

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

FELIPE BECKER NUNES

**UM MÉTODO DE ENSINO PAUTADO NA APRENDIZAGEM INTEGRADA AOS
MUNDOS VIRTUAIS E PRINCÍPIOS DO MASTERY LEARNING**

Porto Alegre, 2017

FELIPE BECKER NUNES

**UM MÉTODO DE ENSINO PAUTADO NA APRENDIZAGEM INTEGRADA AOS
MUNDOS VIRTUAIS E PRINCÍPIOS DO MASTERY LEARNING**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Orientador:

Prof. Dr. José Valdeni De Lima

Coorientadora:

Prof^a. Dra. Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Linha de pesquisa:

Ambientes Informatizados e Ensino à Distância

Porto Alegre, 2017

CIP - Catalogação na Publicação

Nunes, Felipe Becker

Um método de ensino pautado na aprendizagem integrada aos Mundos Virtuais e princípios do Mastery Learning / Felipe Becker Nunes. -- 2017.

225 f.

Orientador: José Valdeni De Lima.

Coorientadora: Liane Margarida Rockenbach Tarouco.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Mundos Virtuais. 2. Mastery Learning. 3. Trajetórias de Aprendizagem. 4. Método. 5. Ensino e Aprendizagem. I. De Lima, José Valdeni, orient. II. Tarouco, Liane Margarida Rockenbach, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitora: Profa. Jane Fraga Tutikian

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Celso Giannetti Loureiro Chaves

Diretor do CINTED: Prof. Dr. Leandro Krug Wives

Coordenadora do PPGIE: Profa. Dra. Liane Margarida Rockenbach Tarouco



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

ATA SOBRE A DEFESA DE TESE DE DOUTORADO FELIPE BECKER NUNES

Às dez horas e trinta minutos do dia vinte e quatro de outubro de dois mil e dezessete, na sala 329 do PPGIE/CINTED, nesta Universidade, reuniu-se a Comissão de Avaliação, composta pelos Professores Doutores: Leandro Krug Wives, José Júlio Martins Tôres e Marcos Roberto da Silva Borges para a análise da defesa de Tese de Doutorado intitulada “*Um Método de Ensino Pautado na Aprendizagem Integrada aos Mundos Virtuais e Princípios do Mastery Learning*”, do doutorando do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação Felipe Becker Nunes, sob a orientação do Prof. Dr. José Valdeni de Lima e coorientação da Prof^a. Dr^a. Liane Margarida Rockenbach Tarouco.

A Banca, reunida, após a apresentação e arguição, emite o parecer abaixo assinalado.

Considera a Tese aprovada

sem alterações;

e recomenda que sejam efetuadas as reformulações e atendidas as sugestões contidas nos pareceres individuais dos membros da Banca;

Considera a Tese reprovada.

Considerações adicionais (a critério da Banca):

A BANCA DESTACA A QUALIDADE DO TRABALHO REALIZADO, EM ESPECIAL A IMPLEMENTAÇÃO DO MUNDO VIRTUAL PELA SUA COMPLEXIDADE E A CRIATIVIDADE ENVIDADA NO RESULTADO. DESTACA-SE A NOTÁVEL QUANTIDADE DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS.

Prof. Dr. José Valdeni de Lima
Presidente e Orientador

Prof^a. Dr^a. Liane Margarida Rockenbach Tarouco
Coorientadora

Prof. Dr. Leandro Krug Wives
PPGIE/UFRGS

(videoconferência)

Prof. Dr. José Júlio Martins Tôres
UNIFOR

Prof. Dr. Marcos Roberto da Silva Borges
UFRJ

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, desejo agradecer à Deus por todas as glórias e bênçãos que tem me concedido em minha vida, principalmente durante o período do Doutorado, em que pude conquistar muitos de meus objetivos pessoais e profissionais. Sou extremamente grato à minha família, especialmente meus pais Geni e Paulo e meu irmão Alexandre, assim como à minha namorada Letania pelo apoio fundamental que me deram durante este período, sem vocês não teria conseguido superar mais este desafio.

Agradeço também à Universidade Federal do Rio Grande do Sul por disponibilizar a infraestrutura necessária para meu aperfeiçoamento profissional, assim como ao CNPq pelo apoio financeiro aos projetos e pela bolsa de Doutorado concedida durante este período. Sou extremamente grato aos meus orientadores Dr. José Valdeni de Lima e Dra. Liane Margarida Rockenbach Tarouco pela confiança depositada em mim para a realização deste trabalho, pelo apoio fundamental nas orientações e no incentivo dado durante este período. Estendo meu agradecimento aos demais professores do curso com quem tive contato, que sempre foram muito prestativos comigo e dispostos a me auxiliar.

Meu reconhecimento aos colegas do grupo TRAPHU, AVATAR e GRECA pela parceria sempre constante, troca de conhecimentos e apoio nas pesquisas realizadas, sendo fundamental para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Em especial ao professor Dr. Érico Marcelo Hoff do Amaral e às professoras Dra. Roseclea Duarte Medina e Dra. Gilse Antoninha Morgental Falkembach, que desde os períodos do Mestrado e Graduação vem me apoiando e guiando, sendo fundamentais também para o meu desenvolvimento nesta jornada.

Aos colegas do curso do PGIE pelas longas discussões e troca de conhecimentos. Em especial aos meus amigos de longa data Gleizer Bierhalz Voss e Fabrício Herpich, que me ajudaram de forma essencial durante esta jornada, assim como aos amigos Manuel Constantino Zunguze e Kelly Hannel, que sempre me acompanharam e auxiliaram. Também agradeço aos amigos Alexandre Lucena, Giani Petri, Taciano Balardin e Victor Orozco pela parceria de sempre e apoio, assim como aos demais amigos do curso ou de longa data que sempre acreditaram em mim e estiveram ao meu lado.

RESUMO

A concepção de novas alternativas educacionais pautadas no uso de recursos tecnológicos, tem acarretado o aumento do número de pesquisas em diferentes domínios de ensino. Tem se destacado nas últimas décadas a abordagem dos Mundos Virtuais, cuja base está calcada na interatividade, visualização de objetos 3D, sensação de imersão e liberdade ao aluno para explorar os recursos didáticos disponibilizados. Desta forma, se considera necessário que o planejamento e condução das atividades propostas pelos professores nos Mundos Virtuais, estejam baseadas em uma abordagem educacional consistente e difundida no meio acadêmico. O Mastery Learning surge neste contexto como uma alternativa instigadora a ser explorada, cujos preceitos estão baseados na realização de atividades de reforço e na avaliação constante do aluno, que buscam resultar na aprendizagem com maestria dos conteúdos abordados. O potencial a ser explorado nestas duas áreas resultou na construção deste trabalho de Tese, que teve como objetivo a proposição de um método de ensino pautado na aprendizagem com o uso dos Mundos Virtuais e preceitos do Mastery Learning. O método proposto engloba a aplicação de atividades presenciais e complementares, com diversas avaliações durante as unidades trabalhadas, cujo reforço foi baseado no uso dos Mundos Virtuais de forma constante durante este período. Um Estudo Piloto foi realizado na área de Computação, cujo tópico abordado foi o ensino de Algoritmos e Lógica de Programação, sendo os resultados obtidos considerados positivos, e, utilizados como base para a realização dos testes finais. Desta forma, o processo de experimentação final foi conduzido com três grupos de alunos do sexto ano em uma disciplina de Ciências, no ano letivo de 2016, e, com dois grupos de alunos do sexto ano na mesma disciplina, no início de 2017, sendo todo este processo separado em três fases distintas. Um Mundo Virtual foi construído no OpenSim contendo diversos tipos de materiais didáticos, como vídeos, *slides*, textos e questões, além do desenvolvimento de simulações interativas e estáticas, sendo acessado pelos alunos na modalidade a distância. Foram aplicadas diversas avaliações em cada uma das fases para averiguar o desempenho de aprendizagem dos estudantes, assim como foram monitoradas as interações dos alunos que utilizaram o Mundo Virtual e aplicados questionários de opinião sobre este processo conduzido. Para a análise dos resultados, foram empregadas técnicas estatísticas não paramétricas (Kruskal-Wallis e Wilcoxon-Mann-Whitney), além do uso de *Box Plot*. Os resultados obtidos demonstraram um melhor desempenho nas duas primeiras fases ocorridas em 2016 do grupo que utilizou o Mundo Virtual, com relação ao grupo que optou por não utilizar nenhum ambiente, enquanto em comparação com o ambiente Moodle, os resultados do grupo do Mundo Virtual foram considerados similarmente bons ou até melhores. A terceira fase apresentou resultados novamente considerados similares ou melhores do grupo do Mundo Virtual, com relação ao grupo do Moodle. Foi constatado na análise geral que os participantes que utilizaram o Mundo Virtual tiveram um crescente desempenho, com medianas altas e adequada distribuição das notas, havendo predominância de uma menor amplitude e variabilidade destas. O sistema de monitoramento também operou de forma satisfatória, assim como, os questionários de opinião apresentaram percepções positivas sobre o método aplicado e o uso dos recursos neste ambiente. Desta forma, foi possível concluir que os resultados obtidos com o método foram instigadores e positivos, o que acarretou na validação desta pesquisa e apresentou uma clara contribuição para o meio acadêmico.

