer sobre o software – Segunda Avaliadora.....	100
Apêndice E: Termo de Consentimento (Professores).....	103
Apêndice F: Termo de Consentimento (Alunos/Pais)	105
Apêndice G: Detalhes de Implementação do VirtualMat.....	107
Anexo A: Documento de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa	110
Anexo B: Documento de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (aprovação do adendo)	111

Lista de Figuras

Figura 1: Número de matrículas da Educação Especial no Ensino Fundamental.....	23
Figura 2: Visão da Sala de aula da Escola Tri-Legal	40
Figura 3: Tela do LudosTop	41
Figura 4: Tela do MemoZoo.....	42
Figura 5: Tela do Virtual School	43
Figura 6: Tela do JECRIPE	44
Figura 7: Desenvolvimento Evolucionário.....	49
Figura 8: Diagrama de Casos de uso	51
Figura 9: Arquitetura Geral do Sistema.....	53
Figura 10: Vista parcial da Casa do Usuário	55
Figura 11: Vista parcial do Supermercado	56
Figura 12: Elaborando lista de compras	56
Figura 13: Vista parcial da Cidade	57
Figura 14: Atividade de Seqüenciação	58
Figura 15: Pontuação do aluno A1, das habilidades antes e após o uso do software....	73
Figura 16: Pontuação do aluno A2, das habilidades antes e após o uso do software....	73
Figura 17: Pontuação do aluno A3, das habilidades antes e após o uso do software....	73
Figura 18: Pontuação do aluno A4, das habilidades antes e após o uso do software....	74
Figura 19: Pontuação do aluno A5, das habilidades antes e após o uso do software....	74
Figura 20: Pontuação do aluno A6, das habilidades antes e após o uso do software....	74
Figura 21: Pontuação do aluno A7, das habilidades antes e após o uso do software....	75
Figura 22: Pontuação do aluno A8, das habilidades antes e após o uso do software....	75
Figura 23: Pontuação do aluno A9, das habilidades antes e após o uso do software....	75
Figura 24: Pontuação do aluno A10, das habilidades antes e após o uso do software..	76
Figura 25: Pontuação do aluno A11, das habilidades antes e após o uso do software..	76
Figura 26: Pontuação do aluno A12, das habilidades antes e após o uso do software..	76
Figura 27: Pontuação do aluno A13, das habilidades antes e após o uso do software..	77
Figura 28: Pontuação do aluno A14, das habilidades antes e após o uso do software..	77
Figura 29: Pontuação do aluno A15, das habilidades antes e após o uso do software..	77
Figura 30: Habilidades médias para o grupo de alunos analisados	78
Figura 31: Média, por aluno, das habilidades antes e após o uso do software.....	80
Figura 32: Desvio-padrão por aluno antes e depois do uso do VirtualMat.....	81

Lista de Quadros

Quadro 1: Comparativo das aplicações	45
Quadro 2: Diretrizes para o desenvolvimento de ambientes virtuais para a deficiência intelectual.....	46
Quadro 3: Descrição do caso de uso – Elaborar listas de compras	51
Quadro 4: Descrição do caso de uso – Comprar produtos	52
Quadro 5: Descrição do caso de uso – Guardar as compras	53
Quadro 6: Características das professoras.....	71
Quadro 7: Características dos alunos	72
Quadro 8: Criação de um objeto virtual	107
Quadro 9: Incluindo um objeto preexistente no ambiente virtual.....	108
Quadro 10: Incluindo um som no ambiente virtual	108
Quadro 11: Guardando um produto no armário da lavanderia	109

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resultados do teste-t por habilidade	79
Tabela 2: Resultados do teste-t por aluno	80

Lista de Abreviaturas

AAIDD – American Association on Intellectual and Developmental Disabilities

AAMD – American Association on Mental Deficiency

AAMR – American Association on Mental Retardation

AEE – Atendimento Educacional Especializado

CEB – Câmara de Educação Básica

CIBEC - Centro de Informação e Biblioteca em Educação

CNE – Conselho Nacional de Educação

AV - Ambiente Virtual

HMD - Head Mounted Display

HTML - Hyper Text Markup Language

MEC - Ministério da Educação

RV - Realidade Virtual

SBC – Sociedade Brasileira de Computação

SEESP – Secretaria de Educação Especial

VRML - Virtual Reality Modeling Language

Publicações Relacionadas a este Trabalho:

OLIVEIRA, F. F.; SANTOS, C.; PACHECO, M.; SPIEZZI, M.; CARDOSO, A.; LAMOUNIER, E. VirtualMat: Um ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para crianças com deficiência intelectual **In: XII Symposium on Virtual and Augmented Reality**, Natal, 2010.

MALAQUIAS, F. F.; LAMOUNIER JR., E. A.; CARDOSO, A.; SANTOS, C. A.; PACHECO, M. A.; VirtualMat: uma tecnologia assistiva para alunos com deficiência mental. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação.** , v.9, p.1 - 10, 2011.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Os mais recentes tratados internacionais têm demonstrado o desejo de construção de uma sociedade que não só reconheça a diferença como um valor humano inquestionável, como também promova condições para o pleno desenvolvimento das potencialidades de todas as pessoas, na sua singularidade (CIBEC/MEC, 2010). Desta forma, quando se discute sobre a oferta de escolarização para pessoas com deficiência, existe uma tendência mundial no sentido de valorizar a educação inclusiva.

A educação inclusiva pode ser entendida como uma tentativa de atender às dificuldades de aprendizagem de qualquer aluno no sistema educacional e como um meio de assegurar que os alunos que apresentam alguma deficiência tenham os mesmos direitos que os seus colegas têm de ser escolarizados em uma escola comum (SÁNCHEZ, 2005).

No entanto, as limitações do indivíduo com deficiência intelectual tendem a tornar-se uma barreira a essa tentativa. De acordo com Batista e Mantoan (2006), a deficiência intelectual desafia a escola comum no seu objetivo de ensinar e de levar o aluno a aprender o conteúdo curricular, pois o aluno com essa deficiência não apresenta a mesma facilidade que os demais para construir conhecimento e demonstrar a sua capacidade cognitiva. Segundo elas, as outras deficiências não abalam tanto a escola comum quanto a deficiência intelectual.

No que se refere à construção do pensamento lógico-matemático, as barreiras se tornam ainda mais evidentes, pois os alunos com deficiência intelectual muitas vezes apresentam dificuldades nas habilidades que exigem atenção, memorização, compreensão de conceitos, generalização e abstração, que são elementos fundamentais para aprendizagem escolar em geral e em específico da Matemática (LITTLE, 2009; WESTWOOD, 2009).

Segundo Schirmer et al. (2007), uma maneira concreta de neutralizar as barreiras causadas pela deficiência seria o desenvolvimento e disponibilização de Tecnologias Assistivas. São consideradas Tecnologias Assistivas, desde artefatos simples, denominados recursos de baixa tecnologia, como um lápis com uma empunhadura mais

grossa para facilitar a apreensão, até sofisticados programas de computador, denominados recursos de alta tecnologia.

Pesquisas mostram que a Realidade Virtual (RV) também pode ser utilizada como uma Tecnologia Assistiva para educação especial (McCOMAS; PIVIK; LAFLAMME, 1998; LÀNYYI et al., 2006). Isto se deve ao fato de a mesma permitir que alguns ambientes, processos ou objetos sejam explorados pelos aprendizes não através de livros, fotos, filmes ou aulas expositivas, mas por meio da manipulação e análise do próprio alvo do estudo, em um ambiente virtual.

No entanto, a literatura referente ao uso da RV para alunos com deficiência intelectual ainda é limitada, pois as pesquisas nessa área geralmente estão focadas no treinamento de habilidades da vida diária, na reabilitação cognitiva ou no desenvolvimento de habilidades sociais (STANDEN; BROWN, 2005). Apesar de a aprendizagem de conteúdos escolares, tais como a Matemática e a Língua Portuguesa, se constituir em um dos grandes obstáculos enfrentados pelos alunos com deficiência intelectual no ensino regular, não foram encontradas na literatura pesquisas sobre a aplicação da RV como tecnologia de apoio ao ensino de tais conteúdos para esses alunos.

Sendo assim, este trabalho se insere neste contexto e visa explorar a utilização da RV para o ensino de conceitos lógico-matemáticos para os alunos com deficiência intelectual, a fim de avaliar sua adequabilidade para este propósito.

1.2 Objetivos

Diante das considerações apresentadas, de que as limitações dos alunos com deficiência intelectual tendem a tornar-se uma barreira à educação inclusiva, principalmente, no que se refere ao ensino da Matemática e de que a RV pode contribuir para minimizar tais limitações, este trabalho tem como objetivo principal, avaliar o potencial da RV como tecnologia assistiva para alunos com deficiência intelectual, especialmente, no ensino de conceitos lógico-matemáticos. Para tanto, propõe-se a:

1. Analisar sistemas que utilizem RV e que já foram validados e testados como ferramenta de ensino/aprendizagem, principalmente no âmbito da educação especial.

2. Estudar as principais características e limitações dos alunos com deficiência intelectual, especialmente as que interferem mais diretamente na construção do pensamento lógico-matemático destes alunos.
3. Desenvolver um sistema de RV educativo, voltado para alunos com deficiência intelectual, que visa auxiliar o professor a explorar noções básicas de conceitos lógico-matemáticos, enquanto estratégia pedagógica.
4. Validar o sistema com profissionais da área.
5. Selecionar escolas inclusivas que possuam alunos com deficiência intelectual matriculados.
6. Aplicar um questionário (disponível no Apêndice A) aos professores a respeito de sua experiência com crianças que apresentam deficiência intelectual.
7. Aplicar um questionário (disponível no Apêndice B) aos professores a respeito das habilidades e conhecimentos apresentados pelos alunos com deficiência intelectual antes da utilização do sistema.
8. Disponibilizar o sistema que foi desenvolvido e validado para que os professores possam utilizá-lo com os alunos que apresentam deficiência intelectual.
9. Realizar anotações sistemáticas dos fatos ocorridos durante a aplicação do software.
10. Reaplicar o questionário sobre os alunos (disponível no Apêndice B) aos professores após a utilização do sistema.
11. Comparar e analisar os resultados dos questionários obtidos antes e após a utilização do sistema na escola.

1.3 Justificativa

Em 2006, um seminário promovido pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) reuniu 26 pesquisadores que elaboraram um relatório sobre os Grandes Desafios da pesquisa em Computação no Brasil entre 2006 e 2016. Um dos cinco desafios apontados nesse relatório foi o de “promover acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento” (SBC, 2006).

De acordo com o relatório, o objetivo desse desafio é vencer as barreiras tecnológicas, educacionais, sociais e econômicas que impedem o acesso ao conhecimento e a interação.

Ainda segundo o relatório, isso deve ser feito por meio da concepção de sistemas, ferramentas, modelos, métodos e procedimentos que permitam e motivem a participação dos usuários no processo de produção de conhecimento e decisão sobre o seu uso.

Considerando-se que o uso de RV com fins educativos apresenta diversas vantagens e que esta tecnologia pode atender as necessidades de pessoas com diferentes níveis de alfabetização, linguagem, capacidades físicas e cognitivas (McCOMAS; PIVIK; LAFLAMME, 1998), a presente pesquisa está em consonância com o desafio proposto pela SBC e a sua execução se justifica, na medida em que a mesma visa realizar um estudo sobre a tecnologia de RV aplicada ao processo de ensino-aprendizagem de uma parcela da população que cada vez mais vem se matriculando no ensino regular, mas que de certa forma ainda tem acesso limitado a jogos e softwares educativos (BRANDÃO et al., 2010).

Outra justificativa para a execução dessa pesquisa está no Parecer CNE/CEB número 17/2001 (MEC/CNE, 2001), sobre Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Segundo esse parecer:

Cabe a todos, principalmente aos setores de pesquisa, às universidades, o desenvolvimento de estudos na **busca dos melhores recursos para auxiliar/ampliar a capacidade das pessoas com necessidades educacionais especiais de se comunicar, de se locomover e de participar de maneira cada vez mais autônoma do meio educacional, da vida produtiva e da vida social, exercendo assim, de maneira plena a sua cidadania**. Estudos e pesquisas sobre inovações na prática pedagógica e desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias ao processo educativo, por exemplo, são de grande relevância para o avanço das práticas inclusivas (p. 14, grifo nosso).

Portanto, é possível perceber não só a relevância da presente pesquisa, mas também a responsabilidade que os pesquisadores da área de tecnologia têm de contribuir para o processo de inclusão.

1.4 Contribuições

Esse trabalho trata-se de um estudo interdisciplinar, que envolve as áreas de Computação e de Educação, oferecendo, portanto, contribuições para ambas as áreas.

- Primeiramente, para os alunos com deficiência intelectual, esse trabalho contribui com a disponibilização de um novo tipo de recurso que lhes permite desenvolver, de maneira lúdica e interativa, várias habilidades que são úteis a sua vida, mas que nem sempre são apreendidas por eles na forma tradicional.
- Para os professores, esse trabalho contribui com a disponibilização de um recurso que visa auxiliá-los na prática inclusiva com os alunos com deficiência intelectual, especialmente, no ensino de conceitos lógico-matemáticos.
- Para a área de Realidade Virtual, esse trabalho contribui com a realização de um estudo com testes empíricos sobre a sua aplicação em um contexto diferente dos já explorados, permitindo assim o avanço da teoria sobre o assunto.
- Para a área de Computação, esse trabalho visa contribuir para que a mesma possa vencer um de seus grandes desafios: o de “promover acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento” (SBC, 2006).

Enfim, espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir, de alguma forma, com as discussões atuais e futuras em torno da temática sobre o uso da Realidade Virtual voltado para alunos com deficiência e mais especificamente para alunos com deficiência intelectual.

1.5 Estrutura do trabalho

Estruturalmente, este trabalho está dividido em mais seis capítulos. O segundo capítulo aborda a definição e as principais características da deficiência intelectual. O terceiro capítulo trata dos conceitos básicos relacionados à RV e apresenta alguns trabalhos relacionados referentes às aplicações da RV na educação especial. O quarto capítulo apresenta o sistema VirtualMat, bem como as etapas do seu desenvolvimento. O quinto capítulo descreve os procedimentos metodológicos. O sexto capítulo aborda os resultados da aplicação do VirtualMat. No sétimo e último capítulo são apresentadas as considerações finais.

2. DEFICIÊNCIA INTELECTUAL

2.1 Introdução

A análise histórica da educação especial revela que a forma de ver e lidar com as pessoas com deficiências foi se transformando conforme a evolução das civilizações. A própria definição de deficiência e, conseqüentemente, de deficiência intelectual sofreu muitas alterações ao longo dos séculos.

Sendo assim, neste capítulo primeiramente será apresentada, de forma resumida, uma abordagem histórica sobre a educação especial. Em seguida será apresentada a definição de deficiência intelectual e as características dos alunos que apresentam essa deficiência. Por fim, serão apresentadas as características do Atendimento Educacional Especializado e das Tecnologias Assistivas voltadas para esses alunos.

2.2 História da educação especial

Analisando a história da Educação Especial em diferentes países, tanto americanos como europeus, os pesquisadores Pessoti (1984) e Mendes (1995) apontam quatro estágios durante os quais a sociedade explorou diferentes formas de compreender e tratar as pessoas com deficiências.

No primeiro estágio ocorrido em um período anterior ao da era cristã não havia preocupação com o atendimento aos deficientes. A sociedade simplesmente ignorava, rejeitava, perseguia, explorava ou eliminava as pessoas que apresentavam deficiência.

Devido à ausência de uma base científica, as noções a respeito da deficiência vinculavam-se basicamente ao misticismo e ocultismo. A desconfiança e o medo diante do diferente faziam surgir preconceitos e atitudes equivocadas que contribuíam para a marginalização e abandono destas pessoas (DECHCHI; FERREIRA, 2010).

Com o avanço da civilização e as transformações ocorridas entre os séculos XVIII e XIX, é possível identificar o segundo estágio denominado fase da Segregação Social. Nesse período, devido, principalmente, à influência da igreja, as pessoas com deficiência passaram a receber atendimento em instituições assistenciais especiais com fins filantrópicos ou religiosos. Esse período esteve fundamentado em uma concepção

organicista, cuja causa da deficiência intelectual era tida como hereditária. Nesse sentido, a segregação era considerada a melhor forma para combater a “ameaça” representada pelos indivíduos com deficiência intelectual.

No terceiro estágio, ocorrido entre o final do século XIX e meados do século XX, começou uma busca pela redução da segregação imposta ao indivíduo deficiente. Esse período foi marcado pelo desenvolvimento de escolas e/ou classes especiais em escolas públicas visando oferecer à pessoa deficiente uma educação à parte. Tal processo de criação de classes especiais teve como elemento propulsor, o surgimento dos primeiros testes de inteligência que influenciaram a busca pela categorização e classificação dos alunos com deficiência intelectual.

No quarto estágio, ocorrido no final do século XX, por volta da década de 70, houve um movimento mundial de integração social dos indivíduos que apresentavam deficiência, cujo objetivo era integrá-los em ambientes escolares, o mais próximo possível daqueles oferecidos à pessoa considerada “normal”.

Considerando-se a evolução histórica da educação especial no Brasil verifica-se que a mesma ocorreu de forma diferente da dos países europeus e norte-americanos e que os quatro estágios citados acima não são evidenciados na realidade brasileira. (JANNUZZI, 1992; MAZZOTTA, 2009; MIRANDA, 2008).

O primeiro estágio caracterizado pelo abandono, que ocorreu em outros países até o século XVII, no Brasil pode ser estendido até o início da década de 50 do século XX.

Segundo Mendes (1995), nesse período, havia uma carência de conhecimentos científicos sobre a deficiência intelectual no Brasil e a produção teórica referente a essa deficiência esteve restrita aos meios acadêmicos.

Enquanto em outros países do mundo, até na metade do século XX, o movimento pela institucionalização dos deficientes mentais era acelerado com a implantação de escolas especiais comunitárias e de classes especiais em escolas públicas, no Brasil não havia a preocupação em definir, identificar, classificar a condição de deficiência intelectual e, conseqüentemente, em oferecer algum tipo de atendimento educacional a essas pessoas. Sendo assim, até a década de 1940, a educação do deficiente intelectual não era considerada ainda um problema (DECHICHI, 2001; MENDES, 1995).

A grande expansão do atendimento em educação especial, no Brasil, passou a ocorrer após 1954. Entretanto, esse atendimento só foi explicitamente assumido pelo governo federal a partir de 1957 quando o ministério da educação começou a prestar assistência técnica-financeira às secretarias de educação e instituições especializadas e

lançou campanhas nacionais para a educação de pessoas com deficiências (DECHICHI, 2001; MENDES, 1995).

A partir de 1960, surgiram centros de reabilitação para todos os tipos de deficiência, voltados para a integração da pessoa com deficiência na sociedade e suas diversas instâncias. Nesta década, houve um aumento do interesse social pela deficiência intelectual e em 1969 havia mais de 800 instituições de ensino especial para deficientes mentais (quase o quádruplo do número existente em 1960) (JANUZZI, 1992).

A partir de 1970, enquanto nos países desenvolvidos, já se acentuavam os debates sobre as estratégias para integração dos deficientes na sociedade, no Brasil, começava a ocorrer a institucionalização definitiva da Educação Especial (DECHICHI, 2001). Segundo Jannuzzi (2004), a década de 1970 pode ser considerada um dos marcos na educação especial, já que nesse período ocorreram vários acontecimentos que evidenciaram a área, dentre eles, a criação do Centro Nacional de Educação Especial que passou a definir metas governamentais específicas para educação especial.

Ao final da década de 1980 e início da década de 1990, iniciaram-se os debates visando à construção de um novo paradigma de atendimento educacional denominado Inclusão Escolar. O movimento pela inclusão escolar surgiu conforme as transformações sociais ocorridas ao longo dos anos, caracterizando-se como o quinto estágio da história educacional das pessoas com deficiência (DECHICHI, 2001).

No Brasil, o movimento pela inclusão se tornou mais intenso principalmente devido a dois eventos. O primeiro deles foi a “Conferência Mundial de Educação para Todos” realizada em 1990 na Tailândia e o segundo foi a “Conferência Internacional de Salamanca”, realizada na Espanha em 1994. Nesta última, os especialistas ali reunidos estabeleceram um plano de ação cujo princípio norteador definia que as escolas regulares deveriam acolher a todas as crianças, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, lingüísticas etc. (SÁNCHEZ, 2005).

Assim, o objetivo fundamental da Inclusão Escolar é não deixar que criança alguma fique fora do sistema escolar e garantir que todas possam freqüentar a sala de aula do ensino regular da escola comum e que esta escola, por sua vez, adapte-se às particularidades de todos os alunos (DECHICHI, 2001). Cabe aos sistemas escolares, portanto, assegurar a matrícula de todo e qualquer aluno, organizando-se para o atendimento aos alunos com deficiência nas classes comuns.

Ressalta-se, entretanto, que a simples inserção física do aluno em sala de aula regular, não garante a sua “inclusão escolar”. A escola inclusiva é aquela que respeita e

valoriza as diversidades apresentadas por seus alunos e que se adapta a eles a fim de lhes proporcionar uma educação apropriada e de qualidade (DECHICHI, 2001).

Para isso é necessário, dentre outras coisas, a elaboração de projetos pedagógicos que se orientem pela política de inclusão e pelo compromisso com a educação escolar desses alunos, o provimento, nos sistemas de ensino, de recursos pedagógicos especiais para apoio aos programas educativos e ações destinadas à capacitação de recursos humanos para atender às demandas desses alunos (MEC/CNE, 2001).

Neste sentido, o Ministério da Educação (MEC) tem realizado um conjunto de ações voltadas para os alunos, pais, professores, gestores escolares e formadores docentes, com o objetivo de ampliar as condições necessárias para garantir o direito à educação.

O impacto de tais ações é perceptível nas informações trazidas pelo censo escolar MEC/INEP 2010 e que podem ser visualizadas no gráfico apresentado na Figura 1.

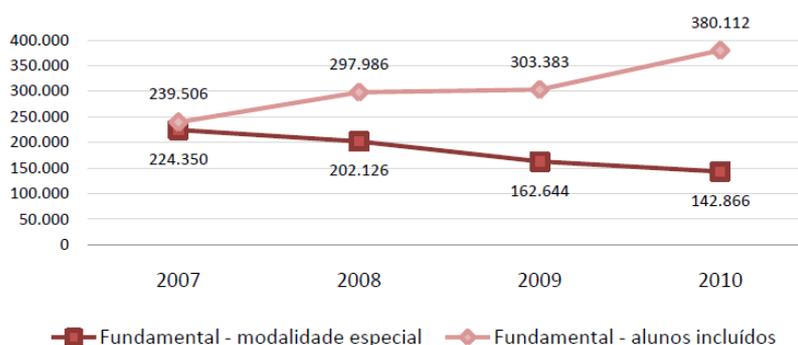


Figura 1: Número de matrículas da Educação Especial no Ensino Fundamental.

Fonte: MEC/Inep/DEED

Esse gráfico deixa explícito que houve um acréscimo na quantidade de alunos público-alvo da educação especial, matriculados nas classes comuns do ensino regular e uma diminuição do número de matrículas na modalidade especial¹. Isso significa que a cada dia a escola se depara com uma diversidade maior de seu alunado, o que torna necessária uma mudança na sua prática pedagógica para atender também, com qualidade a essa nova clientela.

¹ Modalidade especial: alunos matriculados em salas especiais do ensino regular ou em escolas exclusivamente especializadas.

2.3 Definição da deficiência intelectual

A explicação científica para a deficiência intelectual tem sido motivo de preocupação para os pesquisadores de diversas áreas desde o século XIX (SANTOS, 2007). Sendo assim, foram realizadas inúmeras tentativas no sentido de defini-la. A medida do quociente intelectual² (QI), por exemplo, foi utilizada durante muitos anos como parâmetro de definição e classificação dos casos.

Mas nas últimas décadas, as definições propostas para a deficiência intelectual têm em comum o fato de enfatizarem mais os aspectos psicossociais da deficiência, do que os aspectos biológicos e etiológicos³. O critério quantitativo do QI não é mais considerado como o principal indicador de deficiência intelectual devido à importância que vem sendo dada à conduta adaptativa do indivíduo deficiente. A conduta adaptativa refere-se aos comportamentos do indivíduo relativos à sua competência social, ao seu desempenho escolar, à sua independência em hábitos de cuidados pessoais e à sua aquisição de padrões de conduta socialmente aceitos (DECHICHI, 2001).

De acordo com Santos (2007), existem diferentes definições propostas por importantes organizações mundiais e que se tornaram referência conceitual. Dentre essas organizações, uma que se destaca por sua importância histórica nos eventos referentes à Educação Especial, é a *American Association on Intellectual and Development Disabilities* – AAIDD (DECHICHI; FERREIRA, 2010).

As definições propostas pela AAIDD sofreram algumas reformulações ao longo dos anos. Em 1959, a AAIDD, na época chamada *American Association on Mental Deficiency* (AAMD), publicou a seguinte definição: “Retardo Mental se refere a um funcionamento intelectual geral abaixo da média, originado no período de desenvolvimento e associado a prejuízos em um ou mais dos seguintes processos: maturação, aprendizagem e ajustamento social.” (SCHALOCK et al., 2007, p. 119).

Em 1961, essa definição foi revista e os termos maturação, aprendizagem e ajustamento social foram transformados em um único termo denominado comportamento adaptativo, que passou a ser utilizado em todos os subseqüentes manuais da AAIDD (SCHALOCK et al., 2007).

² Quociente intelectual: é o resultado do teste que visa estabelecer a relação da idade mental de um indivíduo com a sua idade cronológica

³ Etiologia: Parte da medicina que trata da causa das doenças.

No ano de 1992, procurando expressar uma compreensão mais atualizada da deficiência intelectual, a AAIDD, (na época *American Association on Mental Retardation* - AAMR) reformulou a definição anterior e em seu manual especificou o que deveria ser classificado, descreveu o sistema de apoio que essas pessoas poderiam requerer bem como aprofundou mais na questão do comportamento adaptativo.

Nesta reformulação, a AAMR apresentou a seguinte definição:

O Retardo mental se refere a limitações substanciais no presente funcionamento. Ele caracteriza-se por um funcionamento intelectual geral significativamente abaixo da média concomitante com limitações associadas a duas ou mais áreas da conduta adaptativa ou da capacidade do indivíduo em responder adequadamente às demandas da sociedade, nos seguintes aspectos: comunicação, cuidados pessoais, habilidades sociais, desempenho na família e comunidade; independência na locomoção, saúde e segurança, desempenho escolar, lazer e trabalho. O Retardamento Mental deve se manifestar antes dos 18 anos. (SCHALOCK et al., 2007, p.123).

Essa definição foi apresentada pela AAMR como uma mudança de paradigma, sendo que a diferença básica entre essa definição e a anterior está no reconhecimento de que as necessidades dos indivíduos que apresentam deficiência intelectual devem ser consideradas em função do intercâmbio entre tais necessidades e o meio no qual estão inseridos (DECHICHI; FERREIRA, 2010). Com o termo “limitações no presente funcionamento”, a AAMR buscou superar a idéia de que a deficiência intelectual é uma condição estática e permanente, defendendo a concepção de que a mesma pode ser transitória (SMITH, 2000). Tal definição também tirou a ênfase do critério quantitativo do QI como principal indicador de deficiência intelectual e enfatizou que outros aspectos precisam coexistir para que uma pessoa seja identificada como deficiente intelectual. Esses aspectos referem-se às áreas de habilidades adaptativas discriminadas na definição sendo que, no mínimo duas precisam estar defasadas para que o diagnóstico seja definido.