Palavras-Chave: Mundos Virtuais, Mastery Learning, Trajetórias de Aprendizagem, Método, Ensino, Aprendizagem.

ABSTRACT

A METHOD OF TEACHING BASED ON INTEGRATED LEARNING TO VIRTUAL WORLDS AND PRINCIPLES OF MASTERY LEARNING

The conception of new educational alternatives based on the use of technological resources has led to the exploration of research in different domains of education, among which, the approach of Virtual Worlds has been used concisely in recent decades. Its base is focused on interactivity, visualization of 3D objects, sensation of immersion and freedom to the student to explore the didactic resources made available. In this way, it is considered necessary that the planning and conduction of the activities proposed by the teachers in the Virtual Worlds, are based on a consistent educational approach and diffused in the academic environment. Mastery Learning appears in this context as an instigating alternative to be explored, whose precepts are based on the accomplishment of activities of reinforcement and the constant evaluation of the student, that seek to result in master the contents approached. The potential to be explored in these two areas resulted in the construction of this Thesis, which had the objective of proposing a teaching method based on learning with the use of Virtual Worlds and precepts of Mastery Learning. The proposed method includes the application of face-to-face and complementary activities, with several evaluations during the units worked, whose reinforcement was based on the use of Virtual Worlds in a constant way during this period. A Pilot Study was carried out in the Computing area, whose topic was the teaching of Algorithms and Logic of Programming, and the results were considered positive and used as basis for the final tests. In this way, the final experimentation process was conducted with three groups of sixth-year students in a science course in 2016, and with two groups of sixth-year students in the same discipline at the beginning of 2017, with this process separated in three phases. A Virtual World was built in OpenSim containing several types of didactic materials, such as videos, slides, texts and questions, as well as the development of interactive and static simulations, being accessed by students in their homes. Several evaluations were applied in each of the phases to ascertain the student's learning performance, as well as the interactions of the students who used the Virtual World were monitored and opinion questionnaires were applied on this process. For the analysis of the results, non-parametric statistical techniques (Kruskal-Wallis and Wilcoxon-Mann-Whitney) were used, besides the use of Box Plot. Results obtained demonstrated a better performance in the first two phases occurred in 2016 of the group that used the Virtual World, in relation to the group that chose not to use any environment, whereas in comparison to the Moodle environment, the Virtual World group results were considered similarly good or even better. The third phase presented results again considered similar or better in the Virtual World group in relation to the Moodle group. It was verified in the general analysis, that the participants who used the Virtual World had a growing performance, with medians high and adequate distribution of the notes, being predominant of a smaller amplitude and variability of these. The monitoring system also operated in a satisfactory way, making it possible to map the learning trajectories and evaluate the students in the Virtual World, as well as the evaluation questionnaires presented positive perceptions about the proposed method and the use of the resources of this environment. Thus, it was possible to conclude that the results obtained with the proposed method were instigating and positive, which resulted in the validation of this research and presented a clear contribution to the academic environment.

Keywords: Virtual Worlds, Mastery Learning, Learning Trajectories, Method, Teaching, Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de coordenadas com os eixos X, Y e Z.....	26
Figura 2 – Conferência virtual no Active Worlds.....	28
Figura 3 – Imagem ilustrativa do Second Life.....	29
Figura 4 – Avatares visualizando uma apresentação em PDF.....	30
Figura 5 – Avatar respondendo às questões no Mundo Virtual.....	31
Figura 6 – Estágios de aplicação do Mastery Learning.....	44
Figura 7 - Análise Temporal de Artigos, Teoria e Áreas de Aplicação.....	54
Figura 8 – Visão por anos e quantidade dos trabalhos relacionados descritos.....	60
Figura 9 – Estatísticas do Coursera.....	61
Figura 10 – Diferenças e Similaridades da Tese em relação ao cenário geral descrito.....	65
Figura 11 – Fases estabelecidas neste estudo.....	70
Figura 12 – Infraestrutura Tecnológica utilizada na Tese.....	72
Figura 13 – Sala de slides sendo utilizada pelos alunos durante o experimento.....	77
Figura 14 – Exemplo de utilização do Scratch For OpenSim.....	77
Figura 15 – Fluxo de processamento do método proposto.....	79
Figura 16 – Espaço de Convivência e Personalização do Avatar.....	86
Figura 17 – Exemplo de visualização de um vídeo no Mundo Virtual.....	86
Figura 18 – Exemplo de visualização dos slides no Mundo Virtual.....	87
Figura 19 – Texto importado para dentro do Mundo Virtual.....	88
Figura 20 – Exemplo de questionário sendo respondido diretamente no ambiente.....	88
Figura 21 – Sala de Simulações criada no Mundo Virtual.....	89
Figura 22 – Exemplo de código PHP e OSSL interligados.....	91
Figura 23 – Exemplo de dados armazenados da interação dos usuários no ambiente.....	92
Figura 24 – Entrada do laboratório modificada para a segunda fase.....	98
Figura 25 – Vídeo sobre a estação de tratamento da água.....	99
Figura 26 – Slides sendo visualizados no Mundo Virtual.....	99
Figura 27 – Questionário sendo respondido no ambiente.....	100
Figura 28 – Espaço criado para as simulações de Molécula de Água.....	101
Figura 29 – Estação de Tratamento de Água no Mundo Virtual.....	101
Figura 30 – Espaço criado para o tópico de Ecologia.....	102
Figura 31 – Tabela criada para armazenar os toques realizados no Mundo Virtual.....	103
Figura 32 – Entrada do laboratório criado para a terceira fase.....	110
Figura 33 – Exemplo de vídeos sendo visualizados no Mundo Virtual.....	111
Figura 34 – Campo de visão do usuário na sala de slides.....	111
Figura 35 – Painel de questões reformulado para a terceira fase.....	112
Figura 36 – Unidade de Átomos e Moléculas na sala de simulação.....	113
Figura 37 – Simulações sobre estados físicos e químicos.....	113
Figura 38 – Espaço dedicado ao conteúdo de Fontes de Energia.....	114
Figura 39 - Decisão de hipótese para cada avaliação.....	120
Figura 40 - Box Plot com as medianas das turmas no pré-teste.....	121
Figura 41 - Box Plot com as medianas das turmas no teste intermediário.....	122

Figura 42 - Box Plot com as medianas das turmas no pós-teste	123
Figura 43 - Porcentagens das respostas no primeiro questionário.....	125
Figura 44 - Porcentagens das respostas no primeiro questionário.....	128
Figura 45 – Box Plot com as medianas dos três grupos no pré-teste	134
Figura 46 - Box Plot com as medianas dos três grupos no primeiro teste intermediário	135
Figura 47- Box Plot com as medianas dos três grupos no segundo teste intermediário	135
Figura 48- Box Plot com as medianas dos três grupos no terceiro teste intermediário.....	136
Figura 49 – Ilustração contendo uma postagem no grupo do Facebook	137
Figura 50 – Comparações dois a dois realizadas no pós-teste dos grupos	138
Figura 51 – Box Plot com as medianas dos três grupos no pós-teste.....	139
Figura 52 – Gráfico com os dados temporais x ações	141
Figura 53 – Dados coletados do ambiente sobre os questionários	143
Figura 54 – Dados do questionário aplicado	145
Figura 55 - <i>Box Plot</i> com as medianas dos três grupos no pré-teste da segunda fase.....	149
Figura 56 - Box Plot do primeiro teste intermediário da segunda fase	150
Figura 57 – Box Plot do segundo teste intermediário na segunda fase	150
Figura 58 - Box Plot do terceiro teste intermediário na segunda fase.....	151
Figura 59 - Box Plot do quarto teste intermediário na segunda fase.....	151
Figura 60 – Box Plot com as medianas dos grupos no pós-teste da segunda fase	153
Figura 61 – Dados temporais x ações realizadas	155
Figura 62 – Dados temporais x Salas	156
Figura 63 – Percentuais das respostas no questionário aplicado	158
Figura 64 – Percentuais das respostas no segundo questionário aplicado.....	161
Figura 65 – Box Plot do pré-teste da terceira fase.....	165
Figura 66 – Box Plot do primeiro teste intermediário da terceira fase.....	166
Figura 67 - Box Plot do segundo teste intermediário da terceira fase	166
Figura 68 - Box Plot do terceiro teste intermediário da terceira fase	167
Figura 69 - <i>Box Plot</i> do pós-teste da terceira fase	168
Figura 70 – Dados das salas X tempo X ações.....	170
Figura 71 – Distribuição dos toques nas salas	171
Figura 72 – Análise de cluster do primeiro questionário.....	173
Figura 73 – Análise de Cluster do segundo questionário	176
Figura 74 – Box Plot da comparação entre grupos na primeira avaliação intermediária	181
Figura 75 – Box Plot da comparação entre grupos na segunda avaliação intermediária	182
Figura 76 – Box Plot da comparação entre grupos na terceira avaliação intermediária	183
Figura 77 – Box Plot da comparação entre grupos no pós-teste	184