Em 2002, a AAIDD apresentou, em seu 10º manual, a seguinte definição:

O Retardo Mental é caracterizado por limitações significativas tanto no funcionamento intelectual quanto no comportamento adaptativo, e está expresso nas habilidades conceituais, práticas e sociais. Essa deficiência deve se manifestar antes dos 18 anos (SCHALOCK et al., 2007, p.123).

Nesse manual a AAIDD, não apenas ampliou a definição anterior, mas também destacou cinco dimensões que explicam a deficiência intelectual. Tais dimensões incluem habilidades intelectuais, comportamento adaptativo, participação, interações e papéis sociais, saúde e contexto.

Como é possível verificar nas definições mencionadas, o termo utilizado pela AAIDD até poucos anos atrás era “Retardo mental”. Somente em 2010 na 11ª edição de seu manual, a AAIDD apresentou a sua primeira definição oficial de "Deficiência Intelectual". A definição apresentada em 2002 foi mantida alterando-se apenas o termo “Retardo Mental” por “Deficiência Intelectual”.

Ressalta-se que no Brasil, o termo mais utilizado é “Deficiência Mental”, embora alguns autores já tenham aderido ao novo termo. A opção nesse trabalho pelo termo “Deficiência Intelectual” ocorreu por ser o mais atualizado segundo a AAIDD.

Com base nessa retrospectiva histórica sobre as definições utilizadas pela AAIDD ao longo dos últimos 50 anos, é possível perceber que embora o termo e as definições tenham mudado ao longo do tempo, três elementos essenciais da deficiência intelectual "limitações no funcionamento intelectual, dificuldade para adaptação social e idade precoce para originar-se" não mudaram substancialmente.

Entretanto, as diferentes definições propostas ao longo dos anos têm exercido significativa influência sobre as representações conceituais de muitos profissionais da área de educação especial. Tal influência deve ser levada em consideração, pois é tendo tais concepções como referência, que os profissionais da educação irão estruturar serviços, planejar e estabelecer objetivos para o atendimento educacional oferecido ao deficiente intelectual (DECHICHI, 2001).

2.4 O aluno com deficiência intelectual

2.4.1 Características

Acreditava-se, até recentemente, que as pessoas com deficiência intelectual apresentavam limitações em todas as áreas do desenvolvimento e em todas as suas realizações. Mas os recentes avanços científicos e a prática educacional têm revelado o contrário, ou seja, que as pessoas com deficiência intelectual possuem muitas

capacidades e habilidades pessoais que lhes permitem se adequar às exigências do meio físico e social (MEC/SEESP, 1997).

Os indivíduos com deficiência intelectual constituem um grupo heterogêneo. Suas limitações cognitivas e adaptativas variam de pessoa para pessoa. Por esse motivo, não é possível traçar um perfil típico das pessoas com deficiência intelectual, nem características específicas padronizadas de sua personalidade ou de seu comportamento (MEC/SEESP, 1997).

Sendo assim, cada aluno com deficiência intelectual possui necessidades educativas específicas. Mas de um modo geral, o indivíduo com deficiência intelectual distingue-se dos outros por não possuir as habilidades e comportamentos que as pessoas consideradas “normais” apresentam. Tais habilidades e comportamentos incluem atividades de vida diária, habilidades acadêmicas, comportamentos sociais ou profissionais (DECHICHI, 2001).

Muitas vezes, o aluno com deficiência intelectual não consegue aprender o mesmo conteúdo que os outros alunos absorvem por si só, ou por métodos de ensino tradicionais (GLAT, 1985). Eles também encontram inúmeras dificuldades nas interações que realizam com o meio para assimilar os componentes físicos do objeto de conhecimento, tais como cor, forma, textura, tamanho etc. Isso porque eles apresentam prejuízos no funcionamento, na estruturação e na re-elaboração do conhecimento (BATISTA; MANTOAN, 2007).

O aluno sem deficiência intelectual, geralmente, consegue retirar informações do objeto e construir conceitos de maneira progressiva e espontânea. Já o aluno com deficiência intelectual precisa exercitar sua atividade cognitiva, de modo que consiga o mesmo, ou uma aproximação desse avanço. Para isso é necessário trabalhar a abstração por meio da projeção das ações práticas em pensamento. Essa passagem deve ser estimulada de modo que o conhecimento possa se tornar consciente e interiorizado (BATISTA; MANTOAN, 2007).

Segundo Standen e Brown (2006), os alunos com deficiência intelectual têm uma tendência a se comportar passivamente diante de uma situação de aprendizagem. É necessário, portanto, estimular o aluno com deficiência intelectual a progredir nos níveis de compreensão, desafiando-o a adquirir condições de passar desse tipo de condição passiva, para o acesso e apropriação ativa do próprio saber. Assim, o professor precisa oferecer atividades, envolvendo ações em que o próprio aluno teve participação ativa na sua execução e/ou façam parte da experiência de vida dele.

2.4.2 Alunos com deficiência intelectual e a aprendizagem da Matemática

A Matemática é uma disciplina utilizada em nossa vida todos os dias e em diversas situações. Mas apesar de sua importância, ela sempre foi considerada uma disciplina de difícil compreensão por grande parte dos alunos. Isso pode ser constatado no cotidiano escolar tanto pela reclamação de professores frente às dificuldades enfrentadas no ensino da Matemática, quanto pela queixa de uma grande parcela dos estudantes para os quais a Matemática é muito complicada e complexa.

Para alunos com deficiência intelectual esta realidade se torna ainda mais evidente, na medida em que estes apresentam dificuldades para apropriar-se de elementos fundamentais para a apreensão de conceitos matemáticos. Os alunos com deficiência intelectual, de uma forma geral, podem apresentar muitas características que interferem na construção do pensamento lógico-matemático, dentre elas destacam-se (LITTLE, 2009, WESTWOOD, 2009):

- Capacidade perceptiva: dificuldade com as relações espaciais, distâncias, e seqüenciamento. Estas dificuldades podem interferir na aquisição e demonstração de conceitos e habilidades matemáticas, tais como a estimativa de tamanho e distância e a solução de problemas;
- Pensamento abstrato: as crianças com deficiência intelectual têm maior dificuldade de ter pensamento abstrato, sendo necessário que a abstração seja ensinada a elas e com maior tempo.
- Linguagem: O vocabulário referente a conceitos matemáticos não é apenas variado, mas também abstrato. Alunos com dificuldades e/ou deficiência no domínio da linguagem podem apresentar dificuldades para entender conceitos abstratos da Matemática tais como: primeiro, segundo, maior que, menor que etc.;
- Memória: Muitos alunos com problemas de aprendizado têm dificuldades de lembrar-se de informações que foram apresentadas. Isto é especialmente evidente com os símbolos abstratos usados na Matemática (mais, menos, maior que etc.);
- Raciocínio: Alunos com deficiência intelectual podem não possuir o raciocínio abstrato necessário ao desenvolvimento de habilidades matemáticas de alto nível.
- Generalização: uma característica peculiar das pessoas com deficiência intelectual é a dificuldade de fazer generalizações, pois a sua aprendizagem tende a ser

específica para uma situação. Eles muitas vezes não conseguem transferir o que aprenderam a um novo contexto de forma espontânea.

- **Atenção:** alunos com Deficiência Intelectual podem apresentar problemas de atenção e baixo nível de concentração em uma situação de aprendizagem formal. Eles geralmente apresentam dificuldade na seleção, focagem e fixação de dados.
- **Motivação:** alguns alunos com deficiência intelectual não apresentam motivação espontaneamente, necessitando da mediação do professor para se envolver com as atividades. Isso ocorre principalmente com as atividades com maior grau de dificuldade e que não apresentam uma função social imediata e clara.

Os alunos com deficiência intelectual também apresentam grande dificuldade na utilização de conhecimentos prévios na resolução de situações-problema. Entretanto, não só essa, mas muitas de suas dificuldades podem ser sensivelmente minimizadas por meio de procedimentos de mediação adequados, orientados em função da demanda da atividade e das potencialidades do aluno (SALUSTIANO; FIGUEIREDO; FERNANDES, 2007).

2.4.3 A importância da mediação para o processo de aprendizagem do aluno com deficiência intelectual

O deficiente intelectual possui progressos lentos e necessita de uma mediação específica, ou seja, necessita que suas necessidades sejam atendidas, por meio de uma aprendizagem significativa mediada por um adulto.

“Mediação, em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, portanto, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento” (OLIVEIRA, 1997, p.26).

Para Vygotsky, a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas uma relação mediada. Assim, ele atribui extrema importância à interação social, no processo de construção das funções psicológicas superiores⁴. (OLIVEIRA, 1997).

A criança é desde sempre um ser social, sendo que sua individualização como pessoa ocorre juntamente com sua aprendizagem como membro da cultura. Sua compreensão da realidade e sua forma de agir são mediados pelo outro, por signos e instrumentos. Dessa

⁴ Funções psicológicas superiores são “mecanismos psicológicos mais sofisticados, mais complexos, que são típicos do ser humano e que envolvem o controle consciente do comportamento, a ação intencional e a liberdade do indivíduo em relação às características do momento e do espaço presentes” (OLIVEIRA, 1997, p. 26).

forma, a formação do funcionamento subjetivo envolve a internalização (reconstrução, conversão) das experiências vividas no plano intersubjetivo (GÓES, 2002).

A partir de suas relações com o outro, a criança vai se apropriando das formas culturais de ação e pensamento, assim como das significações e uso das palavras que foram com ela compartilhados (SOUSA, 2008).

No caso da escola, Miranda (2003) destaca a importância das interações pedagógicas, já que o desenvolvimento e a aprendizagem não são passíveis de ocorrer sem a participação de outros, principalmente de indivíduos mais experientes.

Os procedimentos que ocorrem na escola, tais como a demonstração, a assistência e o fornecimento de pistas e instruções são fundamentais para promover o “bom ensino”. Assim, a intervenção de outras pessoas, que no caso específico da escola, são o professor e os outros alunos, é fundamental para a promoção do desenvolvimento do indivíduo (OLIVEIRA, 1997).

Para Vygotsky, o “bom ensino” é aquele que se adianta ao desenvolvimento, sendo que a qualidade do trabalho pedagógico está, portanto, associada à capacidade de promover avanços no desenvolvimento do aluno. Tal concepção se fundamenta em um conceito específico de sua teoria, denominado Zona de Desenvolvimento Proximal que pode ser considerado como a distância entre aquilo que o indivíduo é capaz de fazer sozinho (zona de desenvolvimento real) e aquilo que ele realiza com a ajuda de outras pessoas (zona de desenvolvimento potencial) (OLIVEIRA, 1997).

De acordo com Oliveira (1997), é na zona de desenvolvimento proximal que a interferência de outros indivíduos é mais transformadora. Assim, o professor deve conhecer o nível de desenvolvimento dos seus alunos a fim de direcionar o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas para estágios de desenvolvimento que ainda não foram incorporados pelos alunos. Ele deve intervir na zona de desenvolvimento proximal dos alunos, provocando avanços que não ocorreriam de forma espontânea.

No caso das crianças com deficiência intelectual, Vygotsky (1997) argumenta que as leis que regem o seu desenvolvimento são as mesmas leis que regem o desenvolvimento das crianças normais, ressaltando, entretanto, que as diferentes funções psíquicas é que se formam de maneira diferenciada nas crianças deficientes. Desse modo, “a criança cujo desenvolvimento está comprometido por uma deficiência não é simplesmente menos desenvolvida do que as crianças normais, mas sim desenvolvida de outro modo” (p. 12).

Assim, Vygotsky (1997) reconhece que a educação de crianças com deficiência intelectual apresenta maiores dificuldades do que a das outras crianças, tornando-se

necessário um apoio mais prolongado por parte dos adultos e o uso de recursos especiais e caminhos alternativos. Entretanto, ele considera que “ainda que as crianças com deficiência intelectual exijam um ensino mais prolongado, ainda que aprendam menos que as crianças normais, ainda que elas necessitem de métodos e procedimentos especiais, elas devem estudar o mesmo que as outras crianças e receber a mesma preparação para a vida futura” (p. 149).

Portanto, é preciso que os professores que trabalham com alunos que apresentam deficiência intelectual não só compreendam a importância da mediação pedagógica para a aprendizagem desses alunos, mas também tenham um novo saber a respeito dessa deficiência. Eles precisam compreender que apesar de apresentarem limitações e um ritmo de aprendizagem diferente, os alunos com deficiência intelectual podem aprender e, até mesmo, superar alguns de seus limites. O seu desempenho dependerá do tipo de experiência de aprendizagem, adequada ou empobrecida, ofertada pela escola e pelo processo de mediação realizado pelo professor.

2.5 Atendimento educacional especializado para alunos com deficiência intelectual

Com base nos princípios da Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), a legislação brasileira parte do pressuposto de que todas as crianças e jovens com deficiência devem ter acesso às escolas regulares. Para tanto, as escolas devem se adequar a essas pessoas, por meio de uma pedagogia centrada no aluno, capaz de ir ao encontro de suas necessidades. Sob essa ótica, a Secretaria de Educação Especial criou a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva com o objetivo de propor políticas públicas que promovam educação de qualidade para todos.

Uma das ações promovidas pela Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva é o Atendimento Educacional Especializado - AEE, um serviço da educação especial que “[...] identifica, elabora e organiza recursos pedagógicos e de acessibilidade, que eliminem as barreiras para a plena participação dos alunos, considerando suas necessidades específicas” (ROPOLI et al, 2010).

O AEE é ofertado, de forma complementar ou suplementar ao ensino regular, visando à autonomia do aluno na escola e fora dela. É realizado em turno oposto ao

frequêntado nas turmas comuns, em um espaço físico denominado Sala de Recursos Multifuncionais (ROPOLI et al, 2010).

As salas de recursos multifuncionais são ambientes onde são disponibilizados equipamentos, mobiliários e materiais didáticos e pedagógicos para a oferta do AEE (MEC/SEESP, 2008). Os professores responsáveis por essas salas, além da formação em Pedagogia, precisam ter formação específica em Educação Especial e trabalhar em parceria com os professores das turmas comuns, com o intuito de minimizar as dificuldades dos alunos e complementar os estudos realizados na sala de aula. É na sala de recursos multifuncionais que o professor poderá, de forma mais sistemática e individualizada mediar os conteúdos que os alunos com alguma deficiência não conseguiram se apropriar nas aulas regulares.

São atendidos nas Salas de Recursos Multifuncionais alunos com deficiência, com transtornos globais do desenvolvimento ou com altas habilidades/superdotação. A esses alunos devem ser disponibilizados recursos e serviços voltados para a promoção da sua participação e aprendizagem escolar. Para o cego, por exemplo, deve ser dada a possibilidade de ler pelo braile; para o surdo, a forma mais conveniente de se comunicar e para o aluno com deficiência física, o modo mais adequado de se orientar e se locomover.

No caso dos alunos com deficiência intelectual, diferentemente do que acontece com as demais deficiências, a acessibilidade não depende de suportes externos ao sujeito. Ela tem a ver com a possibilidade de superar os seus limites intelectuais. Assim, o AEE para esses alunos tem como objetivo enriquecer cada vez mais a sua condição de lidar com o pensamento, de raciocinar, de criar e de inovar, para que assim, eles possam se tornar agentes capazes de produzir significado e conhecimento (BATISTA, MANTOAN, 2006).

2.5.1 O uso de Tecnologias Assistivas

Para que o AEE consiga atingir o seu objetivo, o professor que nele atua deve selecionar um conjunto de Tecnologias Assistivas adequadas às necessidades específicas de cada aluno.

Os autores Albert Cook e Susan Hussey (1995) definem a Tecnologia Assistiva baseados no *ADA – American with Disabilities Act*, como “uma ampla gama de

equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas funcionais encontrados pelos indivíduos com deficiências”.

O objetivo das Tecnologias Assistivas, quando aplicadas na área de Educação, é buscar uma estratégia para que o aluno realize o que precisa ou o que deseja. É ampliar sua capacidade de ação e interação a partir de suas habilidades, valorizando o seu jeito de fazer. É criar novas alternativas para a comunicação, escrita, mobilidade, leitura, brincadeiras, utilização de materiais escolares e pedagógicos etc. É envolver o aluno, desafiando-o a experimentar e conhecer, permitindo que construa novos conhecimentos de forma ativa. É fazer com que o aluno deixe de ser um mero expectador, atribuindo-lhe a função de ator (MEC/SEESP, 2006).

Em suma, toda ferramenta, recurso, estratégia ou processo desenvolvido e utilizado com a finalidade de proporcionar maior independência e autonomia à pessoa com deficiência pode ser considerado como Tecnologia Assistiva (HAZARD; GALVÃO FILHO; REZENDE, 2007).

Existem diversas possibilidades de Tecnologias Assistivas de baixa e de alta tecnologia que podem e devem ser disponibilizadas de forma a auxiliar o aluno a minimizar as barreiras impostas pela deficiência. Essas tecnologias devem ser disponibilizadas conforme as necessidades específicas de cada aluno.

Muitas vezes, a disponibilização de recursos de baixa tecnologia, muito simples e artesanais desenvolvidas por seus próprios professores, torna-se a diferença, para determinados alunos com deficiência, entre poder ou não estudar e aprender junto com os demais colegas (GALVÃO FILHO e DAMASCENO, 2006).

Entretanto, atualmente, sabe-se que as novas Tecnologias da Informação e Comunicação vêm se tornando cada vez mais importantes instrumentos de nossa cultura e, sua utilização, um meio de inclusão e interação com o mundo. Essa constatação é ainda mais evidente quando se refere a pessoas com deficiência.

Uma pessoa com dificuldade de mobilidade, por exemplo, pode utilizar o computador e por meio dele, ter acesso a lugares e conhecimentos de seu interesse. Para aqueles que possuem dificuldade de comunicação, o computador pode ser utilizado como uma ferramenta de expressão, auxiliando na transmissão de idéias, necessidades ou sentimentos (SCHIRMER, 2007). Para aqueles que apresentam dificuldades de aprendizagem, o uso computador se torna igualmente importante uma vez que pode propiciar a esses alunos um ambiente motivador para aquisição de conhecimento.

O uso de tecnologias computacionais na educação especial tem como objetivo opor-se aos métodos tradicionais empregados na educação dos alunos com deficiência. Neste sentido, não se trata de usar uma ferramenta tecnológica com o objetivo de “corrigir” uma “anormalidade” física, intelectual, sensorial ou cognitiva do aluno. Mais do que oferecer assistência às necessidades do aluno é uma maneira de desenvolver o seu potencial cognitivo, criativo e humano (FREIRE, 2000).

Trata-se, portanto, de uma abordagem educacional que procura atender as características particulares de cada aluno dando-lhe oportunidade, por meio de atividades significativas, de colocar em ação seu talento e criatividade e de participar ativamente na construção do seu conhecimento (FREIRE, 2000). Isso é particularmente importante para alunos com deficiência intelectual, que tem tendência a se comportar passivamente diante de uma situação de aprendizagem (STANDEN; BROWN, 2006).

Assim, acredita-se que a disponibilização de recursos de alta tecnologia como o que foi desenvolvido neste trabalho, poderá contribuir para o desenvolvimento das habilidades de tais alunos, tornando o processo de aprendizagem mais prazeroso e significativo.

2.6 Resumo

Por meio da análise histórica da Educação Especial, é possível perceber o quanto foi longa a trajetória no decorrer da qual se definiu o lugar das pessoas com deficiência na sociedade. Também levou tempo para que as práticas de exclusão a que estavam sujeitas essas pessoas se transformassem e que se reconhecesse ser necessária a sua educação, tal como é atualmente, projetada para ser realizada no interior do ensino regular, sob o paradigma da inclusão.

Durante muito tempo acreditou-se que as pessoas com deficiência intelectual não aprendiam os conteúdos acadêmicos ensinados na escola. Mas apesar de suas limitações, especialmente no que se refere à aprendizagem de conteúdos matemáticos, sabe-se, atualmente, que se os alunos com deficiência intelectual forem estimulados adequadamente, sendo assistidos em suas necessidades educativas especiais, eles irão se desenvolver em sua aprendizagem acadêmica.

Na perspectiva da Educação Inclusiva, o Poder Público tem ofertado o Atendimento Educacional Especializado propiciando espaços, inseridos nas escolas regulares, denominados salas de recursos multifuncionais. Nestas salas devem ser ofertados recursos

conforme as necessidades específicas de cada aluno. No caso dos alunos com deficiência intelectual, o professor deve intervir utilizando recursos e tecnologias assistivas que favoreçam o desenvolvimento das suas funções cognitivas e que privilegiem a superação de seus limites intelectuais.

A tecnologia computacional, por exemplo, é um recurso que pode ser utilizado como alternativa a instrumentos usados no cotidiano escolar a fim de tornar a aprendizagem do aluno mais prazerosa e significativa.

Dentre as tecnologias computacionais, destaca-se a Realidade Virtual que será abordada no próximo capítulo.

3. REALIDADE VIRTUAL

3.1 Introdução

A Realidade Virtual (RV) vem se disseminando em várias áreas do conhecimento e se mostrando como um conjunto de recursos, particularmente, interessante para a Educação (MANTOVANI, 2003; VERA et. al, 2007; VAGHETTI; BOTELHO, 2010). Nesta área, a RV tem sido utilizada com bastante êxito proporcionando, inclusive, algumas mudanças no processo educacional (FERREIRA, TAROUÇO, BECKER, 2003).

Tal êxito está fundamentado em diversos aspectos discutidos neste capítulo que tem como objetivo abordar as principais características da RV e as suas possibilidades de aplicação tanto na educação de uma forma geral quanto na educação especial.

3.2 Definição e Características

A Realidade Virtual (RV) pode ser definida como uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário se movimentar (navegar) e interagir em tempo real em um ambiente tridimensional (KIRNER, SISCOOTTO, 2007).

Uma das características das linguagens de programação da RV é a possibilidade de criar representações virtuais de sistemas físicos. Torna-se possível, então, representar sistemas complexos, caros ou perigosos, com segurança e economia na tela de um computador por meio de Ambientes Virtuais (CARDOSO, 2002).

Um Ambiente Virtual (AV) é um ambiente tridimensional, gerado por computador, que reage em tempo real às ações do usuário (LEWIS, GRIFFIN, 1997). Pode ser projetado para simular tanto um ambiente real como um ambiente imaginário.

Assim, a RV permite explorar desde coisas que sejam muito pequenas para se explorar na vida real (como a estrutura de um átomo ou molécula), até coisas de extensão muito grande para que sejam visualizadas como um todo (como os planetas do sistema solar), sem correr riscos, como os que podem estar presentes na realização de um experimento real (MANTOVANI, 2003).

As principais características dos sistemas de RV são um alto nível de interação, uma resposta realística às ações do usuário, o envolvimento e a possibilidade de imersão, dependendo do equipamento utilizado (VERA et al, 2007).

O fato de serem interativos significa que os ambientes virtuais não são projetados para permitir apenas uma visualização passiva do ambiente, mas também para permitir que o usuário interaja com o ambiente e seus objetos, controlando inclusive o seu ritmo de trabalho. Segundo Kirner e Siscoutto (2007), a possibilidade de o usuário interagir com um ambiente virtual tridimensional realista em tempo-real, vendo as cenas serem alteradas como resposta aos seus comandos, como ocorre nos videogames atuais, torna a interação mais rica e natural propiciando maior engajamento e eficiência.

Nos ambientes virtuais, o tipo de interação mais simples consiste na navegação, que ocorre quando o usuário se movimenta no espaço tridimensional realizando um passeio exploratório. Interações, propriamente ditas, com alterações no ambiente virtual ocorrem quando o usuário entra no espaço virtual e visualiza, explora, manipula e aciona ou altera os objetos virtuais (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

A idéia de envolvimento é definida como a manutenção da atenção em um conjunto de estímulos dos sentidos humanos (tato, visão e audição). Está ligada á capacidade que o ambiente virtual possui fazer com que o usuário se sinta motivado ou engajado ao realizar certa atividade (FREITAS, 2008).

Já a idéia de imersão está relacionada com o sentimento de estar dentro do ambiente. A imersão pode ser subjetiva ou espacial. Quando a imersão é subjetiva, o usuário se vê dentro do ambiente virtual que está projetado em um monitor de vídeo, mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real. Os equipamentos comumente usados são: monitor de vídeo, teclado, mouse e joystick. Já a imersão espacial é obtida com o uso de dispositivos de imagens e sensores de posição/movimento acoplados ao corpo e capazes de possibilitar a interação direta com o ambiente. Neste caso, o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação, o que provoca uma sensação de presença mais forte dentro do mundo virtual. Os equipamentos comumente usados são capacetes, luvas de dados, sensores de movimento, salas de projeção etc (CARDOSO, 2002).

A fim de se definir os equipamentos mais adequados a uma dada aplicação, algumas variáveis devem ser levadas em consideração tais como: resolução, qualidade das imagens, conforto visual, custo, mobilidade, fatores psicológicos e de adaptação etc (CARDOSO, 2002). Capacetes (HMD), por exemplo, podem não ser adequados para trabalhos muito duradouros e técnicos por causarem fadiga visual, dor de cabeça e até mesmo tonturas quando o tempo de utilização é longo (LEWIS, GRIFFIN, 1997).

Devido ao custo mais baixo dos equipamentos e à facilidade de concepção de aplicativos, uma das alternativas mais viáveis para desenvolvimento de interfaces para RV tem sido a utilização de monitores de vídeo (imersão subjetiva). Byrne (1996) apresentou diversas experiências em que o desempenho final de dois grupos de alunos, um deles imerso em um ambiente virtual (imersão espacial) e outro de alunos que usavam a mesma aplicação com imersão subjetiva, foi o mesmo. Além disso, segundo a autora houve preferência pela utilização da tela plana em detrimento ao uso do capacete.

Vera et al. (2007) também apresentam outras experiências em que a mesma versão de uma ferramenta foi testada por dois grupos de crianças com dificuldades de aprendizagem: um usando equipamentos imersivos e outro usando equipamentos não-imersivos. A resposta dos participantes aponta que houve um maior nível de aceitação e interação na versão não-imersiva (imersão subjetiva), que a adaptação foi mais fácil, tendo sido necessário menos treinamento e que houve um melhor nível de interação entre as crianças e o professor.

3.3 Realidade Virtual e Educação

A Realidade Virtual pode ser considerada como uma das possibilidades que a tecnologia da informação oferece para trabalhar os conteúdos educativos visando atrair a atenção do aluno, interferindo positivamente na sua motivação para aprender e na retenção desse aprendizado (MARINS, HAGUENAUER, CUNHA, 2007).

Diversos autores (BELL; FOGLERL, 1995; MANTOVANI, 2003; STANDEN; BROWN 2006) apontam vantagens da utilização de técnicas de RV para fins educacionais. Segundo tais autores, a RV:

- ilustra características e processos, de forma mais poderosa do que outros meios multimídia;
- permite visualizar detalhes de objetos;
- permite visualizar objetos que estão a grandes distâncias;
- permite realizar experimentos virtuais, na falta de recursos para realizar um experimento real;
- permite ao aprendiz refazer experimentos de forma atemporal, fora do período regular de aula;
- permite que o aprendiz desenvolva o trabalho no seu próprio ritmo;

- requer interação, exigindo que cada participante se torne ativo dentro de um processo de visualização;
- encoraja a criatividade;
- favorece a fixação de conteúdos a curto e a longo prazo e cria uma nova forma individualizada de representação de conhecimentos, propiciando melhor tratamento das informações.
- Cria a oportunidade de aprender cometendo erros, mas sem sofrer por humilhações ou por conseqüências desastrosas dos erros cometidos.

Outros benefícios que podem ser observados com o uso de Realidade Virtual em educação são (MARINS; HAGUENAUER; CUNHA, 2007):

- A RV torna o aprendizado mais interessante e divertido, o que faz aumentar a motivação e a atenção o aluno;
- redução de custos, quando a utilização do objeto/ambiente real for mais dispendiosa que a simulação;
- aumenta a retenção do conhecimento através da sensação de realismo;
- melhora a transferência de aprendizagem para o mundo real;
- permite acessar o conteúdo de aprendizagem em qualquer lugar e a qualquer momento (em caso de uso de Realidade Virtual na Internet);
- elimina riscos e perigos para o ambiente, para o professor ou para o aprendiz, o que faz com que as simulações baseadas em RV estejam sendo cada vez mais utilizadas em treinamento militar, na medicina, na aviação e em campos onde decisões e ações dos aprendizes podem causar danos ou mortes.

Outra característica desta tecnologia que interessa à Educação é o fato de adequar-se a diferentes formas de aprender, ou seja, a cada estilo cognitivo. Isso é importante especialmente para a Educação Inclusiva que tem como objetivo atender a todos os alunos na sua singularidade.

A forma de aprendizagem depende de cada pessoa, sendo que umas aprendem visualmente, outras verbalmente, algumas preferem explorar, outras deduzir (BELL; FOGLEL, 1995). Para cada estilo pode-se usar a Realidade Virtual de uma forma diferente.

Para pessoas que apresentam dificuldades no entendimento de equações e teorias, a RV pode ser usada para materializar seus elementos. Para aqueles que são visuais e não verbais e preferem gráficos e imagens a explicações e fórmulas, a RV também é útil

devido a seu aspecto altamente visual. Já para pessoas que preferem aprender por meio da exploração, a RV pode permitir a análise detalhada muitas vezes impossível por outros meios. Finalmente, para aqueles que preferem aprender de forma ativa, interagindo com o ambiente, ao invés de obter uma aprendizagem passiva e introspectiva, a RV fornece ambientes interativos, permitindo a manipulação direta com um ambiente que responda às ações do usuário. (BARILLI, 2007).

Devido às características citadas, a utilização de RV com fins educativos tem merecido destaque nos últimos anos e tem alcançado resultados promissores. Existem várias aplicações de RV desenvolvidas para a área de Educação. Como exemplo pode-se citar a Escola TRI-Legal (VENDRUSCOLO et al., 2005) e o LudosTop (FREITAS, 2008).

A Escola TRI-Legal consiste em uma escola virtual onde os estudantes podem ter acesso a diversos jogos como instrumentos de educação. Inicialmente, o ambiente foi projetado para atender aos alunos de ensino fundamental, sendo que a estrutura do mesmo foi organizada de forma a representar o conteúdo de diversas disciplinas.

Ao entrar na escola TRI-Legal, o aluno poderá caminhar pela mesma e entrar nos prédios de estudos referentes às disciplinas estudadas e na biblioteca, que tem por objetivo armazenar material de referência sobre todas as matérias. O aluno também pode visitar outros ambientes como a lanchonete, o refeitório e o ginásio que foram desenvolvidos apenas com a finalidade de aumentar o realismo da aplicação. A Figura 2 apresenta a visão de uma das salas de estudo da Escola TRI-Legal.

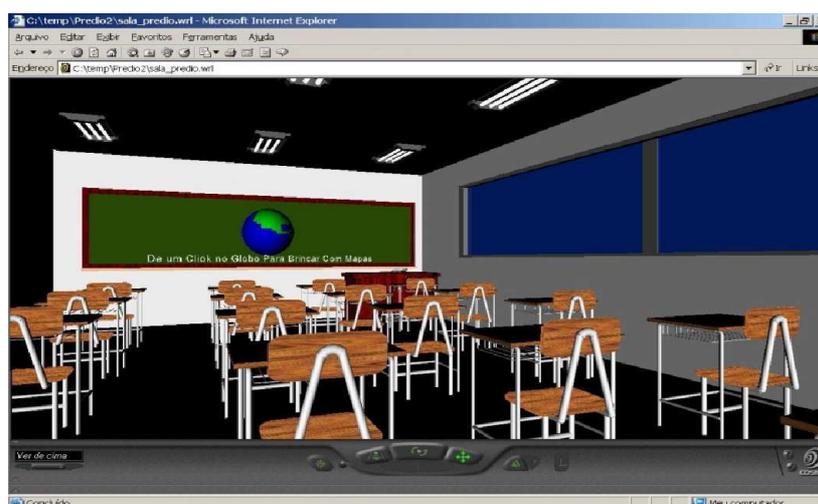


Figura 2: Visão da Sala de aula da Escola Tri-Legal

Fonte: Vendruscolo (2005)

O LudosTop é um ambiente de aprendizagem voltado para conteúdos matemáticos e tem como público alvo, estudantes do Ensino Fundamental (2ª e 3ª séries). O seu projeto pedagógico foi baseado na teoria do desenvolvimento intelectual de Jean Piaget. Este software envolve estratégias de jogo, com o objetivo de motivar a faixa etária em questão.

No Ludostop, o usuário tem acesso a um laptop que disponibiliza um jogo denominado Quarto, cujo objetivo é alinhar sólidos geométricos que possuem atributos comuns. Os resultados da aplicação do software indicaram um interesse dos estudantes pelo seu uso e a possibilidade de contribuir para o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático utilizando técnicas de Realidade Virtual. A Figura 3 a seguir mostra uma das telas do LudosTop.

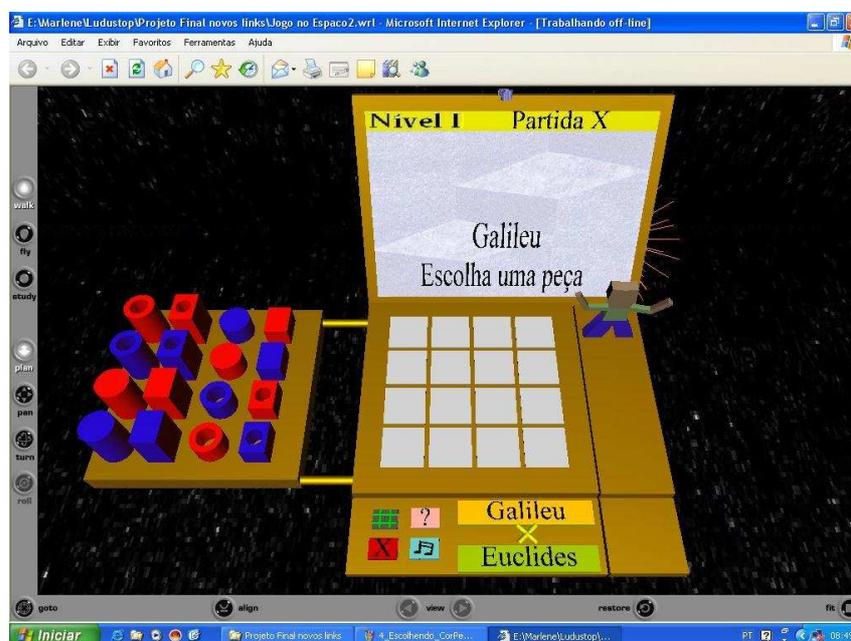


Figura 3: Tela do LudosTop

Fonte: Freitas (2008)

3.4 Aplicações na Educação Especial

No âmbito da educação especial, vários resultados vêm fornecendo subsídios para que novas iniciativas sejam empreendidas (GUIMARÃES, 2006, LÁNYI, 2006).

Em (GUIMARÃES, 2006), por exemplo, foi apresentado um ambiente virtual denominado MemoZoo, que tem como objetivo apoiar a aprendizagem de Matemática por crianças com Transtorno de Déficit de Atenção e/ou Hiperatividade (TDAH). O

MemoZoo é um “jogo da memória” de animais, tridimensional, situado em um jardim, onde o aluno pode realizar operações de adição enquanto participa do jogo. A fim de comparar a tecnologia de RV e a multimídia, a autora utilizou também outro software, sem Realidade Virtual. O resultado deste trabalho apresenta as vantagens da RV em relação à multimídia e aponta o grande potencial da RV como ferramenta de apoio para a realização de exercícios escolares de Matemática por crianças com TDAH. A figura 4 mostra uma das telas do MemoZoo.



Figura 4: Tela do MemoZoo

Fonte: Guimarães (2006)

Lányi et al. (2006) fizeram uma revisão da literatura apresentando diversas pesquisas sobre o uso de RV voltado para crianças com deficiência. Neste artigo foram citadas aplicações de RV desenvolvidas para crianças com problemas visuais, para crianças com autismo, para crianças com problemas auditivos, para crianças com deficiência física e para crianças com déficit de atenção e hiperatividade. Os autores também citam algumas aplicações desenvolvidas por eles, dentre elas o Virtual Shopping desenvolvido para alunos com autismo.

Em particular, no que se refere ao uso da tecnologia de RV para alunos com deficiência intelectual, a literatura é ainda limitada. Standen e Brown (2005) apontam que a maior parte das aplicações da RV para pessoas com deficiência intelectual focam

no treinamento de habilidades da vida diária, na reabilitação cognitiva ou no desenvolvimento de habilidades sociais. Tais aplicações envolvem atividades como fazer compras em um supermercado virtual para posteriormente fazer compras em um supermercado real, preparar receitas em uma cozinha virtual e aprender a atravessar a rua, por exemplo.

Segundo Vera et. al. (2007), que elaboraram um estado da arte sobre aplicações 3D voltadas para crianças com dificuldades de aprendizagem, não há muitos projetos de pesquisa nesta área. Os autores deste trabalho utilizam o termo "dificuldades de aprendizagem" para fazer referência àquelas dificuldades cuja origem deriva de uma disfunção biológica, em vez de fatores sócio-ambientais. Eles apresentam uma aplicação denominada Virtual School, cujo público-alvo é crianças com autismo e com Síndrome de Down.

O Virtual School consiste em uma escola com diferentes ambientes onde o usuário pode aprender diversos conceitos e habilidades. No ambiente virtual, o professor pode explorar com os alunos objetos presentes na escola, ensinando a sua função, bem como diferentes formas de brincar com os objetos a fim de ampliar a capacidade de imaginação das crianças. O ambiente virtual também conta com atividades cujo objetivo é trabalhar relações espaciais, temporais e sociais. O Virtual School foi desenvolvido na Espanha, mas não foram publicados resultados de sua aplicação com as crianças. Uma das telas do Virtual School pode ser vista na Figura 5 abaixo.

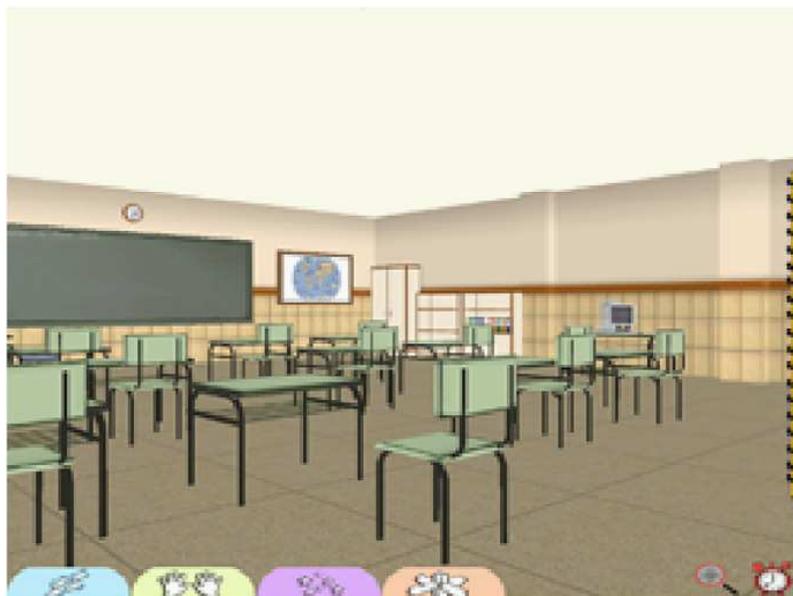


Figura 5: Tela do Virtual School

Fonte: (VERA et al, 2006)

No Brasil, o único sistema baseado em RV encontrado até a escrita desta tese, que foi testado com crianças que apresentam deficiência intelectual, mas que não foi desenvolvido especificamente para elas, foi o software RACHAKUKA (OLIVEIRA; SOEIRA, 2009). E na busca por jogos desenvolvidos especificamente para crianças com deficiência intelectual, o único encontrado foi o JECRIPE (BRANDÃO et al., 2010).

O RACHAKUKA é um sistema, que utiliza técnicas de Realidade Virtual, multimídia, processamento de imagens e inteligência artificial e que permite tanto avaliar a evolução cognitiva das pessoas com necessidades educativas especiais, quanto ajudar na terapia de recuperação destas pessoas, servindo de apoio ao seu desenvolvimento cognitivo. O software se baseia em jogos de memória associativa e foi validado com resultados satisfatórios, ao ser utilizado com crianças com Síndrome de Down, na faixa etária de 6 (seis) aos 12 (doze) anos em uma clínica especializada. Uma de suas limitações é o fato de pertencer a essa clínica e não estar disponível para a comunidade.

Lançado em 2010, O JECRIPE é um jogo destinado às crianças com Síndrome de Down (um tipo de Deficiência Intelectual) em idade pré-escolar, que visa estimular o desenvolvimento da percepção, coordenação motora fina e interatividade, além de outras habilidades. Ele conta com tarefas que envolvem “clique e arrastar” objetos, mover elementos para atividades específicas e até mesmo imitar gestos. O software foi testado em uma escola inclusiva, que observou que a aplicação facilita a socialização entre alunos com Síndrome de Down.

A principal limitação do JECRIPE é que, apesar de ser um jogo 3D, o mesmo não utiliza técnicas de RV e, como apresentado anteriormente, a RV possui muitas vantagens em relação a outras tecnologias. Uma dessas vantagens, por exemplo, é a possibilidade de navegar no ambiente virtual, o que não é possível no JECRIPE. Uma das telas do JECRIPE pode ser vista na Figura 6.



Figura 6: Tela do JECRIPE

Fonte: Brandão et al, (2010)

O Quadro 1 a seguir apresenta um comparativo referente às características das aplicações citadas.

Software	Característica	Objetivo	Limitação
MemoZoo	Um jogo em que são propostos exercícios de matemática, envolvendo operações de adição de números de 0 a 9.	Apoiar a aprendizagem de Matemática por crianças com TDAH.	Apresenta problemas de usabilidade.
Virtual School	Uma escola virtual com diferentes ambientes onde o usuário pode aprender diversos conceitos e habilidades.	Explorar relações espaciais, temporais e sociais. Desenvolver outras habilidades tais como a percepção e a imaginação. Voltado para crianças com Síndrome de Down e Autismo.	Não foram publicados resultados de sua aplicação.
RACHAKUKA	Um software que se baseia em jogos de memória associativa	Auxílio à terapia de recuperação e apoio ao desenvolvimento cognitivo de pessoas com necessidades educacionais especiais em geral.	É um software exclusivo de uma clínica, não estando disponível para a comunidade.
JECRIPE	Um jogo 3D com tarefas que envolvem “clique e arrastar” objetos, mover elementos para atividades específicas e até mesmo imitar gestos.	Estimular o desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas de crianças com Síndrome de Down em idade pré-escolar.	Embora seja 3D não utiliza técnicas de RV. Além disso, é específico para alunos com Síndrome de Down.

Quadro 1: Comparativo das aplicações

Analisando-se o Quadro 1, é possível observar a ausência de aplicações de RV desenvolvidas especificamente para alunos com deficiência intelectual.

Ao se desenvolver um ambiente virtual com foco nesses alunos, as suas características devem ser consideradas, pois conforme indica Sommerville (2007), para que qualquer software possa atingir todo o seu potencial, é necessário projetar a interface com o usuário de forma a combinar as habilidades, expectativas e experiências dos usuários previstos. Segundo ele, uma interface projetada inadequadamente pode provocar erros por parte dos usuários e até mesmo limitá-los ao invés de ajudá-los a atingir o objetivo para o qual o sistema é usado.

Levando-se em conta as características dos indivíduos com deficiência intelectual, Standen e Brown (2006) apontam um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de

ambientes virtuais voltados para esses indivíduos. O Quadro 2 a seguir mostra um resumo dessas diretrizes.

Tópico	Diretriz
Comunicação	As instruções devem ser atômicas; textos devem ser substituídos por ícones ou combinados com instruções faladas.
Navegação	Vãos de entrada das portas devem ser mais largos do que o real.
Interação	O uso do mouse deve ser restrito ao botão esquerdo. Os dispositivos de entrada devem assegurar a acessibilidade dos usuários.
Suporte a aprendizagem	Se o usuário precisa selecionar itens em uma certa ordem e os seleciona em uma ordem errada, ele deve receber um alerta para retomar a ordem correta. O uso de ícones e alertas pictóricos deve ser padronizado (por exemplo: verde para “sim” e vermelho para “não”). Para se adequar a pessoas com diferentes níveis de habilidades, o ambiente virtual deve permitir que o usuário avance para objetivos de aprendizagem mais avançados.
Acessibilidade	Embora o ambiente virtual deva ser realista, os desenvolvedores devem se preocupar mais em ajudar a romper as barreiras de aprendizagem existentes no mundo real.
Ética	Ambientes virtuais devem ser não-imersivos

Quadro 2: Diretrizes para o desenvolvimento de ambientes virtuais para a deficiência intelectual

Considerando-se as diretrizes apontadas no Quadro 2 e visto que as aplicações mencionadas anteriormente no Quadro 1 não se constituem em um AV adequado para o ensino de conceitos lógico-matemáticos para alunos com deficiência intelectual, nesse trabalho foi desenvolvido um AV denominado VirtualMat voltado especificamente para esses alunos. As principais características do VirtualMat serão apresentadas no próximo capítulo.

3.5 Resumo

Devido a todas as características (possibilidades de navegação em espaços tridimensionais, imersão no contexto da aplicação e interação em tempo real), vantagens e êxito nas aplicações citadas neste capítulo, não restam dúvidas de que a RV pode ser considerada como recurso eficaz para facilitar a aprendizagem.

Dessa forma, frente aos resultados positivos encontrados na literatura e a escassez de estudos relacionados ao uso de Ambientes Virtuais por alunos com deficiência intelectual, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial da RV no sentido de minimizar as limitações que interferem na construção do pensamento lógico-matemático destes alunos.

Para isso, foi desenvolvido um AV denominado VirtualMat. As características do AV desenvolvido neste projeto, bem como as etapas do seu desenvolvimento serão apresentadas no próximo capítulo.

4. ARQUITETURA DO VIRTUALMAT

4.1 Introdução

No capítulo anterior, foi apresentado como as pesquisas envolvendo a tecnologia de Realidade Virtual aplicada à Educação vêm apontando para perspectivas promissoras.

No âmbito da educação especial, os Ambientes Virtuais já desenvolvidos e testados, visando o desenvolvimento cognitivo e a educação de alunos com deficiência, também têm apresentado resultados positivos, o que estimula a continuidade das pesquisas nessa área.

Considerando-se que o uso de Realidade Virtual para alunos com Deficiência Intelectual ainda precisa ser melhor explorado, neste trabalho foi desenvolvido um jogo educativo voltado para alunos com deficiência intelectual, denominado VirtualMat. O jogo tem como objetivo servir como uma ferramenta interativa que auxiliará o professor a explorar noções básicas de conceitos lógico-matemáticos, enquanto estratégia pedagógica. Ele deverá proporcionar ao aluno com deficiência intelectual, a prática de apreender as habilidades de classificar, discriminar, ordenar e seqüenciar, além de permitir que o professor trabalhe outros conceitos fundamentais da Matemática.

Diferentemente de outras ferramentas citadas no capítulo anterior, o seu público-alvo são alunos com deficiência intelectual em geral (não apenas com Síndrome de Down), que estejam matriculados entre o primeiro e o quinto anos do ensino fundamental e que apresentem dificuldades nas habilidades e conceitos explorados pelo VirtualMat.

Nas próximas seções deste capítulo será apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do VirtualMat, as suas principais características e as possibilidades que ele oferece para exploração de conceitos lógico-matemáticos. Finalmente, será feita uma abordagem sobre as vantagens que o VirtualMat oferece para o aluno com deficiência intelectual e uma apresentação sobre os resultados da validação do sistema junto a profissionais da área.

4.2 Metodologia de desenvolvimento do VirtualMat

Em consulta à literatura (COSTA, 2000; GUIMARÃES, 2006), é possível verificar a escassez de trabalhos propondo metodologias específicas para o desenvolvimento de

sistemas de Realidade Virtual. De fato, grande parte dos ambientes virtuais encontrados atualmente, ainda são implementados diretamente pelo desenvolvedor, sem o cumprimento de etapas básicas de especificações do sistema (GUIMARÃES, 2006).

Por esse motivo, neste trabalho a metodologia de desenvolvimento escolhida foi baseada em um modelo genérico de processo de software denominado Desenvolvimento Evolucionário (SOMMERVILLE, 2007). O desenvolvimento evolucionário baseia-se no desenvolvimento de uma implementação inicial, expondo o resultado aos comentários do usuário e refinando esse resultado por meio de várias versões até que seja desenvolvido um sistema adequado.

Neste modelo, as atividades de especificação, desenvolvimento e validação são intercaladas, em vez de serem separadas como no modelo tradicional em cascata, e há um *feedback* rápido que permeia as atividades, conforme apresentado na Figura 8.

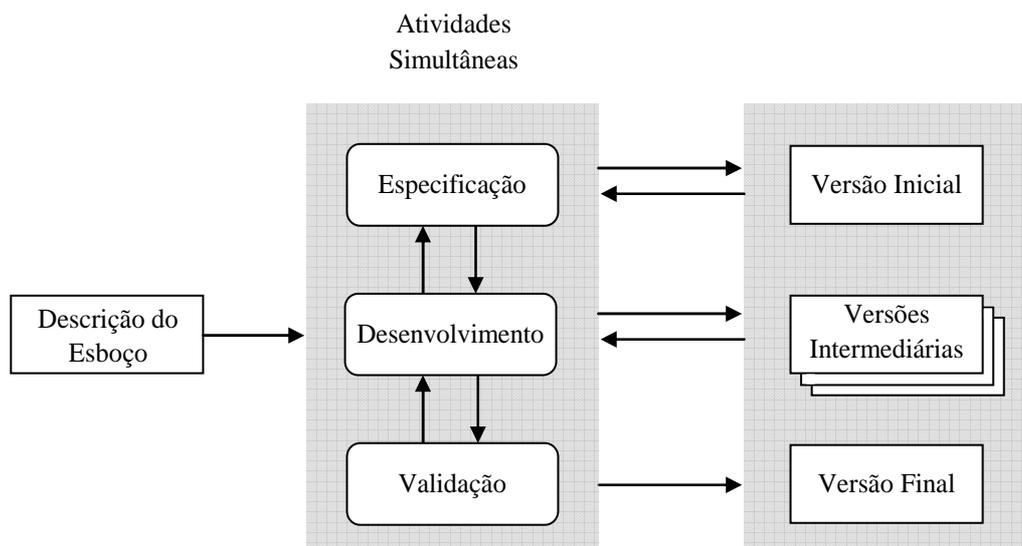


Figura 7: Desenvolvimento Evolucionário

Fonte: Sommerville (2007)

Segundo Sommerville (2007), a abordagem evolucionária é frequentemente mais eficaz do que a abordagem em cascata, sendo considerada por ele como o melhor método de desenvolvimento para sistemas de pequeno e médio porte.

4.2.1 Especificação

Os requisitos para desenvolvimento do VirtualMat foram levantados com duas profissionais da área de Educação e que atuam diretamente com a Educação Especial há mais de 15 anos. Conforme modelo de desenvolvimento utilizado, o levantamento dos requisitos e a especificação do sistema não foram realizados em uma única etapa. Tais atividades conduziram todo o processo de desenvolvimento.

De uma forma geral, os requisitos levantados mostraram que o software deveria:

R-01 (Requisito 01): oferecer à criança possibilidades de desenvolvimento do pensamento lógico-matemático por meio da ludicidade;

R-02: explorar características e categorias de objetos relacionados ao contexto social;

R-03: proporcionar variadas opções de organização cognitiva a respeito dos conceitos de classificação, discriminação, ordenação e sequenciação;

R-04: permitir que o professor trabalhe outros conceitos fundamentais da Matemática;

R-05: oferecer diferentes níveis de dificuldades atendendo à diversidade das crianças com deficiência intelectual;

R-06: contar com instruções faladas a fim de melhorar a compreensão dos usuários, especialmente aqueles que ainda não sabe ler;

R-07: apresentar um *feedback* às ações do usuário, com mensagens que incentive o usuário nos acertos, mas que não desestimule o usuário ao informar sobre os erros;

R-08: representar uma cidade com diversas casas, carros e um supermercado;

R-09: permitir ao usuário elaborar listas de compras, fazer compras no supermercado e guardar os produtos comprados em casa;

R-10: utilizar técnicas de Realidade Virtual não-imersivas sendo que a tecnologia que suporta a interação do usuário apóia-se no mouse, no teclado e no monitor (já que esses são os equipamentos disponíveis nas escolas).

De acordo com os requisitos levantados, foi elaborado o diagrama de Casos de Uso (MEDEIROS, 2004) mostrado na Figura 8, com a finalidade de representar os requisitos funcionais do sistema. Conforme R-09, as funções básicas do sistema são: elaborar listas de compras, fazer compras e guardar as compras.

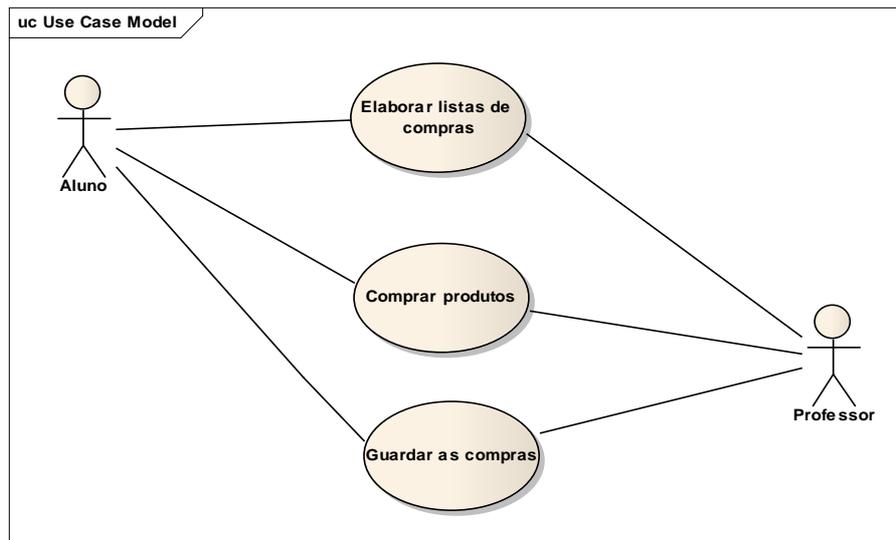


Figura 8: Diagrama de Casos de uso

Os Quadros 3, 4 e 5 a seguir descrevem cada um dos Casos de Uso do diagrama.