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos Mundos Virtuais OpenSim e Second Life	30
Tabela 2 – Ordem cronológica dos testes realizados nesta Tese.....	74
Tabela 3 - Análise das avaliações realizadas pelas três turmas	132
Tabela 4 – Comparação das avaliações dos alunos nos três grupos	133
Tabela 5 – Resultados dos três grupos no pós-teste.....	139
Tabela 6 - Análise das avaliações realizadas pelas três turmas na segunda fase	148
Tabela 7 - Comparação das avaliações dos alunos nos três grupos na segunda fase	148
Tabela 8 - Resultados dos três grupos no pós-teste da segunda fase	153
Tabela 9 – Análise das avaliações realizadas pelas três turmas.....	164
Tabela 10 – Comparação das medianas das avaliações dos alunos nos dois grupos.....	164
Tabela 11 – Comparação das medianas do Grupo 2 na primeira e terceira fase	178
Tabela 12 – Comparação das medianas do Grupo 3 na primeira e terceira fase	179
Tabela 13 – Comparação das medianas dos grupos na primeira e terceira fase	181

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D CVE	Three-dimensional Collaborative Virtual Environments
3D	Ambientes Tridimensionais
3DVW	3D Virtual Worlds
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
AWEDU	Active Worlds Education Universe
DVW3D	Digital Virtual World 3D
HTML	HyperText Markup Language
IP	Internet Protocol
ML	Mastery Learning
MUVE	Multi-User Virtual Environment
MV	Mundos Virtuais
NPC	Non-Player Characters
OpenSim	Open Simulator
OSSL	OpenSim Script Language
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDF	Portable Document Format
PHP	Hypertext Preprocessor
SL	Second Life
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Contextualização da Pesquisa e Motivação.....	17
1.2. Problema de investigação.....	19
1.3. Objetivo geral.....	19
1.4. Objetivos específicos.....	19
1.5. Métodos e práticas	20
1.6. Estrutura do texto.....	21
2. REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1. Mundos Virtuais	24
2.1.1. Mundos Virtuais aplicados na Educação	32
2.1.2. Mundos Virtuais e as trajetórias de aprendizagem dos estudantes	36
2.2. Mastery Learning	40
2.2.1. Aplicação do Mastery Learning no âmbito tecnológico.....	47
2.3. Trabalhos Correlatos.....	49
2.3.1. Pesquisas envolvendo Mundos Virtuais na Educação	49
2.3.1.1. Pesquisas envolvendo o uso dos Mundos Virtuais em Ciências	55
2.3.2. Pesquisas que abordam o uso do Mastery Learning.....	56
2.3.2.1. Pesquisas envolvendo o uso do Mastery Learning em Ciências	61
2.3.3. Interconexão do trabalho de Tese com as pesquisas abordadas	63
3. METODOLOGIA.....	68
3.1. Fases da Pesquisa.....	69
3.1.1. Problema de Pesquisa	70
3.1.2. Revisão Bibliográfica	71
3.1.3. Critérios Metodológicos	71
3.1.4. Estudo Piloto e Análise dos Resultados Iniciais	73

3.1.5.	Planejamento do Estudo Final / Experimentação / Análise dos Resultados.....	73
3.1.6.	Publicação do Método Estabelecido.....	74
3.2.	Estudo Piloto	75
3.3.	Experimentação Final	79
3.3.1.	Primeira Fase	83
3.3.1.1.	Mundo Virtual criado para a Fase 1.....	85
3.3.1.1.1.	Monitoramento no Mundo Virtual.....	90
3.3.1.2.	Participantes	93
3.3.1.3.	Instrumento de Pesquisa	94
3.3.1.4.	Análise dos Dados	95
3.3.2.	Segunda Fase	96
3.3.2.1.	Mundo Virtual criado para a Fase 2.....	97
3.3.2.1.1.	Monitoramento no Mundo Virtual na segunda fase	102
3.3.2.2.	Participantes	103
3.3.2.3.	Instrumento de Pesquisa	104
3.3.2.4.	Análise dos Dados	105
3.3.2.5.	Validação do Mundo Virtual.....	106
3.3.3.	Terceira Fase.....	108
3.3.3.1.	Mundo Virtual criado para a Fase 3.....	109
3.3.3.1.1.	Monitoramento no Mundo Virtual na terceira fase	114
3.3.3.2.	Participantes	115
3.3.3.3.	Instrumento de Pesquisa	116
3.3.3.4.	Análise dos Dados	117
4.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	119
4.1.	Estudo Piloto	119
4.2.	Experimento Final	124
4.2.1.	Validação do Mundo Virtual.....	124

4.2.2.	Primeira Fase	131
4.2.2.1.	Análise do monitoramento das interações no Mundo Virtual	140
4.2.2.2.	Análise do Questionário de Avaliação do Mundo Virtual	144
4.2.3.	Segunda Fase	147
4.2.3.1.	Análise do monitoramento das interações no Mundo Virtual	154
4.2.3.2.	Análise do Questionário de Avaliação do Mundo Virtual	157
4.2.4.	Terceira Fase	163
4.2.4.1.	Análise do monitoramento das interações no Mundo Virtual	169
4.2.4.2.	Análise do Questionário de Avaliação do Mundo Virtual	172
4.3.	Interconexão dos Resultados	177
5.	CONCLUSÕES.....	186
5.1.	Contribuições Computacionais	190
5.2.	Contribuições Educacionais	191
5.3.	Limitações	193
5.4.	Trabalhos Futuros	194
	REFERÊNCIAS	197

1. INTRODUÇÃO

As evoluções das alternativas tecnológicas no decorrer das últimas décadas têm acarretado em mudanças nos métodos tradicionais de ensino, e, em suas formas de aplicação. As práticas de ensino apoiam-se, cada vez mais, em novos recursos tecnológicos, o que, naturalmente, repercute sobre o processo de aprendizagem (LONGHI, 2011).

De acordo com Guillermo (2016), a interconexão de iniciativas envolvendo as áreas da Educação e Informática possibilita:

[...] a criação de ambientes de aprendizagem interativos, uso de objetos de aprendizagem e a adoção de novas tecnologias aplicadas à educação, que apresentam, potencialmente, condições excepcionais, tanto para o desenvolvimento cognitivo, quanto para o incremento dos processos da autonomia intelectual e da tomada de decisões (Guillermo, 2016, p. 14).

Neste contexto exposto, a introdução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem proporcionado novas possibilidades de uso dos recursos computacionais, como elemento de apoio nos processos de ensino e de aprendizagem, dentre os quais se ressalta a implantação dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). A utilização de um ambiente de aprendizagem permite a criação de espaços virtuais para organizar cursos e disciplinas, administrar conteúdos e monitorar alunos nas modalidades presenciais, semipresenciais e a distância (SANTOS, 2016).

Longhi (2011) ressalta que estes ambientes reúnem potencialidades, como as descritas anteriormente, possibilitando a condução de transformações nos processos de ensino e de aprendizagem, que, por sua vez, inspiram pesquisas direcionadas ao desenvolvimento de novos modelos e encaminhamentos no uso da tecnologia. Dentre as possibilidades emergentes que têm sido exploradas no meio acadêmico, se torna importante ressaltar a crescente evolução tecnológica dos ambientes tridimensionais (3D). Isto resultou no desenvolvimento de variadas pesquisas no escopo educacional, como pode ser exemplificado nos trabalhos de Griol et al. (2014), Pellas (2014) e Troetst et al. (2015), que envolvem diferentes domínios de ensino, como a Computação e Química, efetuando a implementação de atividades didáticas neste tipo de ambiente para buscar atingir melhorias no processo de aprendizagem dos estudantes.

Este tipo de ambiente é denominado como Mundos Virtuais (MV), sendo também reconhecido na literatura como Ambientes Imersivos ou Metaversos. Para Bainbridge (2010), os Mundos Virtuais podem ser definidos como:

ambientes *online* persistentes (ou seja, continuam existindo mesmo depois que os usuários saem dele e as mudanças realizadas pelos mesmos são de certa forma permanentes) gerados por computador, onde as pessoas podem interagir, seja para o trabalho ou lazer, de forma comparável ao mundo real (Bainbridge, 2010, p. 1¹).

Conforme reconhecido por pesquisadores dos trabalhos citados anteriormente, os Mundos Virtuais podem ser vistos como uma alternativa pedagógica a ser explorada para complementar o ensino em sala de aula ou em tarefas a distância. Atividades didáticas que tem sua base calcada na experiência prática, tem nos Mundos Virtuais um campo propício para o desenvolvimento de variadas atividades de ensino, que podem ser complementadas com a utilização de diferentes recursos de apoio, como vídeos, imagens, textos e *slides*.

Christensen et al. (2013) ressaltam que paralelamente ao uso dos recursos computacionais oferecidos por este tipo de ambiente, o foco presente no lado educacional, que deve ser articulado pelo professor, se torna essencial, devendo ser cuidadosamente estabelecido e organizado. Segundo Nunes et al. (2016c), a autonomia fornecida neste tipo de ambiente, com uma abordagem educacional bem definida, pode auxiliar os estudantes no desenvolvimento de suas ações próprias, assim como em suas investigações acerca de novos conhecimentos, tendo como base os recursos presentes nestes ambientes 3D.