Caso de Uso: Elaborar listas de compras
Breve Descritivo: Este caso de uso descreve o processo de elaboração de listas de compras
Pré-Condições: O usuário clica em um bloco de anotações próximo à geladeira
Atores: Aluno, professor
Cenário Principal: 1 – O usuário visualiza uma lista de produtos existentes 2 – O usuário seleciona produtos um a um, adicionando-os à sua lista 3 – O usuário seleciona a opção “conferir lista” para verificar se escolheu todos os produtos que deseja 4 – O usuário seleciona a opção “ir para o supermercado” para poder comprar os produtos selecionados
Cenários Alternativos: 1 – O usuário adicionou um produto à lista, mas deseja excluí-lo: basta clicar sobre o produto selecionado e, assim, ele sairá da lista 2 – O usuário conferiu sua lista e deseja adicionar ou remover produtos: basta selecionar a opção “voltar” 3 – O usuário seleciona a opção “voltar para casa” em vez de “ir para o supermercado”. Nesse caso, o usuário poderá, de casa, ir para o supermercado quando quiser fazer as suas compras

Quadro 3: Descrição do caso de uso – Elaborar listas de compras

Caso de Uso: Comprar produtos
Breve Descritivo: Este caso de uso descreve o processo de compras dos produtos no supermercado
Pré-Condições: O usuário deve ter elaborado uma lista de compras
Atores: Aluno, professor
<p>Cenário Principal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 – O usuário seleciona um carrinho para fazer suas compras 2 – O usuário escolhe os produtos, um a um, nas prateleiras do supermercado de acordo com a lista previamente elaborada, clicando sobre o produto para realizar sua escolha 3 – Os produtos escolhidos pelo usuário vão para dentro do carrinho, imediatamente após o clique referente à escolha 4 – Quando o usuário tiver escolhido todos os produtos, ele escolhe a opção “Finalizar a Compra” 5 – Os produtos saem do carrinho e vão para o caixa 6 – O usuário passa pelo caixa do supermercado
<p>Cenários Alternativos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 – O usuário tenta selecionar um produto sem antes ter escolhido um carrinho: uma mensagem sonora informa ao usuário que, para iniciar suas compras, primeiramente, um carrinho deve ser selecionado 2 – O usuário não consegue se lembrar de todos os produtos que estavam na lista: ele pode visualizar a lista a qualquer momento 3 – O usuário escolhe a opção “Finalizar a Compra” sem que tenha escolhido todos os produtos da lista: uma mensagem sonora informa ao usuário que o mesmo ainda não pegou todos os produtos da lista

Quadro 4: Descrição do caso de uso – Comprar produtos

Caso de Uso: Guardar as compras
Breve Descritivo: Este caso de uso descreve o processo de guardar compras
Pré-Condições: No Nível 5, é necessário comprar os produtos no supermercado. No Nível 3, não há pré-condição.
Atores: Aluno, professor
<p>Cenário Principal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 – O usuário se aproxima da mesa da cozinha 2 – É perguntado ao usuário se ele deseja guardar os produtos que estão sobre a mesa, sendo oferecidas as seguintes opções após a pergunta: “sim” ou “não” 3 – O usuário escolhe a opção “sim” 4 – O usuário seleciona um produto 5 – O usuário abre a porta do lugar onde quer guardar o produto selecionado (por exemplo, abre a porta da geladeira, clicando sobre ela) 6 – O usuário clica dentro do lugar onde quer guardar o produto 7 – O produto vai para dentro do lugar escolhido <p style="text-align: right;"><i>continua na próxima página</i></p>

continuação da página anterior

- 8 – O usuário ouve a mensagem: “Muito Bem!”, indicando que ele guardou o produto no lugar certo
- 9 – O usuário fecha a porta do lugar no qual o produto foi guardado
- 10 – O usuário seleciona outro produto e volta ao passo 5 até que todos os produtos sejam guardados

Cenários Alternativos:

- 1 – Quando perguntado se deseja guardar os produtos, o usuário escolhe a opção “Não”: nesse caso, o usuário não poderá iniciar outro processo de compras a menos que volte a se aproximar da mesa novamente e, ao ser perguntado se deseja guardar os produtos, opte pela opção “Sim”
- 2 – O usuário escolhe o lugar errado para guardar o produto (por exemplo, guardar o detergente na geladeira): o usuário ouve a mensagem: “Opa! Não é aí”
- 3 – O usuário seleciona um produto, mas não escolhe um lugar para guardar as compras: Nesse caso, o produto permanece selecionado até que ele escolha o lugar certo. Também não será possível selecionar outro produto enquanto o produto previamente selecionado não for guardado.

Quadro 5: Descrição do caso de uso – Guardar as compras

Também foi elaborado um diagrama, apresentado na Figura 9, que mostra uma visão geral da arquitetura do sistema desenvolvido.

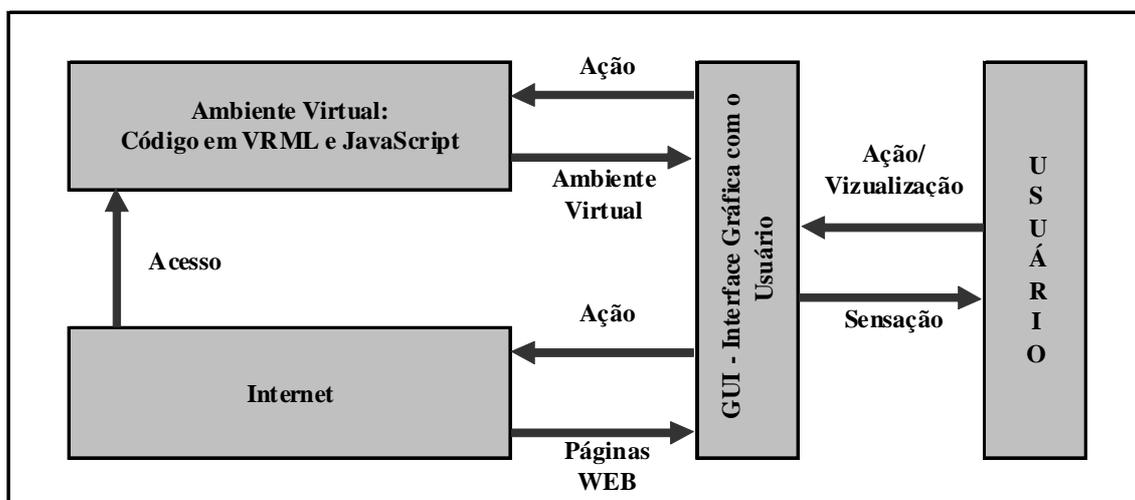


Figura 9: Arquitetura Geral do Sistema

Adaptado de Cardoso (2002)

A arquitetura do sistema é composta pelos seguintes módulos e sub-módulos:

- GUI – Interface Gráfica com o Usuário;
- Módulo Internet: para que o sistema seja disponibilizado na Internet, foi criada uma página HTML que explica, resumidamente, o que é o VirtualMat e dá acesso a ele.

- Módulo Ambiente Virtual, dividido em dois sub-módulos internos: Objetos Virtuais (Código em VRML que representa a parte estática do sistema) e *Scripts* (implementações em *JavaScript* responsáveis pela parte dinâmica do sistema)

4.2.2 Desenvolvimento

Durante a etapa de desenvolvimento do sistema, foram reutilizados muitos objetos que estavam disponíveis na internet, em bibliotecas 3D. Entretanto, grande parte do código foi implementada pela própria autora do presente trabalho utilizando-se as linguagens *VRML* e *JavaScript* e o software *VrmlPad* como editor.

A *VRML - Virtual Reality Modeling Language* é uma linguagem de modelagem que permite o desenvolvimento de ambientes tridimensionais interativos para a Web.

Uma das suas características mais interessantes é o fato de permitir a criação de mundos dinâmicos e ambientes virtuais ricos em sensores na Internet, incluindo a possibilidade de animar objetos no mundo virtual fazendo movê-los, incluir sons e filmes no mundo virtual, interagir com o mundo virtual e controlar e ampliar os mundos virtuais com *scripts*, que são pequenos programas criados para atuar no mundo virtual (AMES; NADEAU; MORELAND, 1997).

A *VRML* é uma linguagem de código aberto e tem a vantagem de permitir a reutilização de trechos de código e de objetos implementados por outros desenvolvedores (GUIMARÃES, 2006). É uma linguagem adequada a diversos tipos de aplicações, incluindo desde modelagens de superfícies simples como um cone até mapeamentos geográficos complexos de terrenos.

Um arquivo *VRML* pode ser criado usando qualquer editor de texto simples e não precisa ser compilado e executado; simplesmente é analisado e exibido, sendo necessária apenas a instalação de um *plug-in*⁵ como o Cortona ou o Cosmo Player, por exemplo. Com relação ao Cortona é importante ressaltar que ele se destaca dos demais por possuir alta capacidade de renderização, por oferecer uma visualização de maior qualidade, por possuir maior portabilidade e por ser compatível com diversos navegadores (SILVA, 2006).

Já a linguagem *JavaScript* foi desenvolvida para criar pequenos programas nas páginas *Web*. Quando integrada à versão 2.0 da *VRML*, a linguagem *JavaScript* torna-

⁵ Um *plug-in* é um programa que permite visualizar informações dentro da janela do navegador de Internet (FREITAS, 2008)

se um poderoso instrumento para controlar a interatividade e outras características do ambiente virtual já que permite a modelagem comportamental dos objetos e o desenvolvimento de animações mais complexas que as permitidas pelos nós originais da linguagem VRML (FREITAS, 2008).

Do ponto de vista tecnológico, o maior desafio a ser resolvido para atender os requisitos do sistema esteve ligado a limitações da própria linguagem VRML no que se refere a tratamento de eventos. Outro desafio foi o desenvolvimento praticamente manual de todo o código VRML, o que demandou muito tempo. Alguns detalhes de implementação do VirtualMat mostrando como alguns objetos foram incluídos no ambiente virtual e como determinados eventos foram tratados podem ser vistos no Apêndice G.

4.3 Características do VirtualMat

O VirtualMat consiste de uma cidade onde existem, dentre outras coisas, diversas casas, prédios, carros e um supermercado (Conforme R-08). No sistema, o aluno poderá elaborar listas de compras, fazer compras num supermercado, organizar essas compras em casa, bem como explorar a utilização dos itens comprados (R-09).

As Figuras 10 e 11 mostram, respectivamente, a vista parcial do interior da casa do usuário e do supermercado.



Figura 10: Vista parcial da Casa do Usuário



Figura 11: Vista parcial do Supermercado

O VirtualMat possui 5 níveis de dificuldade de forma a atender a diversidade das crianças com deficiência intelectual (R-05). No primeiro nível, o aluno poderá conhecer a casa do usuário navegando pela mesma utilizando o mouse. A casa possui 6 cômodos: sala, cozinha, lavanderia, banheiro, quarto dos pais e quarto dos filhos. O nome de cada cômodo é ouvido quando o aluno entra no mesmo.

No segundo nível, o aluno poderá fazer uma lista de compras. Quando o aluno passa o mouse sobre um produto, o nome do produto é ouvido. Para adicionar produtos à lista, basta clicar sobre os produtos escolhidos. Caso o aluno deseje excluir um produto que esteja na lista basta clicar sobre o produto que ele sairá da lista. Após elaborar a lista de compras o aluno pode conferir os itens selecionados, podendo retornar à tela para excluir ou incluir mais produtos. A Figura 12 mostra o cenário deste nível.



Figura 12: Elaborando lista de compras

No terceiro nível, alguns produtos estarão sobre a mesa da casa do usuário. O aluno poderá, então, guardar os produtos nos seus respectivos lugares. O sistema foi programado de maneira que os produtos de limpeza sejam guardados no armário da lavanderia, os produtos de higiene sejam guardados no banheiro, os alimentos sejam guardados no armário da pia e as bebidas sejam guardadas na geladeira. O aluno recebe feedback do sistema tanto ao guardar um produto no lugar correto, quanto ao tentar guardar um produto no lugar incorreto. Esse feedback é dado através de mensagens faladas do tipo “Muito Bem” e “Opa! Não é aí”.

O quarto nível é o nível mais completo do VirtualMat. Neste nível, há uma cidade com diversas casas (incluindo a casa do usuário dos níveis anteriores), carros, prédios e um supermercado. A Figura 13 mostra a vista parcial da cidade.



Figura 13: Vista parcial da Cidade

Neste nível, o aluno poderá caminhar pela casa, abrir a porta da casa, sair pela mesma e caminhar pela cidade; o aluno também poderá elaborar uma lista de compras, fazer compras no supermercado de acordo com os produtos da lista e guardar os produtos comprados em casa.

No nível 5, o aluno poderá realizar atividades de seqüenciação. Para isso basta clicar sobre o notebook localizado em cima da mesa do quarto dos filhos. A cada seqüência, o aluno deverá escolher um produto dentre as opções para completá-la. Na Figura 14, pode ser visto um exemplo de seqüência a ser completada pelo aluno.

QUE PRODUTO COMPLETA A SEQUENCIA?



Figura 14: Atividade de Seqüenciação

Atendendo aos requisitos R-01, R02, R-06, R-07 e R-10, o VirtualMat é um ambiente lúdico, contém objetos e atividades relacionadas ao cotidiano dos alunos, conta com instruções faladas com o objetivo de melhorar a compreensão do usuário, oferece feedback às suas ações e utiliza técnicas de RV não-imersivas. O seu desenvolvimento também seguiu todas as diretrizes para desenvolvimento de ambientes virtuais para a deficiência intelectual apontadas por Standen e Brown (2006) e apresentadas na seção 3.4.

4.4 Como explorar habilidades e conceitos lógico-matemáticos por meio do VirtualMat

De acordo com o requisito R-03, o VirtualMat foi desenvolvido de modo a proporcionar à criança a prática de apreender as habilidades de classificar, discriminar, seqüenciar e ordenar, possibilitando o desenvolvimento de outras habilidades como a atenção, a abstração, a memorização, a criatividade, a concentração e a percepção, essenciais à aprendizagem não só da Matemática mas também de outras disciplinas.

Atendendo ao requisito R-04, além das habilidades acima citadas, o sistema também permite que o professor trabalhe com os alunos diversos conceitos, tais como: tamanho (grande, pequeno, maior etc), posição (à direita, à esquerda, dentro, fora, ao lado etc), direção e sentido (para frente, para a esquerda, para a direita etc), relação termo a termo, tempo (antes, depois, noite, dia), capacidade (cheio, vazio, mais cheio etc), forma, cor etc.

Outro conceito importante que pode ser explorado é a idéia de quantidade. A idéia de quantidade poderá ser explorada na hora de fazer a lista de compras, na hora das

compras e ao caminhar pela cidade. Para isso o professor poderá, por exemplo, perguntar ao aluno: “Quantos produtos de higiene estão na lista?” “Quantos alimentos estão na lista?” “Há mais produtos de higiene ou de limpeza?”.

A fim de explorar todo o potencial da ferramenta, é importante ressaltar que a mediação do professor na utilização do sistema é fundamental. O professor tem que ser, portanto, mais do que um observador, ele deve interagir com o aluno durante a utilização do sistema, dialogando com ele, ouvindo suas dúvidas e comentários, propondo diferentes alternativas para a solução da situação-problema e procurando ouvir do próprio aluno a sua explicação sobre como ele chegou à solução dos problemas ou das atividades propostas. Assim, para que os professores possam mediar o sistema de forma adequada, foi elaborado um manual de utilização do VirtualMat contendo tanto instruções para utilização do sistema em cada nível, quanto instruções sobre como explorar noções de conceitos lógico-matemáticos durante o uso do sistema.

A seguir, serão apresentadas algumas das formas de utilização do VirtualMat na exploração de cada uma das habilidades (classificação, discriminação, sequenciação e ordenação). Ressalta-se, porém, que embora citadas separadamente, nas subseções seguintes, as habilidades acima poderão ser exploradas, simultaneamente, em cada atividade realizada no VirtualMat. Na hora de guardar as compras, por exemplo, o aluno estará classificando, sequenciando e ordenando em uma única atividade.

4.4.1 Classificação

Classificar é uma operação mental básica, fundamental para formar agrupamentos, conjuntos, classes e categorias (DANTE, 1996). Através da classificação, o aluno aprende a identificar objetos de acordo com suas características ou atributos, tais como forma, cor, tamanho, função etc.

O conceito de classificação poderá ser explorado no VirtualMat através da elaboração de listas de compras, na compra de produtos, na organização dos produtos em casa e no trajeto entre o supermercado e a casa. Os itens poderão ser organizados por várias categorias, tais como cor, forma, tamanho e função do objeto (higiene, limpeza, alimentos, bebidas etc).

No VirtualMat, este conceito poderá ser explorado de diversas maneiras, dentre elas:

- Reconhecendo produtos semelhantes agrupando-os quanto à sua função
- Identificando se um elemento pertence ou não a um agrupamento;

- Descobrimo o critério utilizado numa determinada classificação;
- Estabelecendo critérios para o agrupamento de elementos;
- Agrupando seguindo um determinado critério;
- Agrupando obedecendo a mais de um critério:

4.4.2 Discriminação

O conceito de discriminação que se refere a identificação de um elemento diferente dentre elementos com as mesmas características poderá ser explorado em diversas situações, tais como:

- Quando o aluno estiver caminhando pela cidade pode ser solicitado que ele indique qual casa tem o telhado de determinada cor, qual tem um carro na garagem etc.
- Pode ser solicitado que ele encontre a casa do usuário. A única casa amarela da cidade.
- Cada quarteirão tem 3 casas do mesmo modelo e uma casa de modelo diferente. O professor poderá perguntar ao aluno: “qual é a casa diferente deste quarteirão?”
- O professor poderá escolher 4 produtos de limpeza e um alimento na hora de fazer a lista de compras e então perguntar ao aluno: qual produto é diferente? Após a resposta do aluno perguntar: “porque”?

4.4.3 Ordenação e Sequenciação

Uma sequência pode ser vista como uma sucessão de elementos dispostos de acordo com alguma regra (DANTE, 1996). Nem toda sequência é ordenada. Construir sequências ordenadas (do maior para o menor, por exemplo), é um processo denominado seriação.

Segundo Dante (1996), é importante que a criança aprenda a sequenciar pessoas, objetos ou outros elementos, de acordo com algum critério, seja refletindo um modelo, um padrão ou motivo, completando uma sequência a partir de alguns elementos dados, descobrindo a regra de formação de determinada sequência ou inventando sequências com diferentes regras de formação.

O trabalho com sequências colabora para desenvolver o raciocínio lógico da criança, preparando-a para compreender a sequência dos números naturais, do sistema de numeração com seus princípios posicional, bem como dos algoritmos de adição, subtração, multiplicação, divisão etc em que os procedimentos são sequências de ações realizadas passo a passo (DANTE, 1996).

Os conceitos de ordenação e seqüenciação poderão ser explorados ao mostrar para o aluno que o processo de fazer compras envolve um passo a passo. Primeiro deve-se elaborar uma lista, depois deve-se ir para o supermercado. Em seguida deve-se pegar um carrinho, escolher os produtos, passar pelo caixa, ir para a casa e por fim, guardar os produtos.

Estes conceitos também podem ser explorados pelo professor tanto na hora de fazer compras quanto na hora de guardar os produtos através de perguntas como: “Quais itens vamos guardar primeiro?” – O professor pode pedir, por exemplo que o aluno guarde todos produtos que são guardados na geladeira, depois todos os produtos que são guardados no armário da cozinha, depois no banheiro e por último na lavanderia.

A seqüenciação também poderá ser explorada no nível 5 através de exercícios que o aluno poderá realizar no notebook virtual situado no quarto dos filhos. A cada seqüência o aluno deverá escolher um produto, dentre as opções, para completá-la. O professor poderá então perguntar qual critério foi utilizado para montar a seqüência.

4.5 Como o VirtualMat poderá minimizar as limitações do aluno com Deficiência intelectual

Conforme apresentado no capítulo 2, os alunos com deficiência intelectual, de forma geral, podem apresentar muitas limitações. Assim, segue abaixo uma abordagem sobre como o VirtualMat poderá auxiliar na superação ou minimização de algumas destas limitações.

- Capacidade perceptiva: As dificuldades com as relações espaciais, distâncias, e seqüenciamento podem ser minimizadas ao utilizar o VirtualMat, pois durante a navegação no ambiente virtual, podem ser trabalhados conceitos como posição, direção e sentido, tamanho, seqüenciamento etc.
- Pensamento abstrato: Ambientes Virtuais apresentam recursos superiores às outras mídias para a ilustração de conceitos abstratos, especialmente difíceis para as

crianças com deficiência intelectual. Assim, o VirtualMat auxilia no desenvolvimento do pensamento abstrato do aluno ao permitir a tradução do concreto (casas, carros, embalagens de produtos e supermercado reais) para o abstrato (mundo virtual).

- **Raciocínio:** O VirtualMat oferece situações para que o aluno experimente dentro da escola o que pode utilizar fora dela e possibilita o envolvimento do usuário nas atividades propostas, fazendo com que estes possam experimentar controle sobre o processo de aprendizado; além disso, o VirtualMat viabiliza o aprendizado pela interação com os objetos, estimulando a curiosidade, a iniciativa e a participação ativa do aluno na construção do seu conhecimento. Estes fatores são importantes para o aluno com deficiência intelectual e estimulam o desenvolvimento do raciocínio, propiciando condições e liberdade para que ele possa construir a sua inteligência, dentro do quadro de recursos intelectuais que lhe é disponível, tornando-se agente capaz de produzir significado/conhecimento.
- **Atenção:** Conforme apresentado em Guimarães (2006), o envolvimento e o sentido de imersão, inerentes à Realidade Virtual, podem influir diretamente sobre o âmbito de atenção do usuário contribuindo para o aumento da concentração e da persistência nas tarefas.
- **Motivação:** Devido ao seu caráter lúdico, por ser constituído de atividades com diferentes graus de dificuldade e por referir-se a objetos que fazem parte do cotidiano do aluno, acredita-se que o VirtualMat motivará a sua participação nas atividades sugeridas. Além disso, segundo Guimarães (2006), a simples utilização do computador já parece atuar como fator motivador.
- **Memória:** Segundo Costa (2000), o tratamento de problemas de memória deve ocorrer através de ambientes estimulantes e tarefas que pedem a memorização de informações e sua posterior recuperação. Estas atividades podem ser desenvolvidas no formato de jogos que apresentem desafios com nível de dificuldade crescente. Segundo a autora, o treinamento da memória deve explorar, ainda, estratégias e situações que podem ser transferidas para as atividades da vida diária. E essas são as principais características do VirtualMat, um jogo estimulante com diferentes níveis de dificuldades, com atividades que remetem a situações da vida diária e com situações que exigem a memorização de informações e sua recuperação, tal como o processo de compras (em que o aluno deverá se lembrar dos itens que

compõem a lista). Além disso, o VirtualMat possibilita repetir as atividades várias vezes o que também facilita o processo de memorização.

- Capacidade de generalização: para alcançar a generalização é necessário explorar a memória, que realiza as atividades de recuperação das informações armazenadas, associação destas informações com a situação real e a interpretação e análise deste conjunto de informações (COSTA, 2000). Conforme citado no item anterior o VirtualMat permite essa exploração da memória, ampliando portanto a capacidade de generalização do aluno.
- Utilização de conhecimentos prévios na resolução de situações-problema: Como foi apresentado no capítulo 2, não só essa, mas muitas das dificuldades podem ser sensivelmente minimizadas por meio de procedimentos de mediação adequados, orientados em função da demanda da atividade e das potencialidades do aluno. O VirtualMat foi elaborado com a intenção de servir como ferramenta para a mediação da aprendizagem pelo professor.

4.6 Validação do Sistema

O sistema foi validado por duas profissionais Pr1 e Pr2 (as mesmas com as quais foram levantados os requisitos). As duas emitiram um parecer positivo a respeito do mesmo.

Segundo o parecer da profissional Pr1 que possui vasta experiência na Educação Especial (mais de 16 anos), atuando com todos os tipos de deficiência, o VirtualMat “é composto por atividades coerentes com a realidade vivenciada pelos alunos em seu cotidiano familiar e para o aluno com deficiência intelectual esse é um aspecto extremamente importante a ser considerado.”

Além disso, segundo o mesmo parecer o VirtualMat incentiva a aprendizagem dos alunos com deficiência intelectual, possibilitando dessa forma, mudanças de comportamento e elevação da auto-estima, tanto do aluno como do professor que conseguirá ver resultados efetivos em sua atuação pedagógica junto a esses alunos.

Segundo a profissional Pr2, que trabalha com a educação especial desde 1993, “o programa VirtualMat, se configura como mais uma oportunidade de utilização da tecnologia digital (computador e software/ internet), enquanto recurso pedagógico na aquisição (aluno) e desenvolvimento (professor) de conceitos lógico-matemáticos

imprescindíveis no processo de aprendizagem escolar”. Ela também considera que “o sistema está suficientemente adequado para a aplicação com crianças, uma vez que possui uma conotação de lúdico, por ser considerado um jogo enquanto proposta pedagógica”.

Ambas acreditam que poderá haver uma dificuldade inicial, tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores nos primeiros contatos com o software fazendo-se necessário um treinamento com professores, bem como o esclarecimento de suas dúvidas. Entretanto, exceto por essa razão mencionada, ambas pensam que os alunos, após treinamento, não apresentarão dificuldade ao utilizar o sistema. Segundo Pr1 “suas informações são precisas, as imagens tridimensionais são nítidas e de fácil acessibilidade e o nível de exigência das atividades propostas pode ser considerado razoável em função das limitações cognitivas apresentadas por esses alunos. Outra razão importante é que ele elimina a dificuldade de compreensão da criança por referir-se a objetos que fazem parte do seu cotidiano”.

Outro ponto comum dos dois pareceres é que ambos apontam como vantagem do VirtualMat o fato de ele ter sido criado pensando, especificamente, no ensino dos conceitos lógico-matemáticos para alunos com deficiência intelectual, já que para estes alunos, ainda são escassos os recursos tecnológicos, principalmente no que se refere a softwares educativos.

Os pareceres emitidos pelas duas profissionais podem ser vistos na íntegra nos Apêndices C e D.

No próximo capítulo serão apresentados alguns detalhes de implementação do VirtualMat, bem como a metodologia adotada para avaliação da sua eficiência.

5. METODOLOGIA

5.1 Introdução

A fim de cumprir o objetivo de avaliar o potencial da RV como tecnologia assistiva para alunos com deficiência intelectual, o software VirtualMat foi testado em duas escolas inclusivas por alunos que apresentam deficiência intelectual.

Assim, este capítulo trata da metodologia adotada para realizar essa avaliação, apresentando informações referentes às suas etapas, às amostras selecionadas, aos instrumentos de coleta de dados, às hipóteses e aos métodos utilizados para análise dos dados.