Neste contexto, diante do vasto campo de pesquisa a ser explorado com o uso das teorias e abordagens educacionais, algumas iniciativas têm sido aplicadas no escopo dos Mundos Virtuais. Trabalhos como o de Devlin et al. (2013) e Sajjanhar e Faulkner (2014) correlacionaram conceitos da Aprendizagem Experimental de Kolb (1984), buscando retratar as quatro etapas do ciclo proposto nas atividades didáticas realizadas no Mundo Virtual. Nos trabalhos de Wagner et al. (2012) e Gamage et al. (2011), foram elaboradas atividades didáticas baseadas no Construtivismo de Vygotsky (1980), enquanto que a pesquisa de Sgobbi et al. (2014) apresentou o uso de agentes inteligentes no papel de tutores educacionais nos Mundos Virtuais, correlacionando ao estudo *2 Sigma Problem*, criado por Bloom em 1984.

Buscando estreitar a interconexão dos Mundos Virtuais com a aplicação de abordagens educacionais para a condução de atividades didáticas, para o escopo desta pesquisa, a teoria educacional Mastery Learning (ML) foi selecionada, também conhecida como Aprendizagem por Maestria. Ela apresenta um método baseado na divisão de um tópico em unidades, com objetivos pré-determinados para cada uma, sendo um quadro pensado para planejar sequências

¹ Trecho traduzido de forma independente pelo autor deste trabalho.

de instruções, em que todos os estudantes possam atingir um nível de desempenho razoável em um determinado conteúdo (MARTELEIRA, 2010). Os alunos que demonstrarem dificuldades para atingir o percentual de sucesso necessário para avançar de unidade podem receber atividades de reforço por meio de tutorias, discussões e materiais complementares.

O uso desta teoria no escopo desta Tese surge como um instigante desafio a ser explorado, em virtude de ser necessário integrar sua aplicação ao planejamento didático de uma disciplina, e, concomitantemente, adotar os Mundos Virtuais como um ambiente complementar durante este processo. Desta forma, o estudo apresentado buscou articular um método de ensino focalizado em auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes, utilizando os Mundos Virtuais e ancorado pelos preceitos do Mastery Learning. A seção seguinte tem como objetivo contextualizar o leitor de como se determinou o desenvolvimento desta pesquisa, e, quais os motivos que levaram a adoção das abordagens apresentadas.

1.1. Contextualização da Pesquisa e Motivação

O desenvolvimento desta pesquisa está amparado em uma série de momentos e descobertas, que resultaram no crescente empenho por parte do autor em explorar as áreas de pesquisas abordadas neste trabalho. Em um primeiro momento, se torna importante destacar o interesse do pesquisador, oriundo da área de Informática, por pesquisas envolvendo a aplicação da tecnologia no campo educacional, fato que se iniciou em seu trabalho final de graduação e ganhou força durante o período de mestrado.

A atuação com Ambientes Virtuais de Aprendizagem, como o Moodle², e a construção de Mundos Virtuais, se fortaleceu neste último período, servindo como base para o projeto elaborado para admissão no Doutorado em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na linha de pesquisa “Ambientes Informatizados de Ensino-Aprendizagem e Ensino a Distância”. Neste período, o trabalho de orientação do professor Doutor José Valdeni de Lima, e, ao cursar a disciplina de Desenvolvimento de *Software* para Ambientes Imersivos, ministrada pela professora Doutora Liane Margarida Rockenbach Tarouco, possibilitaram que o pesquisador explorasse novas perspectivas de aplicação em Mundos Virtuais e ampliasse seu campo de conhecimento na parte tecnológica e educacional.

A escolha dos Mundos Virtuais teve como base as características presentes neste tipo de ambiente e a possibilidade de sua aplicação em diferentes áreas de ensino, ampliando o

² Disponível em <https://moodle.org/>

campo de pesquisa a ser explorado. A partir deste momento, se tornou possível iniciar o processo de delineamento do trabalho de Tese, em que o pesquisador buscou articular a aplicação dos Mundos Virtuais com uma base conceitual e educacional bem definida.

A elaboração do método proposto nesta pesquisa esteve centralizada na utilização dos princípios descritos pela teoria educacional do *Mastery Learning*, definida por Benjamin Bloom (1968). Tal teoria é defendida por ele, como uma abordagem de ensino que pressupõe que mais de 90% dos alunos podem aprender e alcançar os objetivos da aula no mesmo nível de domínio, se a eles forem fornecidas condições adequadas para aprendizagem. Tais adequações estão permeadas pelo uso dos recursos providos pelas TIC em consonância com a teoria educacional, sendo adotado no escopo deste trabalho os Mundos Virtuais como complemento para as atividades realizadas em sala de aula.

Desta forma, estabelecidas as áreas norteadoras deste trabalho, o pesquisador buscou planejar a condução do experimento a ser realizado e definir o local de aplicação dos testes, sendo selecionado o Colégio Militar de Porto Alegre. A oportunidade em se concretizar tais procedimentos neste local, se deu em virtude de um contato com uma colega do programa de Doutorado, que trabalhava na área de Informática do colégio, além de se considerar uma instituição pública com excelentes índices de aprovação dos estudantes.

Tal oportunidade propiciou um encontro com o professor da disciplina de Ciências do ensino fundamental, que se mostrou desde o início disposto e motivado a fazer parte deste projeto, sendo conduzidos os testes nesta disciplina. A área de Ciências, tradicionalmente, é caracterizada pelo uso de laboratórios físicos, que auxiliam na visualização e construção de experiências vistas de forma teórica em sala de aula.

Chiu (2015) explica que experiências de laboratório físicos em Ciências capacitam os alunos a interagir com fenômenos científicos observáveis, mas os estudantes muitas vezes não conseguem fazer conexões com os comportamentos de nível molecular subjacente. Experiências laboratoriais virtuais e visualizações baseadas em computador capacitam os alunos a interagir com conceitos científicos não observáveis, mas os estudantes podem ter dificuldades para se conectar a instâncias reais do fenômeno observado (GUILLERMO, 2016).

A possibilidade de construção de laboratórios nos Mundos Virtuais, se configurou como uma instigante alternativa a ser explorada nos testes realizados, o que reforçou a escolha pela disciplina de Ciências. Portanto, neste cenário foi estabelecida a pesquisa desta Tese de Doutorado, tendo um caso de estudo na área de Ciências, mas cuja aplicação do método proposto está voltada para variados domínios, sendo independente desta área.

1.2. Problema de investigação

Perante o panorama descrito anteriormente, esta pesquisa propõe contribuir com avanços científicos no âmbito da área de Informática na Educação, levando em consideração o escopo dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Mundos Virtuais. A proposta de uma nova abordagem, calcada nos princípios da teoria Mastery Learning, com a utilização dos Mundos Virtuais, busca fornecer subsídios para responder a seguinte questão de pesquisa norteadora deste trabalho:

Como melhorar o desempenho dos estudantes em seu processo de aprendizagem, por meio da utilização de um método de ensino, pautado nos preceitos descritos na teoria Mastery Learning e integrado aos Mundos Virtuais?

Para isto, foram necessários definir os objetivos específicos, que fundamentaram a realização deste trabalho e auxiliaram a atingir o objetivo geral proposto, sendo descrito na próxima subseção.

1.3. Objetivo geral

A pesquisa descreve a articulação de um estudo sobre a forma de condução das atividades de ensino, com o intuito de melhorar o processo de aprendizagem dos estudantes, o qual está ancorado por uma base educacional proposta por Benjamin Bloom em 1968, denominada de Mastery Learning. A adoção dos Mundos Virtuais está centralizada na construção de ambientes 3D, voltados para complementar o ensino realizado em sala de aula, estando sua forma de utilização baseada nas proposições deste método proposto.

Assim, o objetivo deste trabalho de Tese está centralizado na proposição e utilização de um método de ensino pautado na aprendizagem com o uso de Mundos Virtuais e preceitos do Mastery Learning, buscando resultar em melhorias no desempenho dos estudantes e disponibilizar novas alternativas para serem utilizadas no meio acadêmico.

1.4. Objetivos específicos

Para atingir o objetivo proposto, também foi necessário executar as seguintes etapas:

- Realizar o levantamento teórico e estudo das abordagens selecionadas para a elaboração desta pesquisa;

- Definir a infraestrutura tecnológica necessária para o desenvolvimento do protótipo, a fim de nortear as ações desta pesquisa;
- Estabelecer os padrões metodológicos adotados para a proposição do método exposto, levando em consideração as áreas abordadas;
- Construir um Mundo Virtual para utilização nos experimentos deste trabalho;
- Articular a forma de condução dos experimentos com usuários, e, estabelecer o método mais adequado para efetuar a análise dos dados obtidos;
- Identificar potencialidades e fragilidades no método proposto, e, qual seu impacto no processo de ensino e de aprendizagem dos estudantes.

1.5. Métodos e práticas

Esta pesquisa está pautada na condução de uma abordagem focada em apresentar uma alternativa para o processo de ensino adotado pelo professor, e, desta forma, objetivar a melhoria da aprendizagem dos estudantes. O método proposto inclui diversas etapas, que se iniciam na forma de condução e planejamento de uma disciplina, levando em consideração como serão conduzidas as atividades presenciais e nos ambientes virtuais, formulados os materiais de aprendizagem e estabelecidas as avaliações aplicadas pelo professor.

Foi a proposta a utilização do Mastery Learning juntamente aos Mundos Virtuais, buscando integrar sua forma de aplicação aos recursos providos neste tipo de ambiente. Corroborando esta proposta, está a implantação desta teoria no escopo tecnológico, que vem ganhando força nos últimos anos, sendo explicado por Marteleira (2010) que:

as TIC têm, no que se refere à operacionalização do Mastery Learning, um grande potencial de elaboração de atividades interativas de remediação e de enriquecimento, facilitando assim ao professor o desenvolvimento das unidades de aprendizagem, seguindo os princípios e a sequência subjacentes ao ML (Marteleira, 2010, pag. 22).

Desta forma, este trabalho não está centralizado na simples utilização dos Mundos Virtuais ou adoção de uma teoria educacional, mas alinhado a construção de uma forma de ensino que esteja baseada em ambas áreas descritas anteriormente. Tal investigação científica objetiva fornecer possíveis desdobramentos referentes ao significado presente na adoção deste método, o que isso reflete no desempenho dos estudantes, quais as possíveis motivações para um maior ou menor percentual de sucesso nas atividades idealizadas, e, quais as ações corretivas possíveis de serem implantadas futuramente no método proposto neste trabalho.

1.6. Estrutura do texto

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, inicialmente partiu-se da construção de um referencial teórico no capítulo 2, abordando as áreas de interesse que norteiam o tema de estudo em questão, sendo as seguintes: Mundos Virtuais e Mastery Learning. Os trabalhos correlatos, apontando pesquisas publicadas, finalizadas ou em andamento, que envolvam as abordagens utilizadas neste trabalho, também são apresentados no capítulo 2.

O capítulo 3 descreve o planejamento da pesquisa, abordando os aspectos metodológicos envolvidos, incluindo a etapa da revisão bibliográfica, o tipo de pesquisa adotada, o Mundo Virtual construído, os experimentos realizados, assim como, o universo de participantes nesses, além da análise dos dados e estudo de suas correlações.

No capítulo 4 é apresentado o Estudo Piloto, primeira etapa dos testes sobre a proposta, no qual os resultados preliminares são discutidos, com o intuito de se obter as indagações suplementares para a segunda etapa do estudo. Este capítulo apresenta também o processo de experimentação final, discorrendo sobre os resultados obtidos com as análises realizadas e efetuando uma discussão de seus desdobramentos.

Por fim, o capítulo 5 trata das conclusões deste trabalho de Tese, de forma a apresentar uma análise sobre a pesquisa realizada, quais contribuições e limitações foram identificadas, assim como, que direções futuras podem ser idealizadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No decorrer dos últimos anos, uma expansão significativa pôde ser constatada acerca do uso das TIC no contexto educacional do país, proporcionando novas possibilidades de aplicação dos recursos computacionais, como elemento de apoio e motivação nos processos de ensino e aprendizagem. Tal constatação pode ser corroborada pela pesquisa TIC Educação, que é uma análise acerca do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras (privadas ou públicas), efetuada pelo órgão CETIC.BR.

Dados provenientes da pesquisa realizada em 2016³, atualmente a última disponível, mostram que 75% dos professores passaram a realizar avaliações mais individualizadas dos alunos com o uso das tecnologias nas atividades pedagógicas. Adjunto a esta constatação, um total de 85% dos professores passou a adotar novos métodos de ensino, e, 94% deles tiveram acesso a materiais de melhor qualidade e/ou mais diversificados. Tal levantamento expôs este importante indicador do uso da tecnologia nas atividades educacionais planejadas pelo professor, o que reflete um cenário animador para a implementação de pesquisas nas escolas em diferentes modalidades de ensino. Considera-se que a introdução de novos meios tecnológicos e metodologias de ensino irão produzir efeitos positivos na aprendizagem, porque esses meios poderão modificar e melhorar o modo como os professores ensinam e também como os alunos aprendem (LEITE, 2014).

Entre as modalidades já descritas anteriormente, se torna importante destacar a semipresencial, também chamada de educação híbrida ou flexível, como um contexto educacional que combina atividades a distância com o ensino presencial (CAMILLO, 2011). Ribeiro et al. (2014) ressaltam que o número de cursos semipresenciais está aumentando desde 2000, possibilitando também o aumento do acesso à educação juntamente com cursos predominantemente *online*, sendo utilizados os Ambientes Virtuais de Aprendizagem como apoio neste processo. O objetivo principal deste tipo de ambiente é prover uma infraestrutura para organizar e apoiar o aprendizado, sendo ela no apoio à aula presencial, ou, servindo de base para aulas e cursos a distância, possuindo ferramentas para exibição de conteúdos, avaliações, monitoramento e comunicação (TAROUCO et al., 2010).

No que concerne à utilização dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem nas atividades didáticas planejadas pelo professor em tal modalidade, Webster et al. (1997) entendem que, de

³ Dados retirados da pesquisa TIC Educação 2016, disponível em: http://cetic.br/media/analises/tic_educacao_2016_coletiva_de_imprensa.pdf

maneira geral, os professores podem ser considerados como os atores principais neste tipo de ambiente. Straforini (2004) corrobora afirmando que o aluno é colocado de forma passiva, como um receptáculo de um bloco de conhecimentos fragmentados e hierarquizados, para serem memorizados e reproduzidos.

Entretanto, ao longo dos últimos anos, a inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação no meio educacional tem auxiliado a alterar progressivamente este cenário. O uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, jogos educacionais, recursos de Realidade Aumentada e aplicativos para dispositivos móveis tem auxiliado a modificar a forma de ensino e aprendizagem, proporcionando aos professores novas alternativas a serem exploradas.

A implementação dos Mundos Virtuais pode ser considerada como uma alternativa a ser empreendida neste contexto, envolvendo a modalidade semipresencial, com a realização de atividades complementares no período inverso ao presencial, ou, em atividades extras nos laboratórios de informática da instituição de ensino. As características presentes neste ambiente, como imersão, colaboração, comunicação e interação podem criar novas possibilidades, em que os estudantes no momento da realização das atividades educacionais se tornam mais ativos e exploram novas oportunidades de aprendizado no Mundo Virtual.

Tais constatações são corroboradas por Fernández-Gallego et al. (2013) e Rafalski et al. (2014), que entendem que os estudantes passam de meros espectadores para protagonistas do processo de aprendizagem, de forma mais autônoma. Em complemento a esta asserção, Chow (2016) explica que em um ambiente virtual 3D, os estudantes estão livres para explorá-lo, no qual, a aprendizagem se caracteriza por ser mais ativa e participativa, ao invés de estar centralizada em ouvir e absorver informações.

Neste contexto, se torna importante considerar a inclusão de uma teoria educacional que esteja dentro da linha de pensamento adotada para esta modalidade, o que reflete na abordagem adotada neste trabalho de Tese. O Mastery Learning tem como um de seus princípios a realização de atividades complementares, as quais podem vir a serem planejadas em um período não presencial, com o auxílio de alguma ferramenta provida pelas TIC.

No escopo deste trabalho, a adoção dos Mundos Virtuais foi definida para complementar as atividades de reforço e especialização necessárias para os alunos, conforme descrito nos preceitos do Mastery Learning. O Estudo Piloto realizado esteve focalizado na área de Algoritmos e Lógica de Programação, servindo como embasamento e construção de conhecimentos para a aplicação do experimento final. Desta forma, a escolha da área de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental para o estudo final deste trabalho leva em

consideração o fato de que este tipo de área mescla conteúdos práticos e teóricos, sendo um campo propício a ser pesquisado nos moldes desta pesquisa.

Neste contexto, se torna importante esclarecer que o Ensino Fundamental no Brasil, obrigatório e gratuito, tem duração de nove anos, sendo organizado e tratado em duas fases: a dos cinco anos iniciais e a dos quatro anos finais (BRASIL, 2013). Os conteúdos sistematizados que fazem parte do currículo são denominados componentes curriculares, os quais, por sua vez, se articulam às áreas de conhecimento, entre elas, as Ciências da Natureza (BRASIL, 1998).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) propõem conhecimentos em função de sua importância social, de seu significado para os alunos e de sua relevância científico-tecnológica, organizando-os nos eixos temáticos “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde”, “Tecnologia e Sociedade” e “Terra e Universo”. A disciplina selecionada para o experimento final neste trabalho abrange o ensino de Ciências da Natureza, atendendo orientações do currículo para o ensino fundamental de escolas brasileiras, e aos eixos temáticos “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde”, “Tecnologia e Sociedade” e “Terra e Universo”, propostos pelos PCN (BRASIL, 1998).

Efetuada esta breve contextualização teórica para esclarecer ao leitor alguns pontos importantes envolvendo o desenvolvimento deste trabalho, as seções seguintes visam explorar e apresentar conceitos, objetivos, características, pesquisas relacionadas e demais informações inerentes aos tópicos abrangidos nesta Tese.