5.2 Amostra

De acordo com Hair Jr. et al. (2005, p. 237), “um censo envolve a coleta de dados de todos os membros de uma população. Na maioria das situações, o censo não é exequível. Portanto, extrai-se uma amostra representativa da população”. A população à qual se refere o público que se deseja estudar são os alunos com deficiência intelectual. O procedimento de extração da amostra pode ser classificado em dois tipos: probabilístico e não-probabilístico.

A amostragem probabilística é realizada por meio da seleção aleatória de um determinado número de indivíduos de uma população, sendo que seus resultados podem ser generalizados para a população alvo com um determinado nível de segurança (HAIR JR. et al., 2005). Já na amostragem não-probabilística, “a seleção de elementos para a amostra não é necessariamente feita com o objetivo de ser estatisticamente representativa da população”, o que pode se dar, inclusive, por limitações por parte do pesquisador em analisar ou compor uma amostra deste nível. A característica da amostragem não-probabilística está no pesquisador basear-se em métodos como sua experiência pessoal e o conhecimento de especialistas da área para a composição da amostra a ser analisada. Assim, a generalização dos resultados obtidos com a pesquisa não pode ocorrer da mesma maneira com a qual se pode fazer com a amostragem probabilística. Mas isso, contudo, não invalida resultados obtidos com amostragens não-

probabilísticas que, geralmente, são adotadas em pesquisas exploratórias e nada impede que tais evidências possam ser complementadas por pesquisas futuras.

Nestes termos, o tipo de amostragem utilizado nesta pesquisa caracteriza-se como não-probabilístico, sendo, especificamente, denominado de amostragem por conveniência. Nesta sub-categoria, há a “seleção de elementos da amostra que estejam mais disponíveis para tomar parte do estudo e que podem oferecer informações necessárias” (HAIR JR. et al., 2005, p. 247). As escolas escolhidas para a realização deste estudo foram aquelas que estavam com acesso disponível e permitido à pesquisadora, o que caracterizou a seleção como não-probabilística, por conveniência. A característica exploratória e inovadora desta pesquisa auxilia na justificativa de se trabalhar com uma amostra por conveniência e seus resultados, com cautela, podem ser estendidos também a outras realidades.

Assim, para realizar os testes com o ambiente virtual desenvolvido foram selecionadas duas escolas da rede municipal de ensino fundamental, situadas na zona urbana de Uberlândia/MG. Essas escolas foram selecionadas por possuírem sala de recursos multifuncionais e, em seu corpo discente, alunos com deficiência intelectual. Em cada uma dessas escolas, foram selecionados alunos com deficiência intelectual matriculados entre o primeiro e o quinto anos. Ao todo, 15 alunos com idade entre 7 e 22 anos fizeram parte desse estudo, sendo nove alunos da primeira escola e seis da segunda. Também fizeram parte da pesquisa seis professoras que atendem esses alunos nos horários previstos para o Atendimento Educacional Especializado.

5.3 Instrumento de coleta de dados

Para a realização deste trabalho foram elaborados dois questionários: um sobre os alunos e outro sobre os professores.

O questionário sobre os alunos, que pode ser visto no Apêndice B, possui 28 questões, sendo 5 a respeito de informações gerais sobre o aluno, 8 a respeito do perfil do aluno e 15 a respeito das habilidades e conhecimentos lógico-matemáticos. A elaboração desse questionário contou com a opinião de uma profissional com mais de 15 anos de experiência na área da educação especial.

A parte do questionário utilizada para quantificar os construtos referentes às habilidades e conhecimentos lógico-matemáticos dos alunos foi elaborada com base em

uma revisão da literatura sobre o ensino de Matemática, já que estas serão as habilidades e conhecimentos que serão explorados pelo VirtualMat. O questionário foi respondido pelos professores do AEE que trabalham diretamente com alunos que apresentam deficiência intelectual. Para cada habilidade ou conhecimento o professor deu uma pontuação com base em uma escala Likert de 5 pontos em que 1 representa “Discordo Fortemente” e 5 representa “Concordo Fortemente”.

Uma escala Likert é uma escala intervalar que utiliza números para classificar objetos ou eventos de modo que a distância entre os números é igual. Esse tipo de escala foi escolhido, pois os dados obtidos utilizando-se uma escala intervalar são passíveis de serem submetidos a cálculos mais sofisticados (média, desvio-padrão, teste t etc) do que os dados obtidos com o uso de outros tipos de escalas (nominais ou ordinais, por exemplo) (HAIR JR. et al., 2005).

Com o objetivo de complementar os resultados do trabalho, além das informações sobre os alunos, foram coletadas informações sobre os professores. O questionário sobre os professores pode ser visto no Apêndice A.

5.4 Etapas

As etapas seguidas para avaliar/testar a eficiência do VirtualMat nas escolas foram:

- 1) Apresentação da proposta de pesquisa, esclarecimentos quanto a sua importância e o convite às professoras e aos pais (ou responsáveis) para que seus filhos sejam colaboradores.
- 2) Explicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndices E e F) e recolhimento de assinaturas dos pais e das professoras;
- 3) Aplicação de um questionário (Apêndice A) com o objetivo de conhecer o perfil das professoras e a experiência que elas possuem no trabalho com crianças que apresentam deficiência intelectual;
- 4) Aplicação de um questionário (Apêndice B), com as professoras a respeito de cada aluno, com o objetivo de traçar o perfil dos alunos colaboradores e quantificar seus conhecimentos prévios a respeito dos conceitos lógico-matemáticos que podem ser explorados durante o uso do VirtualMat;
- 5) Apresentação e Treinamento do VirtualMat com as professoras;

6) Utilização do sistema nas escolas com encontros periódicos, durante os meses Junho/2011, Agosto/2011 e Setembro/2011 na primeira escola e Outubro/2011, Novembro/2011, Dezembro/2011 na segunda escola;

7) Reaplicação do questionário (Apêndice B) com as professoras (não sendo permitida a consulta ao primeiro questionário respondido), visando quantificar o conhecimento dos alunos a respeito de aspectos lógico-matemáticos após o período de uso do VirtualMat.

8) Comparação e análise dos resultados dos questionários obtidos antes e após a utilização do sistema na escola.

Vale destacar que o projeto de pesquisa, no que se refere ao uso do software nas escolas e à aplicação de questionários com os professores, foi aprovado tanto pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Uberlândia (Anexo I), quanto pela Secretaria Municipal de Educação.

5.5 Hipóteses

Conforme apresentado anteriormente, antes e após o período de uso do VirtualMat nas escolas, os professores responderam ao questionário referente às habilidades e conhecimentos apresentados por cada aluno (Apêndice B). A média da pontuação de cada aluno e a média geral da pontuação de todos os alunos foram calculadas antes do uso do sistema e após o seu uso. A fim de atender o objetivo deste trabalho, foram formuladas duas hipóteses:

- H_0 : A pontuação média geral após a utilização do ambiente virtual será menor ou igual à alcançada antes da utilização do mesmo.
- H_1 : A pontuação média geral após a utilização do ambiente virtual será maior que a alcançada antes da utilização do mesmo.

A hipótese nula H_0 representa uma expressão contrária àquilo que se deseja verificar. O que se espera, portanto, como resultado do trabalho experimental, é rejeitar a hipótese nula H_0 .

5.6 Métodos de Análise

O método utilizado para avaliar a eficiência do VirtualMat apresentou uma abordagem tanto quantitativa, quanto qualitativa.

Uma abordagem quantitativa é aquela em que são empregados instrumentos estatísticos no tratamento dos dados (RAUPP; BEUREN, 2009). Nessa pesquisa, a comparação entre as médias obtidas antes e após o uso do VirtualMat foi formalizada com base no teste t para diferença entre médias, sendo os dados considerados como amostras relacionadas (ou dependentes), pois cada aluno produz um par de valores de dados (nota nas habilidades antes e depois do uso do software), permitindo sua comparação média, entre habilidades e entre alunos (ANDERSON; SWEENEY; WILLIAMS, 2007). O nível de significância foi considerado como 5%, pois é este o parâmetro comumente adotado em trabalhos acadêmicos que envolvem testes estatísticos (HAIR JR et al, 2005). Além do teste t foram utilizadas estatísticas descritivas para análises exploratórias.

Na etapa qualitativa, foi realizada a observação que, conforme descrevem Marconi e Lakatos (2010), consiste em um elemento básico da investigação científica, utilizado na pesquisa de campo. Este método “não consiste apenas em ver ou ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar” (MARCONI e LAKATOS, 2010, p.76). Ainda segundo os autores, este método obriga o pesquisador a um contato mais direto com a realidade analisada, o que é coerente com o objetivo de se testar um software por meio da análise da interação entre ele e seus usuários. Para tornar mais formal o processo de observação, foi realizado, sistematicamente, o registro dos fatos ocorridos durante a aplicação do software. Esse conjunto de anotações foi, posteriormente, reunido para relato no presente estudo, buscando-se auxiliar a discussão teórica com a prática observada e os resultados dos testes estatísticos.

6. RESULTADOS

6.1 Introdução

No capítulo anterior, foi apresentada a metodologia utilizada para testar a eficiência do VirtualMat e, conseqüentemente, avaliar o potencial da Realidade Virtual como tecnologia assistiva para alunos com deficiência intelectual.

Neste capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados dessa avaliação.

6.1 Descrição das Escolas e Professoras

A primeira escola (E1), onde foram realizados os testes, é uma escola de ensino fundamental situada na zona urbana de Uberlândia e que oferece o AEE. O AEE da escola conta com duas professoras (P1 e P2) que atendem os alunos com deficiência em turnos diferentes (uma de manhã e a outra à tarde). Na sala de Recursos Multifuncionais da escola há 2 computadores que são de uso exclusivo do AEE. A escola possui, aproximadamente, 1300 alunos matriculados entre o 1º e o 9º anos. Desses, 36 alunos apresentam algum tipo de deficiência e participam do AEE. Ao todo, 13 alunos apresentam deficiência intelectual sendo 9 alunos cursando entre o 1º e o 5º anos e 4 alunos cursando entre o 6º e o 9º anos.

A segunda escola (E2) é uma escola de educação infantil e ensino fundamental situada na zona urbana de Uberlândia e que também oferece o AEE. O AEE da escola conta com quatro professoras (P3, P4, P5 e P6) que atendem os alunos com deficiência em turnos diferentes (duas de manhã e duas à tarde). Na sala de Recursos Multifuncionais há 1 computador de uso exclusivo do AEE. O computador, por ser único e não estar em boas condições de uso, se constituiu em um dos empecilhos para a realização da pesquisa, já que foi necessário atender um aluno de cada vez em um notebook pessoal da pesquisadora. Ao todo, a escola possui 1010 alunos matriculados. Destes, 42 alunos apresentam algum tipo de deficiência e participam do AEE, sendo que 22 apresentam deficiência intelectual.

Ressalta-se que ambas as escolas foram visitadas nos dois turnos e que a utilização do sistema ocorreu nas salas de recursos multifuncionais. Além disso, as duas professoras da primeira escola e as quatro da segunda escola participaram da pesquisa.

No Quadro 6 a seguir são apresentadas algumas das características das professoras.

Professora	Escola	1.1	1.4	1.5	1.7	1.8
P1	E1	45	P1	S	20	15
P2	E1	45	P2	S	21	16
P3	E2	48	P2	S	15	14
P4	E2	53	P1	S	25	18
P5	E2	48	P1	S	15	13
P6	E2	57	P2	S	22	10

Legenda:

1.1 - Idade (anos)

1.4 - Formação Acadêmica (P1- Pedagogia; P2 - Outra formação além da Pedagogia)

1.5 - Tem Especialização? (S-Sim; N-Não)

1.7 - Tempo de Experiência no Magistério (Anos)

1.8 - Tempo de Experiência com o aluno com Deficiência Mental (Anos)

Quadro 6: Características das professoras

É possível verificar no quadro anterior, a experiência de todas as professoras tanto no magistério, quanto no trabalho com alunos com deficiência intelectual especificamente.

6.2 Descrição dos Alunos

Ao todo, 15 alunos com Deficiência Intelectual participaram da pesquisa, sendo 9 alunos (A1, A2,..., A9) da primeira escola e 6 alunos (A10, A11,..., A15) da segunda. Esses alunos foram selecionados por representar o público alvo do VirtualMat (alunos com dificuldades relacionadas as habilidades exploradas pelo VirtualMat).

O Quadro 7 a seguir apresenta as características dos alunos. Nesse quadro, é possível observar a heterogeneidade da amostra pesquisada, já que há uma variação de idade (7 a 22 anos), ano que os alunos estão cursando (1º ao 5º), comportamento e limitações.

Aluno	Escola	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
A1	E1	M	11	3	A	A	S	N	S	N	N	S
A2	E1	M	14	5	C	N	A	A	S	N	S	S
A3	E1	M	11	3	C	S	S	A	A	S	S	A
A4	E1	F	22	2	I	A	S	A	S	S	S	A
A5	E1	F	13	2	I	S	S	S	A	N	S	S
A6	E1	M	13	4	A	A	A	S	A	N	N	S
A7	E1	F	16	4	C	S	A	S	S	N	S	S
A8	E1	M	13	4	C	S	S	S	S	N	N	S
A9	E1	F	22	1	C	S	S	S	S	N	N	A
A10	E2	M	9	3	C	S	A	N	S	N	N	S
A11	E2	F	7	1	C	S	S	S	N	N	S	N
A12	E2	M	7	1	A	N	S	N	S	S	S	N
A13	E2	F	8	2	A	S	S	N	A	N	S	S
A14	E2	F	11	3	C	S	S	S	S	N	N	S
A15	E2	F	14	4	I	S	S	N	S	N	N	S

Legenda:

1.1 - Sexo (M-Masculino, F-Feminino)

1.2 - Idade (anos)

1.3 - Ano que está cursando

2.1 - O aluno apresenta comportamento calmo ou agitado? (C-Calmo; A-Agitado; I - Intermediário)

2.2 - O aluno demonstra interesse pelas atividades trabalhadas? (S-Sim; N-Não; A-Às Vezes)

2.3 - O aluno se interage com os colegas? (S-Sim; N-Não; A-Às Vezes)

2.4 - O aluno consegue se concentrar nas atividades? (S-Sim; N-Não; A-Às Vezes)

2.5 - O aluno consegue estabelecer um diálogo? (S-Sim; N-Não; A-Às Vezes)

2.6 - O aluno apresenta alguma dificuldade motora? (S-Sim; N-Não)

2.7 - O aluno apresenta alguma dificuldade de linguagem? (S-Sim; N-Não)

2.8 - O aluno tem independência nas Atividades da Vida Diária? (S-Sim; N-Não; A-Às Vezes)

Quadro 7: Características dos alunos

Os gráficos das Figuras 15 a Figura 29, a seguir, mostram as notas atribuídas pelas professoras antes e depois do período de testes. Cada gráfico representa as notas de um aluno específico para cada habilidade. As habilidades referem-se aos 15 itens presentes na terceira parte do questionário sobre os alunos (Apêndice B). As duas últimas colunas se referem à média das habilidades, antes e após o uso do sistema.