2.1. Mundos Virtuais

A nomenclatura escolhida neste trabalho para referenciar tal abordagem está limitada ao uso dos termos Mundos Virtuais ou Ambientes Imersivos, predominantes em grande parte dos trabalhos desenvolvidos atualmente, visto que a ausência de um consenso acerca desta nomenclatura ainda se faz presente entre os pesquisadores. No meio acadêmico, podem ser encontradas diferentes maneiras de se referir a esses ambientes, como pode ser visto em pesquisa efetuada por Voss (2014), e atualizada neste trabalho:

- *3D Virtual Worlds* (3DVW) ou Mundos Virtuais 3D – Livingstone et al. (2011), Carmo (2013), Antonio (2016) e Xenos et al. (2017);
- *Digital Virtual World 3D* (DVW3D) ou Mundos Digitais Virtuais em 3D – Moretti e Schlemmer (2012) e Reinhard (2012);
- *Metaverse* ou Metaverso – Reinhard (2012), Griol et al. (2014) e Amaral (2015);

- *Multi-User Virtual Environment* (MUVE) ou Ambientes Virtuais Multi-Usuários – Allison et al. (2012), Ivory (2012), Reinhard (2012) e Khan e Safaan (2017);
- *Persistent Online World* ou Ambientes Online Persistentes – Ivory (2012);
- *Three-dimensional Collaborative Virtual Environments* (3D CVE) ou Ambientes Virtuais Tridimensionais Colaborativos - Schmeil (2012) e Poppe et al. (2017).

Esses são alguns termos cunhados por diferentes pesquisadores que têm trabalhado com este tipo de abordagem. Esta dificuldade de unificação de um termo pode ser estendida ao processo de definição formal de um conceito referente aos Mundos Virtuais. Diferentes definições têm sido atribuídas a estes ambientes, conforme apresentado a seguir.

Soto (2013) fornece uma definição mais ampla, na qual os Mundos Virtuais são simulações computadorizadas, que oferecem um espaço gráfico tridimensional que representa um ambiente físico, no qual os usuários podem interagir entre si, e, manipular o ambiente com a criação e modificação de objetos. Griol et al. (2014) têm o entendimento de que os Mundos Virtuais podem ser considerados ambientes gráficos simulados por computador, no qual os seres humanos convivem com outros usuários através de seus *avatares*.

Em uma definição considerada mais completa pelo autor deste trabalho e utilizada como base nesta pesquisa, Xenos et al. (2017) consideram os Mundos Virtuais como ambientes *online* gráficos e interativos tridimensionais imersivos, que podem ser uma réplica de um lugar físico existente ou um lugar imaginário, ou mesmo, lugares que são impossíveis de visitar na vida real devido a restrições, como o alto custo e/ou questões de segurança. Descritas as definições gerais acerca dos Mundos Virtuais, uma análise dos recursos presentes neste tipo de ambiente torna-se necessária, para fornecer uma visão mais ampla da engenharia de funcionamento e elementos que compõe este ambiente.

Normalmente, os usuários podem navegar em todo o cenário disposto no ambiente, interagir com objetos (tocar, guardar, empurrar itens, etc.), ou, conversar com outros usuários do Mundo Virtual (RICO et al., 2017). Conforme descrito por Colin et al. (2010), os usuários criam suas representações virtuais por meio de *avatares*, que possuem um inventário pessoal associado a eles, no qual podem estar contidos objetos, como vestimentas, carros, prédios, entre outros tipos de elementos. Panich (2015) complementa esta asserção ao esclarecer a definição de um *avatar* como uma representação gráfica do usuário, que é visível dentro do Mundo Virtual.

O processo de comunicação neste tipo de ambiente é constituído por um ou mais usuários conectados em um espaço virtual tridimensional, sendo possível trocar informações pelo canal de *chat* disponibilizado no ambiente (SCHETTINO, 2015). Os *avatares* podem se movimentar de diferentes formas, seja caminhando, correndo, voando ou se teletransportando de uma região para outra dentro do Mundo Virtual.

Carmo (2013) e Voss (2014) explicam o significado do termo região, as quais podem ser criadas no formato de pequenos terrenos (256m x 256m), que podem estar tanto interligadas, quanto separadas geograficamente no Mundo Virtual. Desta forma, a distribuição desses terrenos obedece uma matriz bidimensional (X e Y), para que estes mesmos possam ser posicionados, sem que ocorram conflitos de posicionamento.

Os Mundos Virtuais são baseados em um sistema de coordenadas cartesianas contendo três eixos: Eixo X, Eixo Y e Eixo Z. Cada região no Mundo Virtual tem um conjunto único de coordenadas cartesianas, conforme pode ser visto na Figura 1, em que o objeto representado por uma caixa está localizado na posição das coordenadas <149.839, 27.918, 21.873>.

Figura 1– Sistema de coordenadas com os eixos X, Y e Z



Fonte: imagem capturada pelo autor com o visualizador Singularity no Mundo Virtual

Nelson e Erlandson (2012) explicam que cada objeto está localizado por meio destes três eixos de coordenadas, visto que nenhum objeto ou *avatar* pode ser inserido, ou, se movimentar para um local que não possua uma coordenada previamente especificada, por exemplo, em uma região inexistente dentro do Mundo Virtual. Portanto, todos objetos devem estar posicionados dentro das limitações de uma região e sempre irão conter uma posição geográfica definida pelos três eixos cartesianos.

Para a visualização e interação com o Mundo Virtual, se torna necessário a instalação de uma aplicação conhecida como *viewer*, na qual o usuário poderá interagir e realizar suas atividades. Nunes et al. (2013) explicam que esta aplicação fornece suporte para a visualização, importação e exportação de objetos, e, demais recursos relacionados aos Mundos Virtuais.

Segundo os autores, a escolha dessa ferramenta é um fator determinante, pois deve estar de acordo com aquilo que o usuário pretende exercer dentro do ambiente, visto que a escolha errada pode impedir, limitar ou dificultar a realização das atividades propostas. Como exemplos de *viewers*, temos o Singularity⁴, Firestorm⁵ e Imprudence⁶.

Morgado (2011) entende que as plataformas de Mundos Virtuais disponibilizam um espaço virtual compartilhado por vários usuários, proporcionando ferramentas de produção de conteúdo focadas nas características ou necessidades dos usuários finais, não dos especialistas, mas que, ainda assim, são usadas por alguns especialistas para produção de espaços complexos. Como exemplo de Mundos Virtuais que têm sido utilizados por diferentes pesquisadores, estão Active Worlds⁷, Open Simulator⁸ (OpenSim), Second Life⁹ (SL), Sansar¹⁰ e OpenWonderland¹¹.

Active Worlds pode ser considerado como um dos pioneiros na exploração dos Mundos Virtuais, tendo sua origem em meados de 1995, mantendo uma estrutura robusta e com um grande número de usuários até hoje. Conforme Kotsilieris e Dimopoulou (2013), os usuários podem acessar o ambiente com um nome único para seu *avatar*, por meio de um navegador (*browser*), interagindo em mundos 3D que foram construídos pelos demais usuários.

No contexto educacional, um exemplo de espaço virtual criado é o Active Worlds Education Universe (AWEDU), cujo foco está no fortalecimento e desenvolvimento de atividades utilizando diferentes teorias educacionais (KOTSILIERIS E DIMOPOULOU, 2013). A Figura 2 apresenta um exemplo de interação no Mundo Virtual do Active Worlds, em que, os usuários estão participando de uma conferência virtual.

⁴ Disponível em: <http://www.singularityviewer.org/>

⁵ Disponível em: <http://www.firestormviewer.org/>

⁶ Disponível em: <http://wiki.kokuaviewer.org/wiki/Imprudence:Downloads>

⁷ Disponível em: <https://www.activeworlds.com/web/index.php>

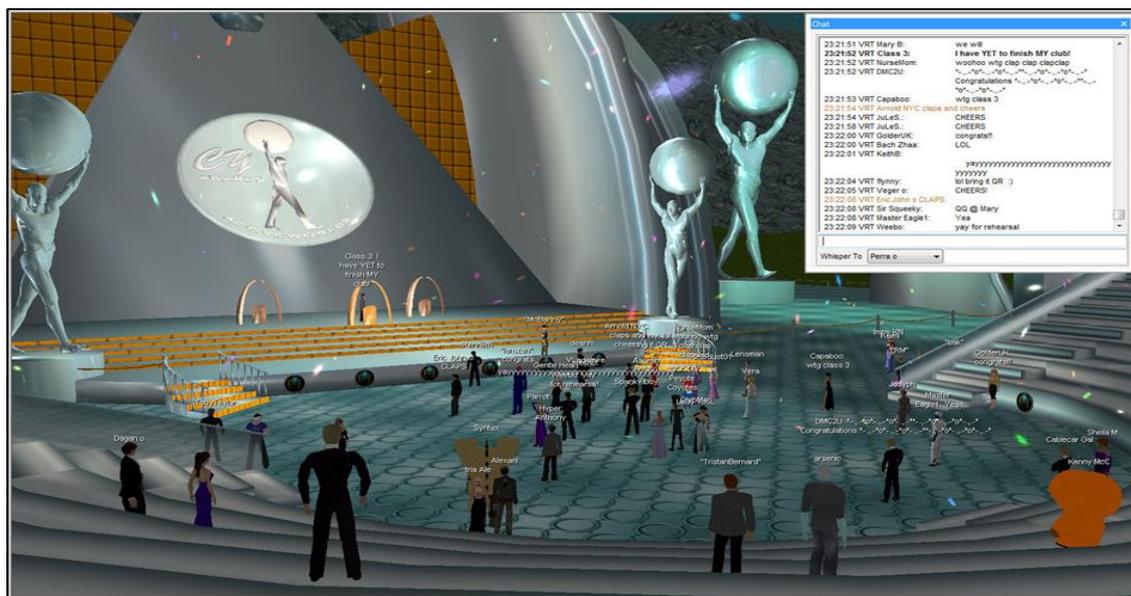
⁸ Disponível em: http://opensimulator.org/wiki/Main_Page