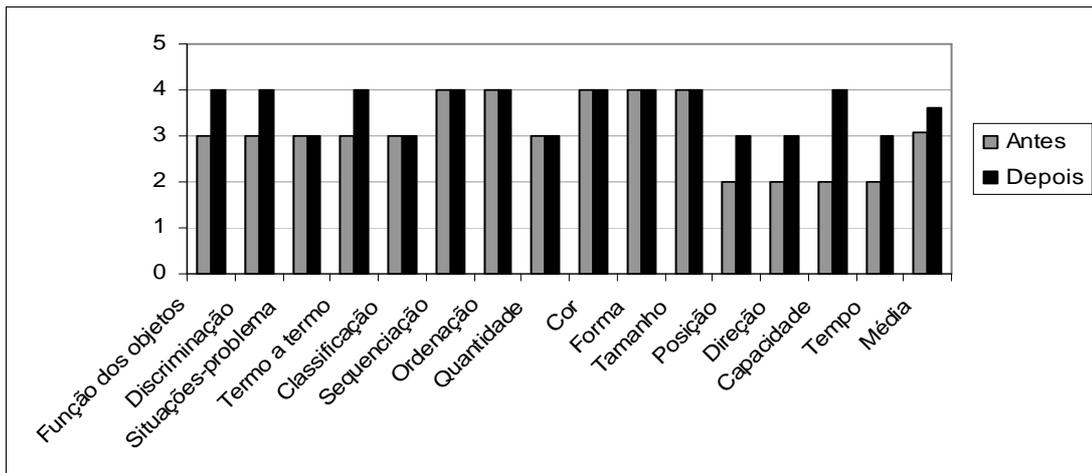


Figura 15: Pontuação do aluno A1, das habilidades antes e após o uso do software

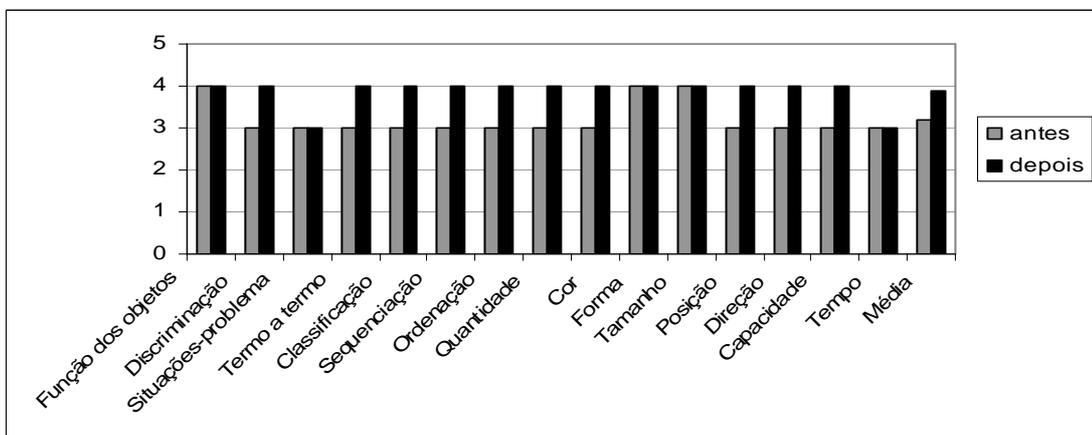


Figura 16: Pontuação do aluno A2, das habilidades antes e após o uso do software

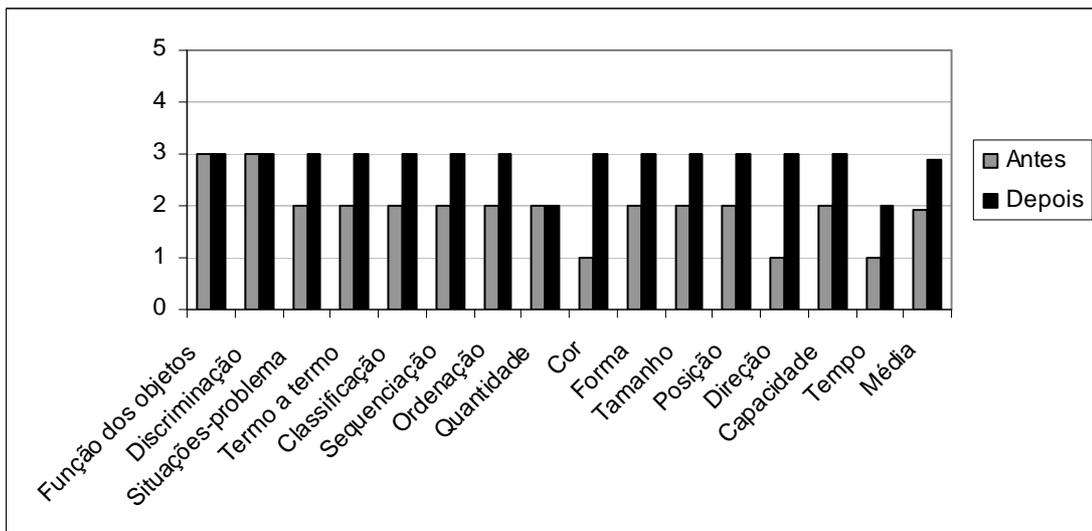


Figura 17: Pontuação do aluno A3, das habilidades antes e após o uso do software

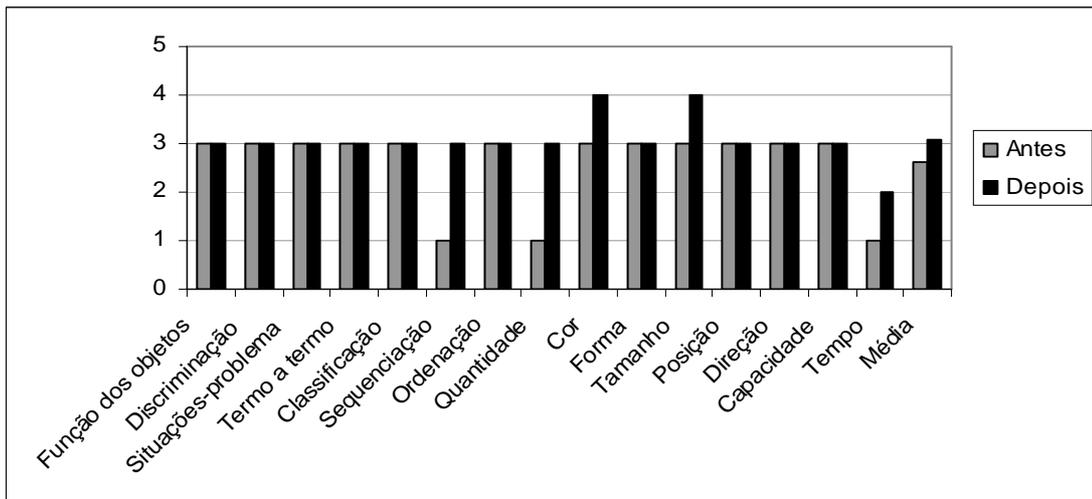


Figura 18: Pontuação do aluno A4, das habilidades antes e após o uso do software

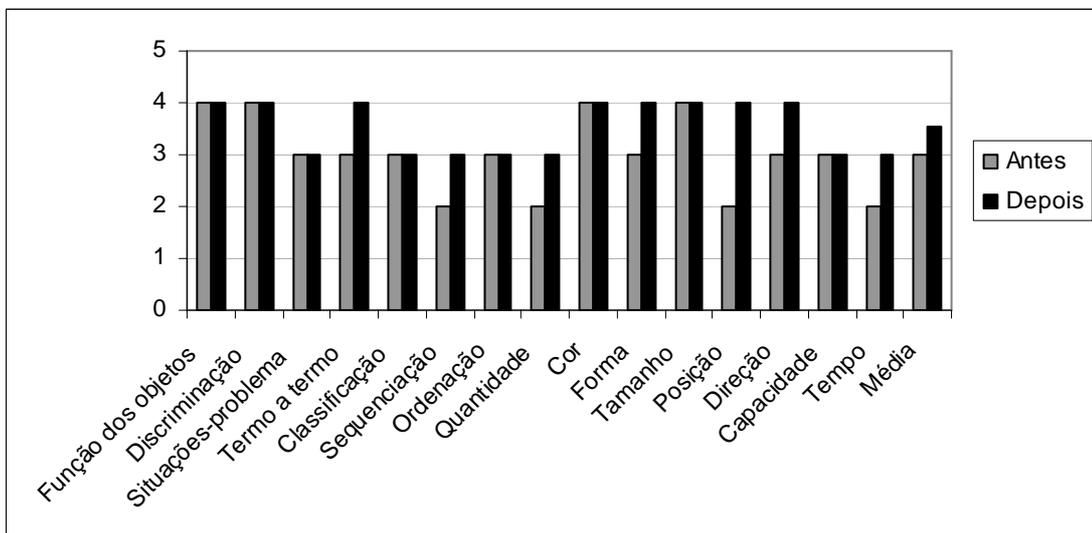


Figura 19: Pontuação do aluno A5, das habilidades antes e após o uso do software

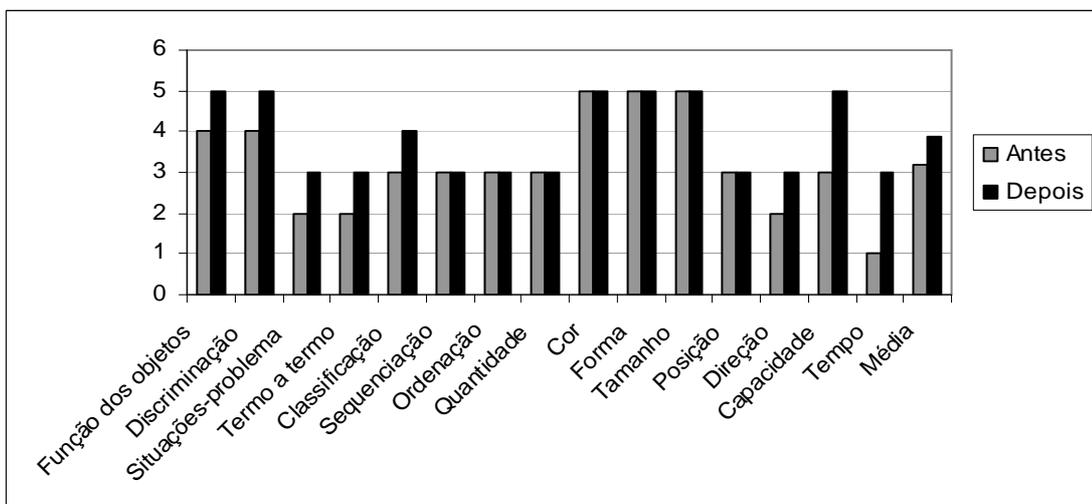


Figura 20: Pontuação do aluno A6, das habilidades antes e após o uso do software

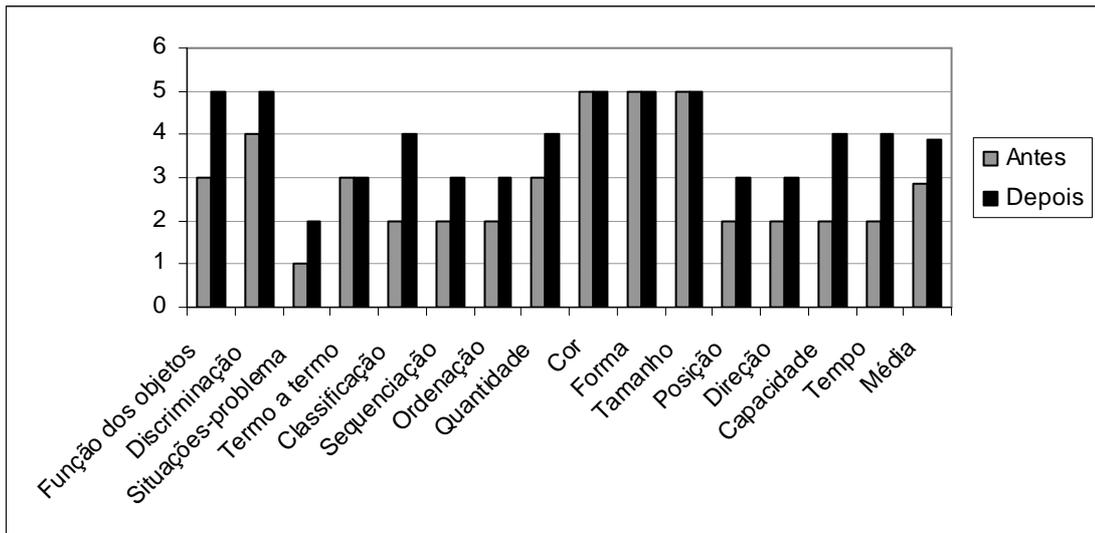


Figura 21: Pontuação do aluno A7, das habilidades antes e após o uso do software

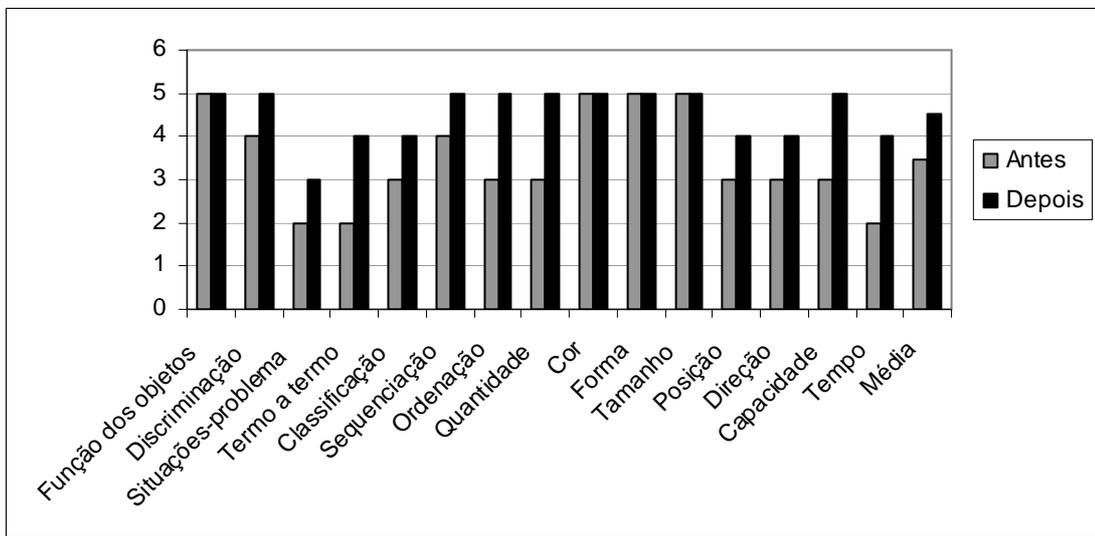


Figura 22: Pontuação do aluno A8, das habilidades antes e após o uso do software

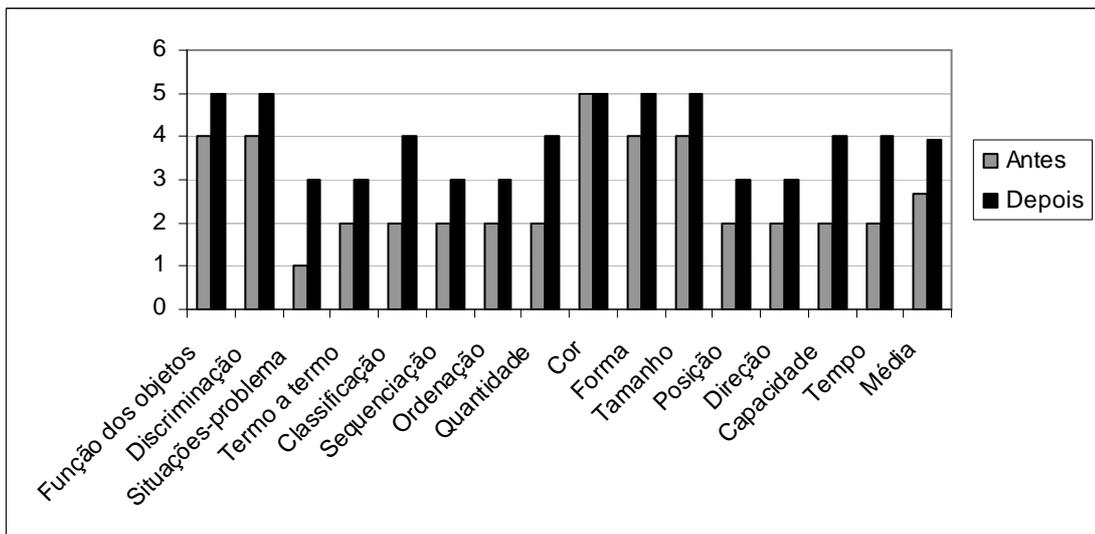


Figura 23: Pontuação do aluno A9, das habilidades antes e após o uso do software

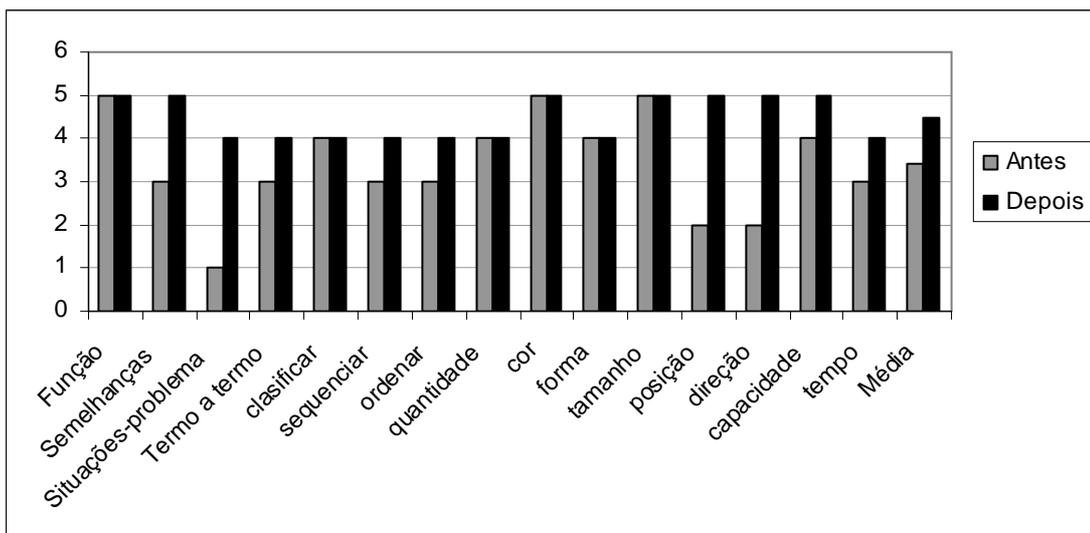


Figura 24: Pontuação do aluno A10, das habilidades antes e após o uso do software

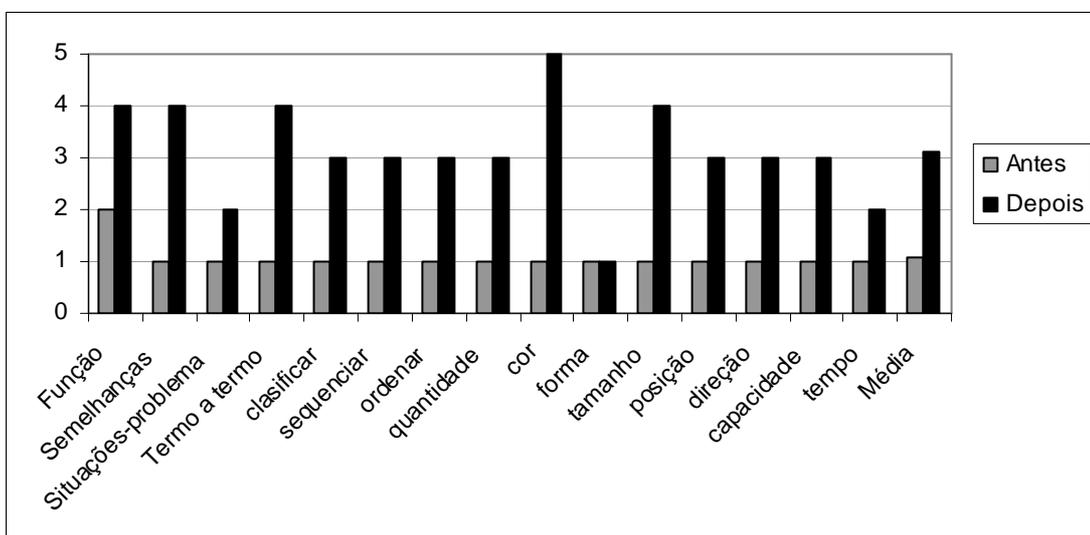


Figura 25: Pontuação do aluno A11, das habilidades antes e após o uso do software

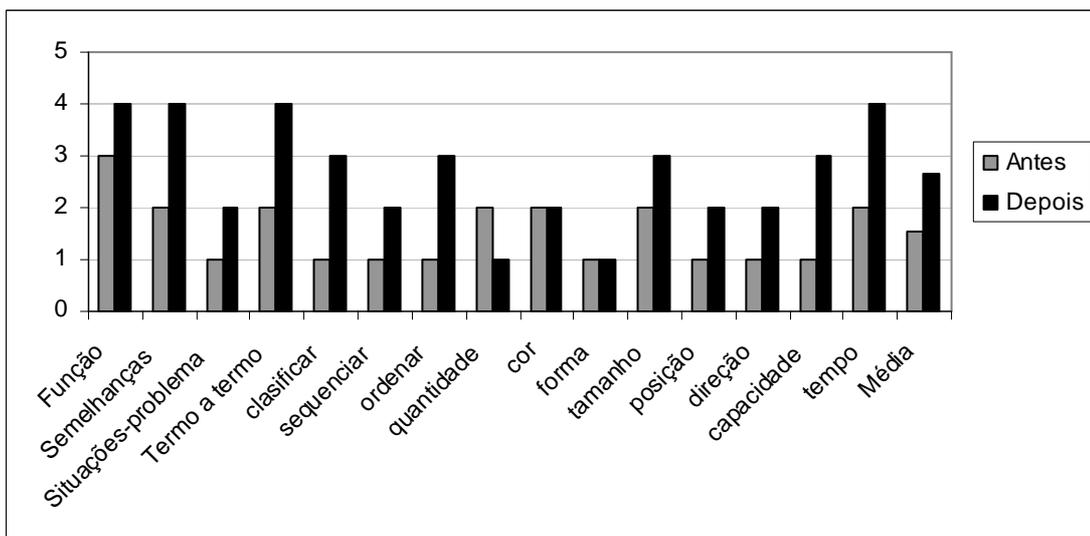


Figura 26: Pontuação do aluno A12, das habilidades antes e após o uso do software

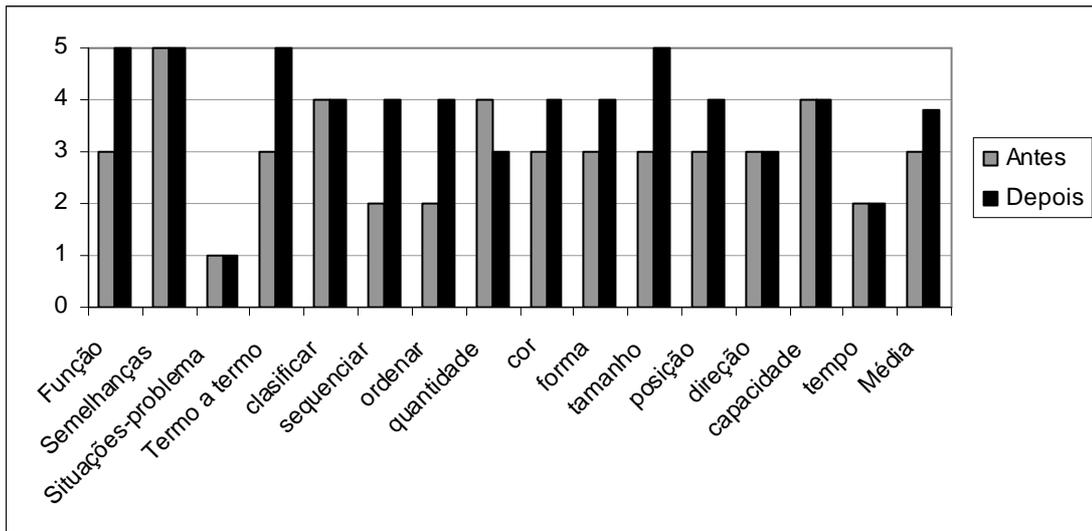


Figura 27: Pontuação do aluno A13, das habilidades antes e após o uso do software

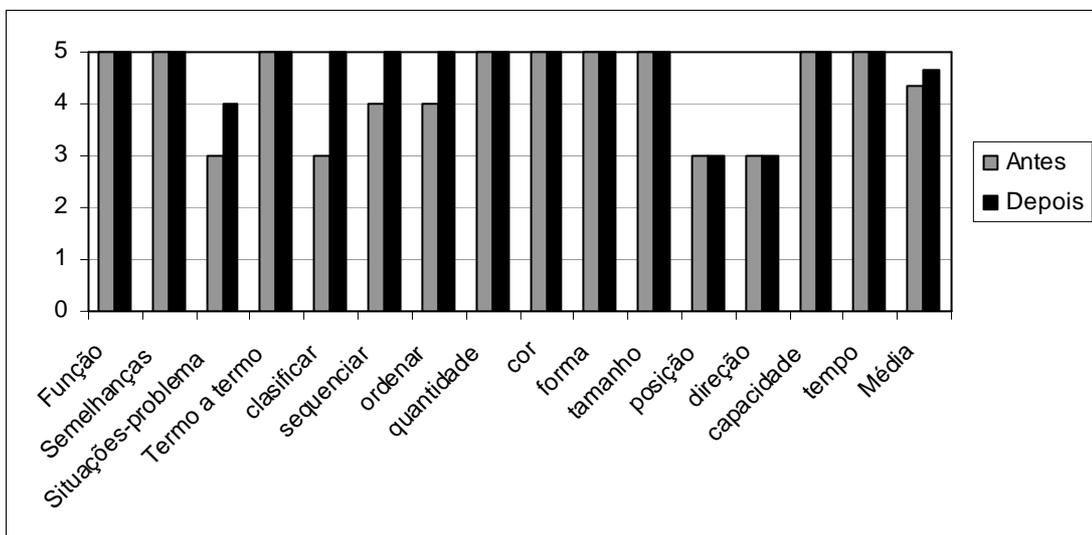


Figura 28: Pontuação do aluno A14, das habilidades antes e após o uso do software

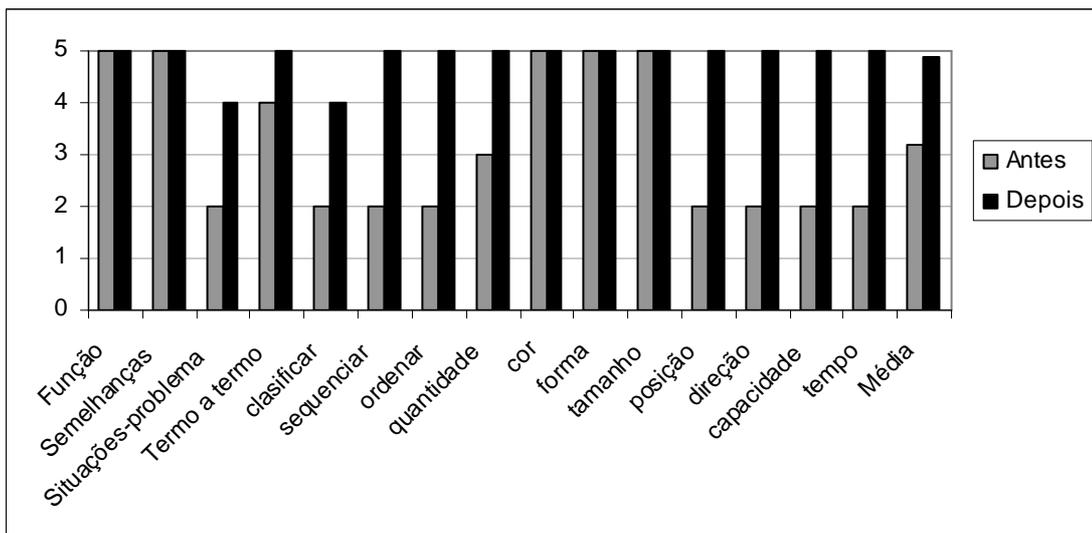
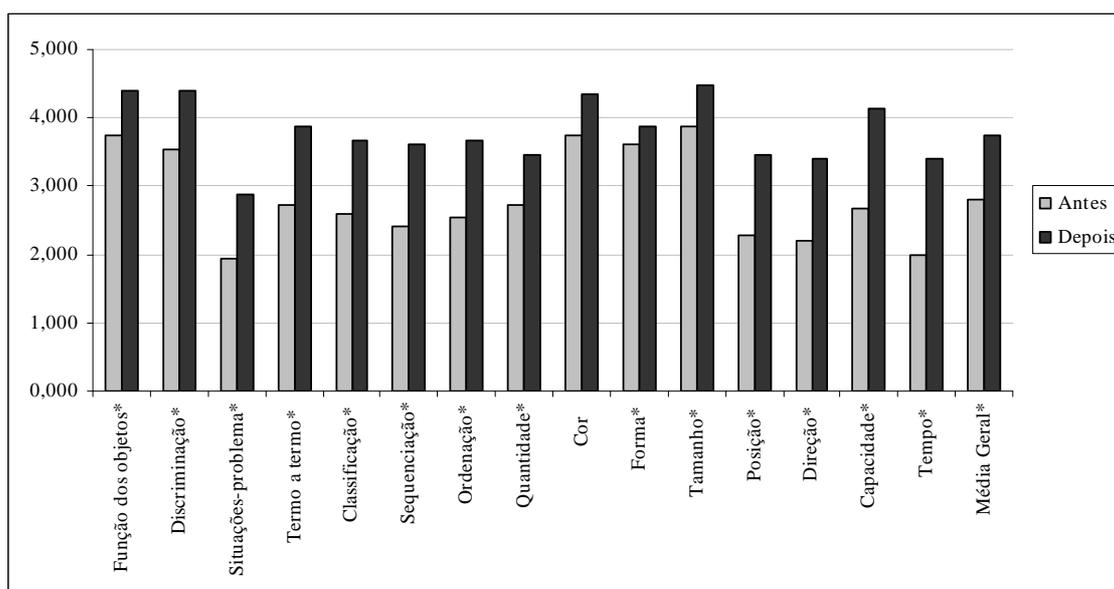


Figura 29: Pontuação do aluno A15, das habilidades antes e após o uso do software

Com base nos gráficos é possível verificar que apesar da heterogeneidade da amostra de alunos pesquisados, todos tiveram um aumento em suas médias. Isso corrobora a afirmação de que a Realidade Virtual pode atender as necessidades de pessoas com diferentes níveis de alfabetização, linguagem, capacidades físicas e cognitivas (McCOMAS; PIVIK; LAFLAMME, 1998).

6.3 Resultados da Análise Quantitativa

A Figura 30, a seguir, descreve os resultados para a análise das habilidades médias dos alunos antes e após a utilização do VirtualMat. As duas últimas colunas se referem às médias gerais, antes e após o uso do sistema.



Notas: as habilidades destacadas referem-se aos 15 itens presentes no questionário, que tiveram por objetivo medir o conhecimento dos alunos antes e após o uso do VirtualMat. *As habilidades cujo teste de diferença de médias foi significativo ao nível de 5% estão acompanhadas de um asterisco em sua denominação. Para a habilidade “cor”, a diferença foi estatisticamente significativa para o nível de 10%.

Figura 30: Habilidades médias para o grupo de alunos analisados

A fim de complementar as informações disponíveis na Figura 30, foi elaborada a Tabela 1 a seguir, que apresenta os resultados da aplicação do teste t por habilidade.

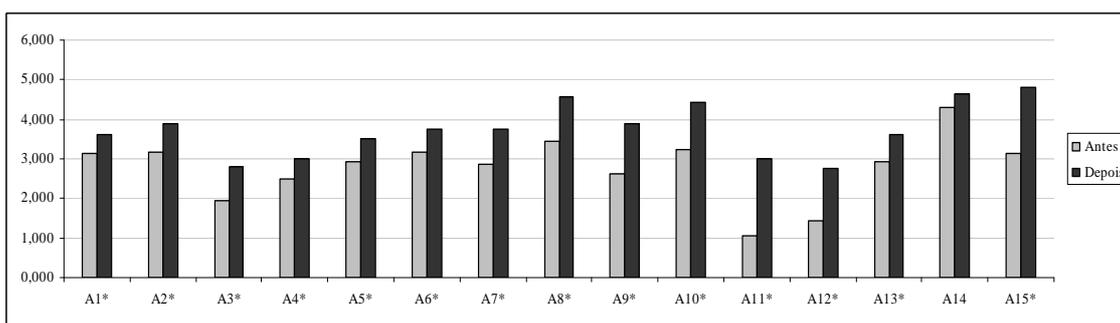
Tabela 1: Resultados do teste-t por habilidade

Habilidades	Momento	Média	Desv. Pad.	Estatística t	Significância
Função	Antes	3,733	0,961	-3,162	0,007 ***
	Depois	4,400	0,737		
Discriminação	Antes	3,533	1,125	-3,666	0,003 ***
	Depois	4,400	0,737		
Situações Problema	Antes	1,933	0,884	-4,090	0,001 ***
	Depois	2,867	0,834		
Termo a Termo	Antes	2,733	0,961	-5,264	0,000 ***
	Depois	3,867	0,743		
Classificação	Antes	2,600	0,910	-4,675	0,000 ***
	Depois	3,667	0,617		
Sequenciação	Antes	2,400	1,056	-6,000	0,000 ***
	Depois	3,600	0,910		
Ordenação	Antes	2,533	0,915	-4,795	0,000 ***
	Depois	3,667	0,816		
Quantidade	Antes	2,733	1,100	-2,582	0,022 **
	Depois	3,467	1,125		
Cor	Antes	3,733	1,486	-2,073	0,057 *
	Depois	4,333	0,900		
Forma	Antes	3,600	1,404	-2,256	0,041 **
	Depois	3,867	1,356		
Tamanho	Antes	3,867	1,356	-2,553	0,023 **
	Depois	4,467	0,743		
Posição	Antes	2,267	0,704	-4,938	0,000 ***
	Depois	3,467	0,834		
Direção	Antes	2,200	0,775	-4,938	0,000 ***
	Depois	3,400	0,828		
Capacidade	Antes	2,667	1,113	-5,292	0,000 ***
	Depois	4,000	0,845		
Tempo	Antes	2,067	1,033	-5,551	0,000 ***
	Depois	3,333	1,047		
Média	Antes	2,840	0,812	-7,832	0,000 ***
	Depois	3,787	0,662		

Notas: *** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; * Significativo a 10%.

Conforme indicam a Figura 30 e a Tabela 1, as notas médias dos alunos após a utilização do software, para todas as habilidades levadas em consideração, foram maiores do que as notas médias antes da utilização do VirtualMat. Ao se aplicar o teste-t, foi constatado que essa diferença, para 14 das 15 habilidades (assim como para a média geral), foi estatisticamente significativa para o nível de 5%. Há de se destacar que, para a habilidade “Cor” cuja diferença não foi estatisticamente significativa ao nível de 5%, os alunos já possuíam, relativamente, uma nota alta na primeira avaliação. Mesmo assim, houve aumento em sua média e a diferença foi estatisticamente significativa ao nível de 10%, conforme mostrado na Tabela 1.

Já a Figura 31 e a Tabela 2 mostram as médias obtidas por aluno antes e após a utilização do VirtualMat, juntamente com os resultados do teste t.



Notas: as barras do gráfico se referem à nota média por aluno para as 15 habilidades. *Os alunos cujo teste de diferença de médias foi significativo ao nível de 5% estão acompanhados de um asterisco. Para o Aluno 14, a diferença foi significativa ao nível de 10%.

Figura 31: Média, por aluno, das habilidades antes e após o uso do software

Tabela 2: Resultados do teste-t por aluno

Alunos	Momento	Média	Desv. Pad.	Estatística t	Significância
A1	Antes	3,133	0,915	-3,228	0,006 ***
	Depois	3,667	0,617		
A2	Antes	3,200	0,414	-5,292	0,000 ***
	Depois	3,867	0,352		
A3	Antes	1,933	0,594	-6,089	0,000 ***
	Depois	2,867	0,352		
A4	Antes	2,600	0,828	-2,432	0,029 **
	Depois	3,067	0,458		
A5	Antes	3,000	0,756	-3,228	0,006 ***
	Depois	3,533	0,516		
A6	Antes	3,200	1,207	-3,568	0,003 ***
	Depois	3,867	0,990		
A7	Antes	2,867	1,302	-5,123	0,000 ***
	Depois	3,867	0,990		
A8	Antes	3,467	1,125	-5,172	0,000 ***
	Depois	4,533	0,640		
A9	Antes	2,667	1,175	-8,264	0,000 ***
	Depois	3,933	0,884		
A10	Antes	3,400	1,183	-3,552	0,003 ***
	Depois	4,467	0,516		
A11	Antes	1,067	0,258	-8,328	0,000 ***
	Depois	3,133	0,990		
A12	Antes	1,533	0,640	-4,795	0,000 ***
	Depois	2,667	1,047		
A13	Antes	3,000	1,000	-3,055	0,009 ***
	Depois	3,800	1,146		
A14	Antes	4,333	0,900	-2,092	0,055 *
	Depois	4,667	0,724		
A15	Antes	3,200	1,424	-4,799	0,000 ***
	Depois	4,867	0,352		
Média	Antes	2,840	0,669	-11,756	0,000 ***
	Depois	3,787	0,466		

Notas: *** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; * Significativo a 10%

É possível observar na Figura 32 e na Tabela 2, que as notas médias de todos os alunos, após a utilização do software, foram maiores do que as notas médias antes de sua utilização. Ao se aplicar o teste-t, constatou-se que essa diferença, para 14 dos 15 alunos, foi estatisticamente significativa, ao nível de 5%. Ressalta-se que, o único aluno (A14) cuja diferença não foi estatisticamente significativa ao nível de 5%, já possuía relativamente uma nota alta na primeira avaliação. Mesmo assim, houve um aumento em sua média e a diferença foi estatisticamente significativa ao nível de 10%, conforme mostrado na tabela 2.

Com base nesses resultados, verifica-se que a hipótese H1 elaborada neste trabalho pôde ser confirmada, ou seja, a pontuação média geral após a utilização do ambiente virtual foi maior que a alcançada antes da utilização do mesmo.

Com o objetivo de analisar as mudanças ocorridas no desvio-padrão das notas apresentadas pelos alunos antes e depois do uso do VirtualMat, foi elaborado o gráfico da Figura 32.