⁹ Disponível em: <http://secondlife.com/>

¹⁰ Disponível em: <https://www.sansar.com/>

¹¹ Disponível em: <http://openwonderland.org/>

Figura 2 – Conferência virtual no Active Worlds



Fonte: ilustração retirada da página Active Worlds for Teens¹²

Apesar dos pontos positivos apresentados, a ausência de um controle maior por parte do desenvolvedor, personalização dos recursos do ambiente e ausência de código aberto, acabam por estreitar suas vantagens, no que concerne à sua aplicação no âmbito educacional. Já o Second Life é um Mundo Virtual 3D *online* de licença proprietária, que conta com uma base extensa de usuários, tendo como características a escalabilidade de operação, troca de mensagens e manipulação das regiões e objetos. Este ambiente teve o seu início em 2007 com o objetivo de proporcionar uma plataforma flexível e modular para a criação de ambientes virtuais personalizados (GOMES, 2016).

Conforme Konstantinidis et al. (2010), o Second Life pode ser considerado um ambiente ideal para a aprendizagem experiencial, visto que, embora não tenha sido criado com propósitos educacionais, esta solução foi adotada por diversas instituições de ensino, como ferramenta de suporte para a realização de atividades educacionais, principalmente a distância.

A Figura 3 apresenta uma visão geral do Second Life, que possibilita a percepção de como é a aparência visual deste ambiente, na qual podem ser visualizados diferentes tipos de cenários, além da visualização de variadas exterioridades (aparência, roupas, etc.) que os *avatares* podem assumir. Devido ao fato de múltiplos recursos serem privados e pagos, a sua utilização no meio educacional perdeu intensidade e mercado para soluções gratuitas, como o Open Wonderland e OpenSim.

¹² Disponível em: <http://virtualworldsforteens.com/review/active-worlds/>

A mesma empresa criadora do Second Life (Linden Research¹³) tem avançado significativamente na construção de uma nova plataforma geradora de Mundos Virtuais, conhecida como Sansar. Esta nova alternativa surge como uma evolução de todas as plataformas criadas anteriormente, com resolução gráfica em alta definição, maior suporte à criação de *scripts* na linguagem C#, e ao uso de recursos de Realidade Aumentada com óculos especiais, em que o ambiente modelado é apresentado, e as ações do usuário que está utilizando os óculos no espaço real são replicadas para dentro do Mundo Virtual.

Figura 3 – Imagem ilustrativa do Second Life



Fonte: montagem criada pelo site MMOHuts¹⁴

Com relação ao Open Wonderland, ele é constituído por um conjunto de ferramentas de código aberto para criação de Mundos Virtuais 3D colaborativos, em que os usuários podem se comunicar utilizando o canal do *chat* e interagir com aplicações compartilhadas e cooperativas, em áreas como a educacional, social ou de negócios (KOTSILIERIS e DIMOPOULOU, 2013). É um *software* em desenvolvimento ativo, que surgiu como uma alternativa aos Mundos Virtuais OpenSim e Second Life, que já estão plenamente estabelecidos no meio acadêmico. A Figura 4 apresenta um exemplo de atividade que pode ser realizada neste ambiente, sendo representada a visualização de arquivos Portable Document Format (PDF) no Mundo Virtual.

¹³ Disponível em: <https://www.lindenlab.com/>

¹⁴ Disponível em: http://cdn.mmohuts.com/wp-content/uploads/2015/03/Second_Life_604x423.jpg

Figura 4 – Avatares visualizando uma apresentação em PDF



Fonte: retirado do site pessoal de Johanna Pirker¹⁵

Quanto ao OpenSim, ele é uma aplicação *open source*, multiplataforma e com acesso compartilhado de usuários, que permite indivíduos e empresas do mundo todo personalizarem os seus Mundos Virtuais baseados em suas preferências de tecnologia (KICKMEIER-RUST E ALBERT, 2013). Tal como o Second Life, o OpenSim possui diversas funcionalidades, como a comunicação entre usuários, modelagem gráfica de objetos 3D e possibilidade de interação com o ambiente virtual (GOMES e FIGUEIREDO, 2014). A Tabela 1, elaborada por Gomes (2016) em seu trabalho de Tese, especifica algumas das principais diferenças e similaridades existentes entre estes dois ambientes.

Tabela 1 – Características dos Mundos Virtuais OpenSim e Second Life

Características	Mundos Virtuais	
	<i>Second Life</i>	<i>OpenSim</i>
Licença	Proprietária	Gratuita
Linguagem de Programação do Servidor	C#	C#
Linguagem de Programação de <i>Scripts</i> Suportadas	LSL	LSL; OSSSL; C#; Java Script e VB.NET
Criação de Objetos	Limitado	Livre
Ocupação de Terrenos	Limitado	Livre
<i>Chats</i> e Mensagens	Sim	Sim
Áudio-Conferência	Sim	Sim

Fonte: retirado da Tese de Doutorado de Gomes (2016)

¹⁵ Disponível em: <http://jpirker.com/open-wonderland-wednesday-student-presentations/>

Apesar de existirem algumas características similares entre os ambientes, se torna importante ressaltar as diferenças existentes entre eles. O OpenSim apresenta uma maior diversidade de opções e quantidade de recursos gratuitos, sendo possível destacar o fato do código do ambiente ser aberto e possível de modificar, além da criação ilimitada de regiões, objetos 3D e suporte a um número maior de linguagens de programação na criação de *scripts*.

No caso do Open Wonderland, ele apresenta alguns diferenciais, como interação com planilhas e documentos dentro do ambiente, provendo um maior grau de imersão aos usuários. Porém, o nível de detalhamento gráfico e robustez ainda necessitam ser aprimorados, quando comparado com os ambientes OpenSim e Second Life. Com relação ao Sansar, devido ao ambiente estar em processo de desenvolvimento, não se torna adequado identificar vantagens e desvantagens de forma consistente no presente momento.

A Figura 5 ilustra um *avatar* realizando uma atividade denominada “*Quiz*”, a qual consiste em uma sequência de questionamentos a serem respondidos por ele, o que permite uma avaliação imediata do seu desempenho. Diferentes tipos de atividades, como assistir a vídeos, ler *slides* e textos, também podem ser realizadas pelo *avatar* no OpenSim.

Figura 5 – *Avatar* respondendo às questões no Mundo Virtual



Fonte: imagem capturada pelo autor no Mundo Virtual criado

A escolha do ambiente OpenSim para o desenvolvimento desta pesquisa foi embasada nos preceitos a seguir: acesso gratuito a todos os seus recursos, código aberto, ampla comunidade de usuários com extensa documentação e em constante evolução em suas versões,

possibilidade de importação de objetos 3D de repositórios *online* e programas como Sketchup¹⁶, além de permitir a criação de agentes virtuais. Esta escolha é embasada também na descrição realizada por Banerjee et al. (2013), na qual o OpenSim é considerado uma ferramenta melhor para o desenvolvimento de conteúdos educacionais, uma vez que está disponível gratuitamente e todos os arquivos podem ser recuperados no formato “OAR”, podendo serem compartilhados e utilizados pelo usuário em qualquer espaço dentro deste escopo.

2.1.1. Mundos Virtuais aplicados na Educação

Em uma concepção mais centrada no ponto de vista educacional, Orgaz et al. (2012) entendem que os Mundos Virtuais têm como objetivo disponibilizar espaços 3D, onde o estudante pode transitar e vivenciar experiências em um ambiente altamente interativo. Nelson e Erlandson (2012) corroboram com esta definição, afirmando que são espaços tridimensionais simulados por computador, que podem ser explorados em primeira ou terceira pessoa, através de uma representação gráfica denominada *avatar*.

A intensificação do uso deste tipo de ambiente em diferentes campos de aplicação possibilitou a sua inserção no âmbito educacional, do qual emergem novas perspectivas de uso destes recursos computacionais. Johnson et al. (2009) entendem que estes ambientes podem oferecer um novo tipo de abordagem, na qual os usuários passam de um estado considerado passivo e observatório, para se tornarem sujeitos mais ativos dentro do Mundo Virtual.