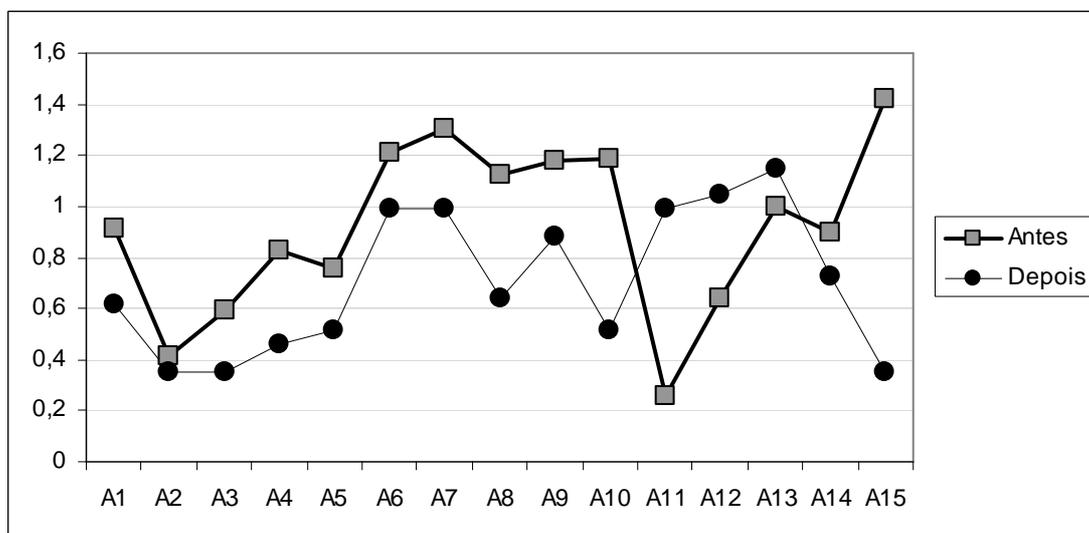


Figura 32: Desvio-padrão por aluno antes e depois do uso do VirtualMat

Analisando-se o gráfico é possível perceber que houve uma diminuição do desvio padrão das notas de 12 dos 15 alunos. Isso indica que antes dos testes havia uma maior dispersão das notas atribuídas para as habilidades (notas altas para algumas habilidades e notas baixas para outras). Com o aumento das notas das habilidades que antes estavam menos desenvolvidas, a dispersão diminuiu, já que os alunos passaram a apresentar notas mais uniformes para todas as habilidades.

No caso dos alunos A11, A12 e A13, ocorreu o contrário, ou seja, houve um aumento do desvio padrão das suas notas. Isso ocorreu porque as notas atribuídas para as habilidades antes dos testes eram baixas e estavam concentradas. Com o desenvolvimento de algumas das habilidades, os alunos passaram a apresentar notas mais dispersas (notas altas para algumas habilidades e baixas para outras).

Os resultados da análise quantitativa apontam, portanto, indícios de que a utilização do VirtualMat apresentou uma contribuição significativa para que os alunos aprendessem/fixassem conceitos lógico-matemáticos que, pelos métodos tradicionais de ensino, ainda não tinham sido fixados.

Ressalta-se que com base nas respostas dadas pelas professoras nos questionários antes da utilização do VirtualMat nas escolas, foi possível identificar as habilidades e conceitos ainda não dominados pelos alunos. Assim, durante o período de uso do VirtualMat, as professoras e esta pesquisadora mediarão o uso do sistema buscando intervir na Zona de Desenvolvimento Proximal (OLIVEIRA, 1997) dos alunos, com o objetivo de explorar, principalmente, os conceitos e habilidades que ainda não haviam sido apreendidos por eles. Esse foi um dos fatores que influenciaram para que o VirtualMat contribuísse de forma significativa com a aprendizagem dos alunos, o que reforça a importância da mediação de pessoas mais experientes para que determinadas competências dos alunos possam ser desenvolvidas e se transformem em conquistas consolidadas (OLIVEIRA, 1997; GÓES, 2002).

6.4 Resultados da Análise Qualitativa

Como mencionado anteriormente, o Software VirtualMat foi utilizado nas escolas por um período de 3 meses. Cada sessão teve uma duração de aproximadamente 50 minutos, sendo que em média cada aluno utilizou o sistema por 6 sessões. A pesquisadora esteve presente em todas as sessões, realizando anotações sobre os fatos ocorridos durante o uso do ambiente virtual.

Com base nas anotações decorrentes das observações, constatou-se que, de maneira geral, tanto as professoras quanto os alunos se mostraram dispostos e motivados para utilizar o sistema. Entretanto, foi verificado que algumas professoras se engajaram mais no processo.

Segundo a professora P1, os alunos com deficiência intelectual demonstram grande interesse por atividades realizadas no computador. Quanto à sua opinião sobre o VirtualMat, a mesma disse considerá-lo uma ferramenta excelente para trabalhar os conceitos lógico-matemáticos. Segundo ela, uma das principais dificuldades do trabalho com os alunos com deficiência intelectual se refere justamente ao ensino de conteúdos do ensino regular (tais como a Matemática e a Língua Portuguesa). Segundo esta profissional, o VirtualMat contribui nesse sentido.

A professora P3, que inclusive, na época da pesquisa, estava realizando um curso do MEC sobre Tecnologias Assistivas e, por isso, parecia estar bem atualizada sobre os recursos disponíveis no mercado para deficiência, informou que conhece poucos recursos tecnológicos para o trabalho com alunos com deficiência intelectual. A mesma disse ter acesso a vários recursos, mas nenhum deles é específico para deficiência intelectual. A resposta da professora, quando perguntada a respeito do uso de recursos tecnológicos para o trabalho com o aluno com deficiência intelectual (Pergunta 2.6 do questionário disponível no Apêndice A), foi: “Conheço poucos. Tenho acesso a vários outros na prática para deficiências física, visual e auditiva”. Isso confirma a afirmação feita por Oliveira e Soeira (2009) de que a maior parte das tecnologias está disponível para alunos com deficiências física, visual e auditiva. São raras as tecnologias assistivas voltadas especificamente para alunos com deficiência intelectual.

Essa carência de recursos também pôde ser observada tanto nas respostas das profissionais que validaram o sistema (Apêndices C e D) quanto das professoras A4 e A5 que apontaram em seus questionários que as suas maiores dificuldades no trabalho com deficiência intelectual é a de encontrar recursos que facilitem o processo de memorização para que os alunos possam reter/fixar os conteúdos.

Com relação aos alunos, foi observado que embora todos tenham demonstrado motivação para utilizar o sistema, os alunos mais novos (abaixo de 10 anos de idade) fizeram mais comentários de entusiasmo em relação ao seu uso. Eles queriam explorar o ambiente, conhecer a casa, a cidade, perguntavam se poderiam entrar nas outras casas, andar nos carros etc.

Também foi observado que os alunos apresentaram uma dificuldade inicial ligada ao uso do mouse para navegação no ambiente. No entanto, essa dificuldade foi superada por todos os alunos na medida em que eles tiveram mais contato com o software. Já com relação às atividades propostas no sistema, os alunos não apresentaram dificuldades. Segundo a professora P2, os alunos conseguiram interagir bem com o

sistema por se tratar de algo que trabalha com assuntos referentes ao seu dia a dia, como fazer compras, andar pela rua, organizar as compras em casa etc. Além disso, conforme uma das profissionais que validou o sistema, o meio pelo qual o sistema apresenta suas informações é preciso, as imagens tridimensionais são nítidas e de fácil acessibilidade e o nível de exigência das atividades propostas pode ser considerado razoável em função das limitações cognitivas apresentadas por esses alunos.

Analisando-se os gráficos da Figura 32, é possível observar que a aluna A11 foi a que obteve maior diferença entre as médias antes e após o uso do software. Nesse caso específico, foi observado que o VirtualMat contribuiu não apenas para que a aluna desenvolvesse suas habilidades, mas também para que a mesma demonstrasse os conhecimentos já adquiridos. Foi observado que em uma situação formal de ensino, a aluna, por sua timidez e dificuldade de se comunicar se sentia intimidada quando alguma pergunta era feita pela professora. No entanto, ao utilizar o VirtualMat e encontrar-se em uma situação lúdica de aprendizagem, a aluna conseguia se expressar com mais facilidade, o que, inclusive, surpreendeu a professora da aluna.

Sendo assim, com base nas constatações apresentadas, entende-se que o VirtualMat contribui com a aprendizagem dos alunos com deficiência intelectual ao permitir o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático de maneira lúdica e ativa, suprimindo, pelo menos em partes, a carência de recursos nessa área.

Esses resultados confirmam a teoria de Vygotsky, segundo a qual as crianças com deficiência intelectual possuem capacidade para aprender, assim como as crianças que não apresentam deficiência. Contudo, o processo de aprendizagem das crianças com deficiência intelectual deve ser conduzido de maneira diferente, sendo necessário o uso de recursos e procedimentos especiais (VYGOTSKY, 1997; GÓES, 2002). Isso se torna ainda mais evidente quando se retorna ao resultado da aluna A11, pois conforme mencionado, o uso do VirtualMat contribuiu não apenas para que a aluna desenvolvesse suas habilidades, mas também para que a mesma se expressasse com mais facilidade.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho, foi mostrado que apesar de ser considerada como um recurso eficaz para facilitar a aprendizagem, a Realidade Virtual tem sido pouco explorada pelos educadores e instituições, principalmente, nos processos de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual. Apesar de a aprendizagem de conteúdos escolares se constituir em um dos grandes obstáculos enfrentados pelos alunos com deficiência intelectual no ensino regular, não foram encontradas na literatura pesquisas sobre a aplicação da RV como tecnologia de apoio ao ensino de tais conteúdos para esses alunos.

Visando preencher essa lacuna encontrada na literatura e levando-se em consideração que alunos com deficiência intelectual apresentam dificuldades para apreender conceitos lógico-matemáticos, este trabalho apresentou um estudo sobre o potencial da RV como tecnologia assistiva para alunos com deficiência intelectual, especialmente no ensino de conceitos lógico-matemáticos.

Para isso foi desenvolvido um ambiente virtual educativo, denominado VirtualMat, que tem como objetivo auxiliar o professor a explorar noções básicas de conceitos lógico-matemáticos com alunos que apresentam deficiência intelectual. O software foi validado por profissionais da área de educação especial e utilizado em duas escolas inclusivas por alunos com deficiência intelectual.

As análises realizadas nas Seções 6.3 e 6.4 apontam que o VirtualMat contribuiu significativamente para o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático dos alunos com deficiência intelectual. Com base nessas análises, verificou-se que a Hipótese H1 elaborada neste trabalho pôde ser confirmada, ou seja, a pontuação média geral após a utilização do ambiente virtual foi maior que a alcançada antes da utilização do mesmo.

Tais resultados apontam indícios, portanto, de que a RV possui um papel importante no processo de aprendizagem dos alunos com deficiência intelectual, sendo que as características relacionadas aos sistemas de RV (alto nível de interação, resposta realística às ações do usuário, envolvimento e possibilidade de imersão) pareceram representar fatores decisivos nesse processo. Isso demonstra a relevância, já destacada por outros autores (BELL; FOGLERL, 1995; MANTOVANI, 2003; MARINS; HAGUENAUER; CUNHA, 2007), da aplicação da RV para fins educacionais. Este

trabalho contribui com essa discussão por mostrar resultados empíricos sobre sua aplicação como Tecnologia Assistiva para alunos com deficiência intelectual.

Essa contribuição tem um papel relevante, principalmente, quando observada no cenário brasileiro, pois foi constatado que o impacto positivo que o AEE proporciona ao conhecimento/aprendizado dos alunos com deficiência intelectual pode ser ainda maior quando nesse atendimento são utilizados recursos baseados na RV.

Tal constatação confirma a afirmação feita por diversos autores (VYGOTSKY, 1997; GÓES, 2002; WESTWOOD, 2011) de que, quando os alunos com deficiência intelectual são estimulados adequadamente, sendo assistidos em suas necessidades educativas especiais por meio de recursos diferenciados, eles conseguem se desenvolver em sua aprendizagem acadêmica.

Levando-se em consideração que esses alunos formam um grupo heterogêneo e que eles apresentam diferentes estilos cognitivos, é possível também concluir que o nível de adequação que a RV apresentou nos casos estudados neste trabalho foi satisfatório. Isto vem também a corroborar com a revisão da teoria sobre o assunto (MANTOVANI, 2003; McCOMAS; PIVIK; LAFLAMME, 1998) por possuir evidências empíricas de outra realidade (processo de ensino/aprendizagem de alunos com deficiência intelectual).

Se um dos desafios da área de Computação para os próximos anos é o de promover acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento (SBC, 2006), a utilização da RV mostrou ter papel fundamental no alcance dessa meta, pois as barreiras que a deficiência intelectual impõe à Educação Inclusiva podem ter seu efeito minimizado ou neutralizado quando a RV é utilizada como tecnologia assistiva.

Entretanto, realizar um trabalho de pesquisa, no contexto proposto nesta tese, requer que alguns itens de boas práticas de gerenciamento sejam considerados. Primeiramente, destacam-se os problemas de construção do ambiente virtual. A fim de providenciar um cenário foto-realístico, uma significativa quantidade de horas de desenvolvimento para modelagem precisa ser estimada. Igualmente, há que se considerar todo o processo burocrático para autorização de utilização do VirtualMat nas escolas onde se encontram os potenciais usuários, na sua maioria, portadores de alguma necessidade. E, finalmente, a própria estrutura das salas de Atendimento Educacional Especializado que muitas vezes não estão preparadas para instalação e uso do sistema educacional a ser avaliado.

As tecnologias computacionais não seriam úteis se não houvesse pessoas necessitadas e interessadas em utilizá-las. Sendo assim, é importante ressaltar que uma das inovações

e contribuições deste trabalho é justamente a proposta de uma nova aplicação para a RV, voltada para uma parcela da população que carece de recursos pedagógicos especiais (GÓES, 2002).

Se após um período de 3 meses de uso do VirtualMat nas escolas, os resultados obtidos podem ser considerados positivos e significativos, acredita-se que com um tempo maior de utilização do VirtualMat, os resultados poderão ser ainda mais satisfatórios. Desse modo, seria interessante a realização de trabalhos adicionais com um período mais prolongado de uso do sistema (1 semestre ou 1 ano letivo, por exemplo). Também seria interessante verificar a persistência dos resultados obtidos após algum tempo de realização da pesquisa.

Como sugestão para trabalhos futuros, indica-se ainda:

- a criação de um sistema inteligente capaz de detectar a performance dos alunos;
- a aplicação de testes neuropsicológicos antes e após o uso do sistema a fim de avaliar a evolução de um conjunto de funções psicológicas superiores (memória, atenção, linguagem, raciocínio lógico etc.) dos alunos;
- a realização de um estudo sobre os benefícios e contribuições que a RV pode gerar no processo de alfabetização dos alunos com deficiência intelectual, bem como no processo de ensino-aprendizagem de outros conteúdos escolares, pois ela permite a elaboração de um ambiente virtual interativo e tridimensional que pode ser explorado também em outros contextos.

Finalmente, é preciso evidenciar que embora o trabalho desenvolvido não esgote a questão enfocada, o mesmo oferece uma contribuição para o empreendimento de novas ações com vistas à inclusão de alunos com deficiência intelectual nos sistemas regulares de ensino. Isso porque os resultados obtidos sugerem o uso de tecnologias alternativas que buscam facilitar a aprendizagem. Tais ações poderão contribuir, conseqüentemente, para a inclusão social desses alunos, preparando-os para enfrentar os desafios de uma sociedade que constantemente tem sido orientada a rever seus paradigmas e a conviver com a diversidade.

Referências

- AMES, A. L.; NADEAU, D. R.; MORELAND, J, L. **VRML 2.0 SourceBook**. 2. ed Jonh Wiley & Sons, Inc, 1997.
- ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística Aplicada à Administração e Economia**. 2ª ed.. São Paulo: Cengage Learning, 2007.
- BARILLI, E. C. V. C. **Aplicação de Métodos e Técnicas de Realidade Virtual para Apoiar Processos Educativos a Distância que Exijam o Desenvolvimento de Habilidades Motoras**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Sistemas Computacionais) 2007 262p. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- BATISTA, C. A. M; MANTOAN, M. T. E. **Educação Inclusiva: Atendimento Educacional Especializado para a Deficiência Mental**. Brasília: MEC/SEESP, 2006.
- BELL, J. T.; FOGLER, H. S. The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool. In: **Proceedings Of The American Society For Engineering Education Annual Conference**, Anaheim, CA, June 1995.
- BRANDÃO, A. et al. Semiotic Inspection of a game for children with Down syndrome. 2010. In **Proceedings of IX Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment**, November 2010.
- BYRNE, C. **Water on Tap: The Use of Virtual Reality as an Educational Tool**. Washington, 1996. Tese (Doutorado) - University of Washington.
- CARDOSO, A. **Uma Arquitetura para Elaboração de Experimentos Virtuais Interativos suportados por Realidade Virtual não-imersiva**. 2002. 163p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2002.
- CIBEC/MEC. **Inclusão: Revista da Educação Especial / Secretaria de Educação Especial**. v. 5, n. 2 (jul/dez) - Brasília: Secretaria de Educação Especial, 2010.
- COOK, A. M.; HUSSEY, S. M. **Assistive Technologies: Principles and Practices**. St Louis, Missouri, EUA. Mosby – Year Book, Inc. 1995.
- COSTA, R. M. E. M. **Ambientes virtuais na Reabilitação Cognitiva de pacientes neurológicos e psiquiátricos**. 149p. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- DANTE, L. R. **Didática da Matemática na Pré-Escola**. São Paulo: Editora Ática, 1996.
- DECHICHI, C. **Transformando o ambiente da sala de aula em um contexto promotor do desenvolvimento do aluno deficiente mental**. Tese (Doutorado). Universidade Católica de São Paulo. 2001.

DECHICHI, C.; FERREIRA, J. M. **Práticas Educacionais Inclusivas: Deficiência Mental**. Curso básico: Educação Especial e Atendimento Educacional Especializado. Unidade IV. Universidade Aberta do Brasil, 2010.

FERREIRA, L. F. G.; TAROUCO, L. R.; BECKER, F. Fazer e compreender na Realidade Virtual: em busca de alternativas para o sujeito da aprendizagem. **Novas Tecnologias na educação**. V. 1 CINTED UFRGS. nº 1, Fev/2003.

FREIRE, F. M. P. **Educação Especial e recursos da informática: superando antigas dicotomias**. Biblioteca Virtual, Textos, PROINFO/MEC, 2000, Disponível em: <<http://www.proinfo.gov.br/upload/biblioteca.cgd/197.pdf> > Acesso em 22 fev. 2012.

FREITAS, M. R. **LudosTop: Estratégia de Jogos e Realidade Virtual com vistas ao desenvolvimento do pensamento lógico-matemático**. 2008. 137p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2008.

GALVÃO FILHO, T. A.; DAMASCENO, L. L. Tecnologias Assistivas para autonomia do aluno com necessidades educacionais especiais. **INCLUSÃO - Revista da Educação Especial**. Jul/2006 - p. 25- 32.

GLAT, R. **Um enfoque educacional para a Educação Especial**. Fórum Educacional, 9 (1), pg. 88-100, 1985.

GUIMARÃES, M. S. **Avaliação do Potencial de Utilização de um Ambiente Virtual 3D para a Prática de Exercícios de Matemática por Crianças com Transtorno de Déficit de Atenção e/ou Hiperatividade**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

HAIR JR., J. F. et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em Administração**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAZARD, D.; GALVÃO FILHO, T. A.; REZENDE, A. L. A. **Inclusão digital e social de pessoas com deficiência: textos de referência para monitores de telecentros**. Brasília: UNESCO, 2007. 73p.

JANNUZZI, G. S. de M. **A luta pela educação do deficiente mental no Brasil**. Campinas: Autores Associados, 1992. 123p.

JANNUZZI, G. S. de M. **A educação do deficiente no Brasil: dos primórdios ao início do século XXI**. Campinas: Autores associados, 2004. 234p.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. A. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: _____ (org.). **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações**. Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality. Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2007.

LÁNYI, C. S. et al. Virtual Reality in Special Needs Early Education. **The International Journal of Virtual Reality**, 2006, 5(4): 55-68.

LEWIS, C.; GRIFFIN, M. Human Factors Consideration in Clinical Applications of Virtual Reality. **Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology**. Ed. Giuseppe Riva, IOS Press, 1997.

LITTLE, M. E. Teaching Mathematics: Issues and solutions **Teaching Exceptional Children Plus**, 6(1), Article 1 2009.

MANTOVANI, F. VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training. In: Riva. G; Galimberti C. (Eds.) **Towards CyberPsychology: Mind, Cognitions and Society in the Internet Age**. Amsterdam, IOS Press, © 2003 p. 208-226.

MARCONI M. de A.; LAKATOS E. M.. **Técnicas de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas. 2010

MARINS, V.; HAGUENAUER, C.; CUNHA, G. Realidade Virtual em Educação: Criando Objetos de Aprendizagem com VRML. **Colabor@ - A Revista Digital da CVA- RICESU**. 4(15), 2007.

MAZZOTTA, M. J. S. **Educação Especial no Brasil: História e políticas públicas**. 5. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

McCOMAS, J.; PIVIK, J.; LAFLAMME M.. Current uses of virtual reality for children with disabilities. **Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience**. - Ios Press: Amsterdam, Netherlands. 1998.

MEC/CNE. **PARECER CNE/CEB 17/2001** - Despacho do Ministro em 15/8/2001, publicado no Diário Oficial da União de 17/8/2001, Seção 1, p. 46.

MEC/SEESP. **Programa de Capacitação de Recursos Humanos do Ensino Fundamental: Deficiência intelectual**. Série: Atualidades Pedagógicas 3. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 1997.

MEDEIROS, E. **Desenvolvendo Software com UML 2.0 Definitivo**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2004. 264p.

MENDES, E. G. **Deficiência Mental: a construção científica de um conceito e a realidade educacional**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MIRANDA, A. A. B. **A prática pedagógica do professor de alunos com deficiência mental**. 210f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2003.

MIRANDA, A. A. B. Educação Especial no Brasil: aspectos do desenvolvimento histórico. **Cadernos de História da Educação** – n. 7 – jan./dez. 2008.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky - Aprendizado e Desenvolvimento: Um processo sócio-histórico**. 4. Ed. São Paulo: Editora Scipione, 1997. 110p.

- OLIVEIRA I.; SOEIRA E.; Software RACHAKUKA: definindo uma tecnologia assistiva para deficientes mentais. **Revista EDaPECI - Educação a Distância e Práticas Educativas Comunicacionais e Interculturais**. n°2. 2009.
- PESSOTI, I. **Deficiência Mental: da superstição à ciência**. São Paulo: T. A. Queiroz: Editora da Universidade de São Paulo, 1984.
- RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia de Pesquisa Aplicável às Ciências Sociais. In: BEUREN, I. M. (Org) **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade: Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- ROPOLI, E. A. **A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: a escola comum inclusiva / Edilene Aparecida Ropoli ... [et.al.]**. - Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial; Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2010. v. 1. (Coleção A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar).
- SALUSTIANO, D. A.; FIGUEIREDO, R. V.; FERNANDES, A. C. Mediações da Aprendizagem da Língua Escrita por Alunos com Deficiência Mental. In: Gomes et al. **Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Mental**. Brasília: MEC/SEESP, 2007. 81p.
- SÁNCHEZ, P. A. “A Educação Inclusiva: um meio de construir escolas para todos no século XXI, **INCLUSÃO - Revista da Educação Especial**. Out/2005
- SANTOS, C. A. O. **Deficiência Mental: Uma possibilidade de Compreensão dos Saberes dos Professores do Ensino Regular**. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, 2007.
- SBC. **Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil – 2006 – 2016**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/>>. Acesso em: 19 fev. 2012.
- SCHALOCK, R. L. et al. The renaming of mental retardation: understanding the change to the term intellectual disability. **Intellectual and Developmental Disabilities**. V. 45, n° 2, 2007 pp. 116-124.
- SCHIRMER, C. R. et al. **Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Física.** São Paulo: MEC/SEESP, 2007. 130p.
- SILVA, L. F. **Associando Realidade Virtual não-imersiva e Ferramentas Cognitivas para o Ensino de Física**. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal de Uberlândia, 2006.
- SMITH, J. D. Social constructions of mental retardation: Impersonal histories and the hope for personal futures. In: Wehmeyer, M. and Patton, J. P (Eds), **Mental retardation in the 21st century and beyond**. Austin, TX: PRO-ED, 2000.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 8. ed. São Paulo: Addison-Wesley, 2003. 552p.

SOUSA, S. B. **Inclusão e Aprendizagem do Aluno com Deficiência Mental:** expectativas dos professores. 2008. 160f. Tese (Doutorado em Educação Especial) Universidade Federal de São Carlos: São Carlos, 2008.

STANDEN, P. J.; BROWN, D. J. Virtual Reality in the Rehabilitation of People with Intellectual Disabilities: Review. **Cyberpsychology & Behaviour** V. 8, nº 3, 2005 pp. 272-282.

STANDEN, P. J.; BROWN, D. J. Virtual reality and its role in removing the barriers that turn cognitive impairments into intellectual disability. **Virtual Reality**. Springer. 2006 pp. 241-252.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre princípios, política e práticas na área das necessidades educativas especiais 1994**. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001393/139394por.pdf>> Acesso em 24/02/2012.

VAGHETTI, C. A. O. BOTELHO, S. S. C. Ambientes virtuais de aprendizagem na educação física: uma revisão sobre a utilização de Exergames. **Ciências & Cognição**; Vol 15 (1), 2010 pp. 076-088.

VERA L. et al. Computer graphics applications in the education process of people with learning difficulties. **Computers & Graphics** 31 pp. 649–658, 2007.

VENDRUSCOLO, F. et al. Escola TRI-*Legal* – Um ambiente virtual como ferramenta de apoio ao ensino fundamental através de jogos educacionais. **Colabor@ - A Revista Digital de CVA- RICESU**. V. 3, nº9. Jul/2005.

VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas. V. Fundamentos de defectologia**. Madrid: Visor, 1997.

WESTWOOD, P. **What teachers need to know about students with disabilities**. ACER Press, 2009.

WESTWOOD, P. **Commonsense Methods for Children with Special Educational Needs**. Routledge, 6ed., 2011.

Apêndice A: Questionário sobre os professores

1- Dados dos professor

1.1- Escola:

1.2- Idade:

1.3- Ano escolar em que atua:

1.4- Estado civil: _____ filhos: _____

1.5- Formação Acadêmica: _____ / _____
Curso de Graduação / Ano de conclusão

1.6- Especialização: () Sim () Não

Qual?

Ano de conclusão:

1.7- Outros cursos: _____ / _____
Nome / Ano

1.8 - Tempo de experiência no magistério:

1.9 -Tempo de experiência com o aluno com Deficiência Intelectual:

2 – Conhecimento sobre a Deficiência intelectual

2.1- Como você definiria a Deficiência Intelectual?

2.2- Em sua opinião quais são as principais necessidades educacionais dos alunos com Deficiência Intelectual?

2.3- Quais são suas maiores dificuldades no trabalho com o aluno com Deficiência intelectual?

2.4- O que você entende sobre a Tecnologia Assistiva?

2.5- Você utiliza recursos de Tecnologia Assistiva no trabalho com seu aluno com Deficiência Intelectual? () Sim () Não

Quais?

2.6- Qual a sua opinião sobre o uso de recursos tecnológicos para o trabalho com seu aluno com Deficiência Intelectual?

Apêndice B: Questionário sobre os alunos

1 – Dados do aluno

- 1.1- Sexo: () masculino () feminino
1.2- Idade:
1.3 – Ano que está cursando:
1.4 - Repetente no ano que está cursando? () Sim () Não
Quantas vezes repetente?

2 – Perfil do aluno

- 2.1- O aluno apresenta um comportamento calmo ou agitado?
2.2 – O aluno demonstra interesse pelas atividades trabalhadas? () Sim () Não
2.3- O aluno se interage com os colegas? () Sim () Não
2.4- O aluno consegue se concentrar nas atividades? () Sim () Não
2.5 - O aluno consegue estabelecer um diálogo? () Sim () Não
2.6- O aluno apresenta alguma dificuldade motora? () Sim () Não
Quais?
2.7 - O aluno apresenta alguma dificuldade de linguagem? () Sim () Não
Quais?
2.8 O aluno tem independência nas Atividades da Vida Diárias? () Sim () Não

3 – Aspectos relacionados aos conteúdos de Matemática

3.1- O aluno tem conhecimento da funcionalidade dos objetos?

- () Discordo Fortemente () Discordo () Não concordo, nem discordo () Concordo () Concordo Fortemente

3.2 - O aluno consegue identificar semelhanças ou diferenças entre os objetos?

- () Discordo Fortemente () Discordo () Não concordo, nem discordo () Concordo () Concordo Fortemente

3.3 - O aluno consegue resolver situações problema?

- () Discordo Fortemente () Discordo () Não concordo, nem discordo () Concordo () Concordo Fortemente

3.4 - O aluno consegue fazer a relação termo a termo?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.5 – O aluno consegue classificar objetos?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.6 – O aluno tem noção de sequenciação?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.7 – O aluno tem noção de ordenação?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.8 - O aluno tem noção de quantidade?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.9 O aluno domina o conceito de Cor?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.10 O aluno domina o conceito de Forma?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.11 O aluno domina o conceito de Tamanho?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.12 O aluno domina o conceito de posição?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.13 O aluno domina o conceito de direção e sentido?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.14 O aluno domina o conceito de capacidade?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

3.15 O aluno domina o conceito de tempo?

- Discordo Fortemente Discordo Não concordo, nem discordo Concordo Concordo Fortemente

Apêndice C: Parecer sobre o software – Primeira Avaliadora

1- Dados da Avaliadora

1.1 - Qual a sua formação acadêmica?

Sou graduada em Pedagogia, pós graduada em Psicopedagogia e em Educação Especial e sou Mestre em Educação, pela Universidade Federal de Uberlândia. Minha pesquisa no Mestrado foi sobre a Deficiência intelectual cujo tema é: “Deficiência intelectual: Uma Possibilidade de Compreensão dos Saberes de Professores do Ensino Regular”.

1.2 - Fale um pouco sobre sua atuação profissional.

Já atuei em vários segmentos da Educação como Administradora Escolar, Vice Administradora, Coordenadora, psicopedagoga e pedagoga. Atualmente atuo como pedagoga em uma escola de Ensino Fundamental da rede pública e como tutora no Curso de Atendimento Educacional Especializado, na modalidade EAD, promovido pelo CEPAE/UFU. Tenho vasta experiência na Educação Especial (mais de 16 anos), atuando com todos os tipos de deficiência e ministro cursos de formação continuada nessa área, para pedagogos e professores do ensino regular.

1.3 - Qual a sua opinião sobre o uso de recursos tecnológicos para o trabalho com alunos que apresentam Deficiência intelectual?

Considero que os recursos tecnológicos são ferramentas que podem ser utilizadas para o enriquecimento pedagógico, pois possibilitam o acesso ao conhecimento minimizando as barreiras que os alunos com deficiência intelectual encontram ao ingressarem no sistema educacional regular. A escola exerce um papel fundamental para a deficiência intelectual tendo a obrigação de articular meios e experiências que promovam a aprendizagem dos alunos nesta condição. Nesse sentido, o uso de tais recursos contribui para a melhoria na qualidade do processo ensino-aprendizagem desses alunos e para a democratização do ensino na medida em que torna possível a eles participarem ativamente em seu processo de escolarização, conforme as limitações apresentadas.

2 – Opinião sobre o VirtualMat

2.1 - O sistema atende aos requisitos?

Sim, ele foi construído visando contribuir para a aprendizagem de conceitos lógico-matemáticos pelos alunos com deficiência intelectual e todas as atividades e orientações elaboradas convergem para esse ensinamento de forma clara, significativa e objetiva. Os alunos com essa deficiência apresentam como uma de suas características, dificuldades nas habilidades adaptativas e em responder de forma adequada às demandas sociais e nesse sentido, eles mantêm uma posição passiva diante da aprendizagem. Assim, esses alunos precisam ser estimulados a saírem de sua passividade frente ao saber, desenvolvendo atividades que lhes permitam utilizar a capacidade criativa, e a interagir simbolicamente com o meio. Para tanto, esse sistema atende a essa necessidade, na medida em que possibilita a esses alunos exercitarem suas atividades cognitivas adquirindo conceitos que para outros alunos são construídos de forma espontânea, automática, sem a necessidade de recursos dessa natureza.

2.2 - O sistema está suficientemente adequado para aplicação com os alunos?

Sim, pois ele é composto por atividades coerentes com a realidade vivenciada pelos alunos em seu cotidiano familiar, e para o aluno com deficiência intelectual esse é um aspecto extremamente importante a ser considerado. Além disso, ele apresenta níveis de dificuldade de forma a atender a diversidade desses alunos.

2.3 - Você acha que os alunos apresentarão alguma dificuldade ao utilizar o sistema?

Nos primeiros contatos pode implicar dificuldades até mesmo para o professor, pois o novo de forma geral pode não ser compreendido imediatamente, fazendo-se necessário certo treinamento. Entretanto, exceto por essa razão mencionada, penso que os alunos não apresentarão dificuldade ao utilizar o sistema, pois suas informações são precisas, as imagens tridimensionais são nítidas e de fácil acessibilidade e o nível de exigência das atividades propostas pode ser considerado razoável em função das limitações cognitivas apresentadas por esses alunos. Outra razão importante é que ele elimina a dificuldade de compreensão do aluno por referir-se a objetos que fazem parte do seu cotidiano.

2.4 - Você acha que eles se sentirão motivados para utilizar o sistema?

Acredito que sim, principalmente, pelo uso do computador que de forma geral, faz parte da realidade da maioria dos alunos, enquanto que para o aluno que apresenta deficiência intelectual o acesso é limitado. Ter a oportunidade de participar, ativamente de seu processo de escolarização contribui para que esse aluno a se sinta capaz de usar sua inteligência para resolver uma situação problema, atender a um comando, a emitir respostas adequadas às solicitações sociais.

2.5 - Que tipo de aprendizado o ambiente suporta quando comparado com as experiências reais e quais seriam as vantagens do ambiente virtual em relação aos experimentos reais feitos em sala de aula?

As atividades propostas contribuem para que o aluno amplie sua capacidade de compreensão permitindo que o aluno pense, execute em pensamento suas ações, avalie e socialize a produção de seu conhecimento, assim como o faz espontaneamente, o aluno que não apresenta deficiência. O ambiente virtual além de tornar mais prazerosa a atividade por ser atrativo, atende às necessidades educacionais especiais do aluno com deficiência intelectual, pois possibilita a esse aluno se mobilizar para a aquisição de seu conhecimento devido ao seu estilo de apresentação que é diferenciado de uma sala de aula comum. Esta é uma de suas grandes vantagens, considerando que as atividades realizadas em sala de aula raramente se desvinculam do uso do lápis e papel como recursos metodológicos.

2.6 - O ambiente virtual providencia algum tipo de segurança em maior escala para o aluno quando comparado com o real?

Sim, na medida em que permite que o aluno manipule virtualmente diferentes tipos de objetos, sem correr o risco de se ferir com alguns deles, o que poderia ocorrer mediante o contato real.

2.7 – Quais os benefícios do sistema para professores e alunos?

Possibilitam maior incentivo à aprendizagem dos alunos com deficiência intelectual, por tratar-se de uma estratégia diferenciada de ensino acessível às suas limitações, contribuindo para o seu melhor aprendizado e ampliação de suas habilidades funcionais, possibilitando dessa forma, mudanças de comportamento e elevação da auto-estima, tanto do aluno como do professor que conseguirá ver resultados efetivos em sua atuação pedagógica junto a esses alunos.

2.8 – Quais as vantagens e/ou desvantagens do VirtualMat em relação à outras tecnologias assistivas?

Uma das vantagens desse sistema é o fato de ter sido construído especialmente para o trabalho com o aluno com deficiência intelectual visando possibilitar que o aluno com essa deficiência construa seu conhecimento participando ativamente e com autonomia de sua vida acadêmica. Outra vantagem do sistema é permitir que o aluno pense, execute em pensamento suas ações, avalie e socialize a produção de seu conhecimento, assim como o faz espontaneamente, o aluno que não apresenta deficiência.

2.9 - Você conhece outros softwares desenvolvidos para alunos com deficiência em geral? E especificamente para alunos com deficiência intelectual?

Conheço o DosVox para o trabalho com o aluno com deficiência visual, e alguns softwares com sistemas de Comunicação Suplementar e/ou Alternativa (CSA) que são utilizados para o trabalho com pessoas que apresentam dificuldades na comunicação oral. Porém, não conheço nenhum outro software que tenha sido elaborado especificamente para o aluno com deficiência intelectual.

2.10 - Caso a resposta anterior tenha sido positiva, quais as vantagens e/ou desvantagens do VirtualMat em relação aos softwares que você conhece.

Uma das grandes vantagens do VirtualMat é o fato dele ter sido criado pensando especificamente no ensino dos conceitos lógico-matemáticos para o aluno com deficiência intelectual. A história da deficiência intelectual revela que os alunos nesta condição sempre foram desacreditados socialmente mediante a concepção de que geralmente não seriam capazes de aprender. Assim, a sua educação acabou sendo vinculada a certo descaso. Não restam dúvidas de que, o aluno com deficiência intelectual apresenta dificuldades nas habilidades que exigem atenção, memorização, compreensão de conceitos, generalização e abstração, que são elementos fundamentais para aprendizagem escolar em geral e em específico da matemática. Porém, sabe-se atualmente que com a estimulação adequada, ou seja, o aluno sendo assistido em suas necessidades educativas especiais ele irá desenvolver em sua aprendizagem acadêmica. Assim, ele necessita de recursos diferenciados para aquisição de conceitos matemáticos. Nesse sentido, o VirtualMat representa um recurso produtivo e facilitador da aprendizagem de elementos matemáticos, constituindo-se em um valioso instrumento a ser utilizado pelo professor, pois possibilita-lhe observar e intervir nas atividades inerentes ao pensamento lógico-matemático, podendo dessa forma ajudar o aluno com deficiência intelectual a construir esse pensamento.

2.11 Utilize o espaço abaixo caso queira registrar alguma observação adicional sobre o sistema.

Apêndice D: Parecer sobre o software – Segunda Avaliadora

1- Dados da Avaliadora

1.1. - Qual a sua formação acadêmica?

Possuo Graduação em Pedagogia, Especialização em Planejamento Educacional (UFU), em Inspeção Escolar (FPU), em Tecnologias Digitais Aplicadas à Educação (Uniminas), e em AEE (UFC, em curso).

Além disso, possuo mestrado em Educação pela UFU. O título da minha dissertação foi “Educação Digital: uma perspectiva de inclusão no cotidiano da escola.”

1.2. - Fale um pouco sobre sua atuação profissional.

Iniciei minha trajetória enquanto educadora em uma escola de alfabetização da Rede Municipal de Ensino em 1991, como Orientadora Educacional. Em 1993 fui transferida para uma escola de Ensino Fundamental, na qual comecei a trabalhar com a Educação Especial; já em 1994 fui transferida novamente para uma escola mais próxima de casa, e lá tive a oportunidade de ser pedagoga do Atendimento Educacional Especializado/AEE e também desenvolver junto à classe comum, diversos projetos com temáticas variadas: Sexualidade, Prevenção do Uso de Drogas, etc. Em 2006, fui convidada pela atual Coordenadora da Educação Especial do Município, a trabalhar no Núcleo de Apoio às Diferenças Humanas-NADH.

Atualmente sou coordenadora de roteiro daquele setor e faço atendimento a 06 escolas que possuem o AEE, e a 04 escolas que ainda não foram contempladas com tal serviço.

1.3 - Qual a sua opinião sobre o uso de recursos tecnológicos para o trabalho com alunos que apresentam Deficiência intelectual?

Acredito que a utilização de recursos tecnológicos no trabalho pedagógico com alunos, independente de possuírem deficiência ou não, oportuniza aos envolvidos no processo, o desenvolvimento da autonomia na construção de seu conhecimento bem como da autoria neste percurso.

2 – Opinião sobre o VirtualMat

2.1 - O sistema atende aos requisitos?

Acredito que o sistema não só atende aos requisitos de sua proposta, como extrapola seus objetivos ao proporcionar uma mediação compartilhada entre professor e aluno.

2.2 - O sistema está suficientemente adequado para aplicação com os alunos?

O sistema está suficientemente adequado para a aplicação com os alunos, uma vez que possui uma conotação de lúdico, por ser considerado um jogo enquanto proposta pedagógica.

2.3 - Você acha que os alunos apresentarão alguma dificuldade ao utilizar o sistema?

Acredito que não só os alunos como também os professores apresentarão uma dificuldade inicial no manuseio do mouse para navegação no ambiente virtual.

2.4 - Você acha que eles se sentirão motivados para utilizar o sistema?

Penso que um jogo com temática tão familiar quanto fazer compras num supermercado, organizar essas compras em casa, bem como explorar a utilização dos itens comprados, em um ambiente interativo, despertará o interesse de participação dos alunos, visto que a abordagem acontecerá de forma lúdica, interessante e prazerosa. Acredito, porém, que o sistema deva ser apresentado aos professores enquanto recurso pedagógico e que os mesmos precisam ter suas dúvidas sanadas para que assim se sintam motivados e conseqüentemente motivem seus alunos para a utilização do software.

2.5 - Que tipo de aprendizado o ambiente suporta quando comparado com as experiências reais e quais seriam as vantagens do ambiente virtual em relação aos experimentos reais feitos em sala de aula?

A vantagem do ambiente virtual x sala de aula convencional está no fato de a demanda ser nativa digital, ou seja, os alunos que irão utilizar o sistema são pessoas que nasceram na era da internet e que desde cedo têm tido contato com algum tipo de tecnologia computacional. Desta forma, esses alunos geralmente já estão familiarizados com o uso do computador, fazendo com que a sua utilização nos processos educacionais apresente várias vantagens em relação aos procedimentos tradicionais envolvidos na educação.

Além disso, a construção de conceitos por crianças com deficiência intelectual se tornará mais fácil ao utilizar o VirtualMat, uma vez que o jogo por sua ludicidade proporciona a tradução do concreto (embalagens) para o abstrato (imagens, objetos virtuais).

2.6 - O ambiente virtual providencia algum tipo de segurança em maior escala para o aluno quando comparado com o real?

Se segurança estiver relacionada ao fato de o aluno poder utilizar do sistema o quanto quiser, fazendo e refazendo o percurso de ir ao supermercado, comprar os produtos, voltar para a casa e guardar os produtos no ambiente virtual sem correr riscos, sim, é em maior escala.

2.7 – Quais os benefícios do sistema para professores e alunos?

Para professores os benefícios são o desenvolvimento de atividades de forma lúdica, prazerosa e interessante. Para alunos o principal benefício é a aquisição de conceitos importantes por meio de uma linguagem acessível.

2.8 – Quais as vantagens e/ou desvantagens do VirtualMat em relação à outras tecnologias assistivas?

Acredito que a principal vantagem do VirtualMat está no fato de se configurar como mais uma oportunidade de utilização da tecnologia digital (computador e software/internet), enquanto recurso pedagógico na aquisição (aluno) e desenvolvimento (professor) de conceitos lógico-matemáticos imprescindíveis no processo de aprendizagem escolar.

2.9 - Você conhece outros softwares desenvolvidos para alunos com deficiência em geral? E especificamente para crianças com deficiência intelectual?

Sim, para pessoas com deficiência visual, conheço o DosVox, e para pessoas com deficiência física (Paralisia Cerebral) conheço as pranchas de comunicação com um software chamado Boardmaker.

2.10 - Caso a resposta anterior tenha sido positiva, quais as vantagens e/ou desvantagens do VirtualMat em relação aos softwares que você conhece.

Uma das vantagens do VirtualMat em relação à outros softwares está em seu objetivo específico de atender à alunos com deficiência intelectual no que diz respeito à construção do conhecimento e elaboração de conceitos no campo da matemática, uma vez que para a deficiência intelectual, ainda são escassos os recursos tecnológicos, enquanto softwares educativos.

2.11 Utilize o espaço abaixo caso queira registrar alguma observação adicional sobre o sistema.

Sugiro que após a primeira utilização com os atores da pesquisa, a autora tenha a oportunidade de socializar o “jogo” para que outros profissionais da rede de ensino possam utilizá-lo.

Apêndice E: Termo de Consentimento (Professores)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada “**Ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para crianças com deficiência mental**”, sob a responsabilidade dos pesquisadores **Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias, Edgard Afonso Lamounier Júnior e Alexandre Cardoso**.

Nesta pesquisa temos a intenção de testar um programa de computador, que foi desenvolvido especialmente para ser usado no apoio ao ensino de matemática para crianças que apresentam deficiência mental. O programa é um jogo baseado em Realidade Virtual e consiste de uma cidade onde existem diversas casas e um supermercado. Nesse jogo o aluno poderá elaborar listas de compras, fazer compras no supermercado, organizar essas compras em casa, bem como explorar a utilização dos itens comprados.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias nas Escolas Municipais E1 e E2.

Na sua participação você terá apenas que utilizar o programa desenvolvido juntamente com as crianças e responder a questionários referentes ao perfil e às habilidades de cada aluno.

Será solicitado também que você responda um questionário a respeito de sua formação e experiência com crianças que apresentam deficiência mental. No entanto, em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim sua identidade será preservada. Você não terá nenhum gasto ou ganho financeiro para participar da pesquisa.

O risco que a pesquisa oferece é de ter a sua identidade revelada, sem a sua autorização. Contudo, de acordo com o proposto neste termo, em nenhum momento você será identificado.

Esta pesquisa trará benefícios tanto para os professores quanto para os alunos colaboradores, pois a ferramenta desenvolvida servirá de apoio a práticas pedagógicas diferentes das tradicionais, despertando uma maior motivação nos processos de ensino-aprendizagem destes alunos.

Acredita-se que o uso de um jogo com temática tão familiar quanto fazer compras num supermercado, organizar essas compras em casa, bem como explorar a utilização

dos itens comprados, num ambiente interativo, despertará o interesse de participação dos alunos visto que a abordagem acontecerá de forma lúdica, prazerosa e interessante.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação, sendo-lhe devolvida, desconsiderada ou destruída toda a fonte material que antes fornecera.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias, Edgard Afonso Lamounier Júnior ou Alexandre Cardoso - Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves De Ávila, 2160 - Bloco "3N", Campus Santa Mônica - Uberlândia, MG - Telefone: (34) 3239-4276. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: (34) 3239-4131.

Uberlândia, dede 20.....

Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias

Edgard Afonso Lamounier Júnior

Alexandre Cardoso

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

Apêndice F: Termo de Consentimento (Alunos/Pais)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu filho (ou filha) está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada **Ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para crianças com deficiência mental**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias, Edgard Afonso Lamounier Júnior e Alexandre Cardoso**.

Nesta pesquisa temos a intenção de testar um programa de computador que foi desenvolvido especialmente para ser usado no apoio ao ensino de matemática para crianças que apresentam deficiência mental. O programa é um jogo baseado em Realidade Virtual e consiste de uma cidade onde existem diversas casas e um supermercado. Nesse jogo o aluno poderá elaborar listas de compras, fazer compras no supermercado, organizar essas compras em casa, bem como explorar a utilização dos itens comprados.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias nas Escolas Municipais E1 e E2.

Na participação de seu filho (ou filha), ele terá apenas que utilizar o programa desenvolvido. Ele não será submetido diretamente a nenhum tipo de questionário. Somente o professor do aluno é quem irá responder questionários referentes ao perfil e às habilidades de cada aluno.

Em nenhum momento seu filho (ou filha) será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a identidade dele será preservada.

Você não terá nenhum gasto ou ganho financeiro para que seu filho (ou filha) participe da pesquisa.

O risco que a pesquisa poderia oferecer ao aluno que participar da pesquisa é de ter a sua identidade revelada, sem a sua autorização. Contudo, de acordo com o proposto neste termo, em nenhum momento os alunos colaboradores da pesquisa serão identificados.

Esta pesquisa trará benefícios tanto para os professores quanto para os alunos colaboradores, pois a ferramenta a ser desenvolvida servirá de apoio a práticas pedagógicas diferentes das tradicionais, despertando uma maior motivação nos processos de ensino-aprendizagem destes alunos.

Acredita-se que o uso de um jogo com temática tão familiar quanto fazer compras num supermercado, organizar essas compras em casa, bem como explorar a utilização dos itens comprados, num ambiente interativo, despertará o interesse de participação dos alunos visto que a abordagem acontecerá de forma lúdica, prazerosa e interessante.

Seu filho (ou filha) é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Ele não será obrigado a utilizar o jogo.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Fernanda Francielle de Oliveira Malaquias, Edgard Afonso Lamounier Júnior ou Alexandre Cardoso - Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves De Ávila, 2160 - Bloco “3N”, Campus Santa Mônica - Uberlândia, MG - Telefone: (34) 3239-4276. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: (34) 3239-4131.

Uberlândia, de de 2011

Assinatura dos pesquisadores

Nome do aluno participante: _____

Eu aceito que meu filho (ou filha) participe do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Responsável pelo participante da pesquisa

Apêndice G: Detalhes de Implementação do VirtualMat

Conforme apresentado no capítulo 4, o código do VirtualMat foi implementado nas linguagens *VRML* e *JavaScript*. Após a definição das linguagens que seriam utilizadas no projeto, deu-se início a modelagem dos objetos por meio da definição de seus comportamentos e interações. A modelagem apoiou-se em primitivas geométricas, tais como cubos, cilindros e esferas. Para criar uma caixa de sabão em pó, por exemplo, foi criado um cubo, conforme o código a seguir. Para dar uma aparência de um produto real, uma imagem de um sabão em pó existente no mercado foi aplicada como textura.

```
Transform {
  children [
    Shape {
      appearance Appearance {
        material Material {
          diffuseColor 0.24 0.24 0.24
        }
        texture ImageTexture {url "sabao2.jpg"}
        textureTransform TextureTransform {scale 1 1}
      }
      geometry Box {size 0.1 0.18 0.24}
    }
  ]
}
```

Quadro 8: Criação de um objeto virtual

A VRML é uma linguagem de código aberto, o que significa que o código escrito pode ser acessado por outros usuários, tendo a vantagem possibilitar o uso de trechos de código implementados por outros desenvolvedores. Alguns objetos incluídos no VirtualMat estavam disponíveis na internet e foram, portanto, reutilizados. É o caso, por exemplo, do armário da lavanderia. Como o arquivo “armario6.wrl” já havia sido implementado por outro desenvolvedor, foi necessário apenas especificar aspectos relacionados à posição e rotação do armário para que o mesmo fosse incluído na lavanderia. O código pode ser visto no Quadro 9 a seguir. Como o processo de guardar

produtos, tais como o sabão em pó, no armário da lavanderia requer que o usuário primeiramente abra a porta do armário e em seguida clique dentro dele foi criado um sensor de toque tlav.

```
DEF armarioLav Transform {
translation 7.5 3 6.6
rotation 0 1 0 1.57
children [
  Inline {
    url ["armario6.wrl"]
  }
  DEF tlav TouchSensor {}
]
}
```

Quadro 9: Incluindo um objeto preexistente no ambiente virtual

Quando o usuário tenta guardar um produto, o sistema deve verificar se o produto selecionado realmente deve ser guardado no lugar escolhido. Se o usuário tenta guardar, por exemplo, o sabão em pó na lavanderia, é emitida uma mensagem “Muito bem!”. Se ele tenta guardar o arroz nesse armário, é emitida uma mensagem “Opa! Não é aí”.

Os Quadros 10 e 11, a seguir, mostram, respectivamente, a inclusão da mensagem sonora “Muito Bem!” no ambiente e parte do script desenvolvido para tratar o evento envolvido quando o usuário tenta guardar o sabão em pó ou o arroz no armário da lavanderia.

```
DEF SomCerto_pai Sound {
  maxBack 10000
  maxFront 10000
  spatialize FALSE
  source DEF SomCerto AudioClip {
    startTime 0
    stopTime 0
    loop FALSE
    url ["Sons/muitobem.wav"]
  }
}
```

Quadro 10: Incluindo um som no ambiente virtual

```

function tqArmLav(e,time)
    { # se o usuário selecionou o sabão em pó
      if (varSbp == TRUE)
        { # o sabão em pó é posicionado dentro do armário
          sbp.translation[0] = 7.2;
          sbp.translation[1] = 2.6;
          sbp.translation[2] = 6.6;
          varSbp = FALSE;
        }
      # o sensor dos outros produtos ficam habilitados
      tar.enabled = TRUE;
      tam.enabled = TRUE;
      tdt.enabled = TRUE;
      tph.enabled = TRUE;
      tsb.enabled = TRUE;
      tcg.enabled = TRUE;
      tsp.enabled = TRUE;
      tle.enabled = TRUE;
      trf.enabled = TRUE;
      tfj.enabled = TRUE;
      tdf.enabled = TRUE;
      tvj.enabled = TRUE;
      tsh.enabled = TRUE;
      tds.enabled = TRUE;
      tbb.enabled = TRUE;
      tac.enabled = TRUE;
      tex.enabled = TRUE;
      tmc.enabled = TRUE;
      tcd.enabled = TRUE;

      #emissão da mensagem “Muito Bem!”
      MBemON = time;
    }
  else if (varArz == TRUE) # se o usuário selecionou o arroz
    {
      #emissão da mensagem “Opa! Não é aí!”
      MNaoeAiON = time;
    }
}

```

Quadro 11: Guardando um produto no armário da lavanderia

Anexo A: Documento de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa



Universidade Federal de Uberlândia
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP

Avenida João Naves de Ávila, nº. 2160 - Bloco A – Sala 224 - Campus Santa Mônica - Uberlândia-MG –
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131; e-mail: cep@propp.ufu.br; www.comissoes.propp.ufu.br

ANÁLISE FINAL Nº. 017/11 DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEP/UFU
523/10

Projeto Pesquisa: Ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para crianças com deficiência mental.

Pesquisador Responsável: Edgard Afonso Lamounier Júnior

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

O CEP/UFU lembra que:

a- segundo a Resolução 196/96, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.

b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.

c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução 196/96/CNS, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Data de entrega do relatório final: Novembro de 2011.

SITUAÇÃO: PROTOCOLO APROVADO.

OBS: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 25 de janeiro de 2011.

Prof. Dra. Sandra Terezinha de Farias Furtado
Coordenadora do CEP/UFU

Anexo B: Documento de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (aprovação do adendo)



Universidade Federal de Uberlândia
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP

Avenida João Naves de Ávila, nº. 2160 – Bloco A – Sala 224 - Campus Santa Mônica - Uberlândia-MG –
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131; e-mail: cep@propp.ufu.br; www.comissoes.propp.ufu.br

ANÁLISE FINAL Nº. 449/11 DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEP/UFU
523/10

Projeto Pesquisa: "Ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para crianças com deficiência mental".

Pesquisador Responsável: Edgard Afonso Lamounier Júnior

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96, o CEP manifesta-se pela aprovação do adendo ao protocolo de pesquisa proposto.

O adendo ao protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

O CEP/UFU lembra que:

a- segundo a Resolução 196/96, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.

b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.

c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução 196/96/CNS, não implicando na qualidade científica do mesmo.

SITUAÇÃO: ADENDO AO PROTOCOLO APROVADO

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 08 de julho de 2011.