Oliveira et al. (2016) entendem que, em um Mundo Virtual planejado com estes fins educacionais, os multiusuários têm a possibilidade de circular livremente e desenvolver seus processos de ensino e aprendizagem, conforme sua própria demanda. Esta linha de pensamento é corroborada por Simsek e Can (2016), os quais afirmam que ao proporcionar aos alunos a liberdade de escolher o tipo de material de aprendizagem a explorar, isto os torna indivíduos ativos em seu processo de aprendizagem, desenvolvendo assim a impressão de autoria durante este processo. A diversidade de recursos neste tipo de ambiente, tendo como exemplo o uso de *chat* via texto ou voz, navegar pelos cenários dispostos e interagir com os elementos presentes no Mundo Virtual, pode gerar um cenário propício para que este tipo de transformação de atitude ocorra.

Portanto, a criação de ambientes imersivos voltados à educação necessita que diversos fatores sejam considerados, por exemplo, objetivos pedagógicos e estratégias de ensino bem

¹⁶ Disponível em: <http://www.sketchup.com/pt-BR>

definidas com base em teorias de aprendizagem, *design* amigável e objetos capazes de incentivar a interação entre os usuários (HERPICH et al., 2014). Pois, segundo Medina (2004), a aprendizagem obtida através das experiências pessoais dos participantes e das suas interações com outros participantes se tornam produtivas, consolidadas e dinâmicas.

É importante ressaltar que apesar destes indícios positivos identificados na realização de atividades educacionais neste tipo de ambiente, os Mundos Virtuais possuem diferentes tipos de limitações em seu modo de aplicação, diversas destas comprovadas durante o período de testes realizados nesta pesquisa. Potkonjaka et al. (2016) explicam que este tipo de ambiente não foi criado para fins educacionais, sendo necessário a realização de treinamentos com os usuários, ressaltando também a complexidade existente em criar objetos 3D, o que exige o uso de *softwares* específicos, como SketchUp e Blender¹⁷, que fornecem o suporte adequado para a modelagem e exportação destes elementos para o Mundo Virtual.

Problemas envolvendo a dificuldade de acesso ao ambiente, devido à instabilidade na velocidade de conexão da Internet e recursos limitados de *Hardware*, também podem ser considerados como empecilhos para sua utilização. Pesquisas que abordam tais dificuldades podem ser vistas em Young (2010), Smith-Robbins (2011) e Nunes et al. (2017b).

Muñoz-Cristobal et al. (2015), de forma complementar, apresentam quatro limitações ao uso dos Mundos Virtuais nas práticas educativas, sendo: a) escassez de acesso aos recursos; b) ausência de ferramentas de autoria para professores; c) impossibilidade de reutilização de objetos de aprendizagem em outras plataformas; d) o isolamento destes ambientes em relação a outras tecnologias. Os autores ressaltam pontos importantes a serem considerados no momento da criação de Mundos Virtuais, em que o professor poderá ter dificuldades em criar de forma autônoma objetos e *scripts* no ambiente, visto que este processo exige conhecimentos tecnológicos mais avançados. Agregado a isto, está a constatação de que os recursos criados no Mundo Virtual são mais complexos de serem replicados para demais ambientes de aprendizagem, como o Moodle.

A reutilização de objetos de aprendizagem já pode ser levada em consideração de forma mais positiva, visto que diferentes tipos de recursos multimídias podem ser utilizados dentro do Mundo Virtual. No formato proposto neste trabalho, em que são utilizados materiais de aprendizagem como *slides*, textos, vídeos e questões, tais recursos podem ser replicados para diferentes ambientes de aprendizagem, inclusive no Mundo Virtual, o que fornece uma maior flexibilidade ao trabalho do professor. É importante ressaltar que, no caso dos objetos 3D e

¹⁷ Disponível em: <https://www.blender.org/>

simulações, estes não podem ser replicados para demais ambientes, como o Moodle, visto que se trata de um formato específico a ser criado e utilizado no Mundo Virtual.

Adjunto a estas dificuldades, está a curva de aprendizagem que é necessária para os desenvolvedores possam ter a oportunidade de criar simulações e demais tipos de atividades no Mundo Virtual. Avila et al. (2014) enfatiza que, apesar do potencial pedagógico dos Mundos Virtuais, os professores ainda sentem de forma significativa a falta de habilidades computacionais para lidar com tais recursos.

Dias e Filho (2013) destacam a existência de sentimentos negativos quando as pessoas estão enfrentando um novo produto tecnológico, gerando resistência em seu uso. Professores em formação e demais docentes com mais anos de experiência têm tido o desafio de se atualizarem e aceitarem a oscilação de mudanças em sala de aula, no que concerne ao uso da Tecnologia na Educação, em que estes primeiros têm o benefício de serem considerados nativos digitais, ou seja, já estarem contextualizados em um meio altamente tecnológico e informatizado.

Em consonância com isso está o pensamento de Fullan (2013), que entende que nas escolas têm ocorrido um efeito *push-pull*, em que tanto estudantes, quanto professores, estão sendo empurrados para longe da educação formal e puxados para a tecnologia fora da sala de aula. Jacka (2015) ressalta que os professores que estão implementando novas abordagens pedagógicas usando tecnologia são extremamente conscientes dos inúmeros problemas que emergem quando tentam mudar a sala de aula tradicional. Isso pode ser considerado um ponto relevante, que durante o experimento realizado nesta pesquisa, foi possível notar que os professores buscam articular as atividades de forma mais segura e sem mudanças bruscas, com o receio de que isto possa gerar problemas para os alunos.

Neste contexto, se torna importante ressaltar que as dificuldades e sentimentos negativos podem ser contornados e minimizados com determinadas ações no planejamento de construção de um Mundo Virtual, como a articulação de uma equipe multidisciplinar. Esta equipe pode ser formada por pessoas oriundas da área de tecnologia, que podem fornecer o suporte adequado e efetuar a construção do ambiente, enquanto que as demais pessoas relacionadas à educação e/ou da área de conhecimento em que o projeto está sendo construído podem fornecer o apoio pedagógico necessário para a condução das atividades.

A ausência de suporte para acesso utilizando dispositivos móveis também pode ser considerada como um dos principais problemas enfrentados atualmente nas pesquisas desenvolvidas com Mundos Virtuais, conforme pode ser visto na pesquisa de Voss et al. (2013). Moran et al. (2013) destacam que as tecnologias móveis trazem grandes desafios, pois

descentralizam os processos de gestão do conhecimento e permitem o aprendizado a qualquer hora e em qualquer lugar.

Em virtude da eminente evolução dos dispositivos móveis e sua crescente utilização, se torna uma tendência que os participantes queiram acessar este tipo de ambiente em seus dispositivos móveis. Tal suporte já pode ser considerado como um dos principais requisitos a serem explorados futuramente, em que somente uma solução mais robusta, conhecida como Lumiya¹⁸, está disponível atualmente para acessar um Mundo Virtual. Voss et al. (2013) ressaltam que se trata de um *software* proprietário, que demanda de recursos de *Hardware* mais robustos para que o ambiente possa ser acessado, o que dificulta este processo.

O pensamento compartilhado por Jacka (2015) reflete a situação atual, em que a autora acredita que existe um senso comum de que os Mundos Virtuais estão em um processo de construção, e ainda há muito a ser feito antes que os professores, estudantes e gerentes adotem plenamente esta solução como um espaço de aprendizado. Apesar das desvantagens descritas, os benefícios providos neste tipo de abordagem têm se mostrado instigadores para prosseguir no desenvolvimento de cenários e simulações com caráter educacional. Chow (2016) destaca que os benefícios e recursos deste ambiente propiciam que pessoas, lugares e objetos se tornem concretos e tangíveis no Mundo Virtual, estimulando a percepção experiencial do usuário.

É importante ressaltar as possibilidades inerentes ao desenvolvimento de atividades de cunho prático e simulações neste tipo de ambiente, que demonstram experimentos que corriqueiramente são difíceis de serem visualizados em laboratórios reais, devido aos custos e/ou perigos intrínsecos à execução destes junto aos alunos. Pellas (2014) destaca que as simulações interativas fornecem uma ilusão plausível, que permite aos usuários terem uma experiência que reflita situações realistas usando este tipo de ambiente.

Desta forma, os Mundos Virtuais podem fornecer aos alunos a prática experimental de um domínio particular de conhecimento, que pode ser realizado com laboratórios virtuais e objetos 3D, agentes inteligentes, dentre outros fatores (HERPICH et al., 2016). Chang e Law (2008) destacam também que o uso de simulações nos Mundos Virtuais tem um número de características, que são de especial ajuda no ensino de Ciências, Física, Química e Biologia.

No escopo deste trabalho de Tese, apesar do Estudo Piloto ter sido realizado na área de Algoritmos e Lógica de Programação, os testes finais do experimento estiveram centralizados em uma disciplina de Ciências do Ensino Fundamental, o que também buscou demonstrar a interdisciplinaridade deste método proposto. Maiato (2013) explica que os professores, ao

¹⁸ Disponível em: <http://www.lumiyaviewer.com/>

utilizarem os laboratórios de ciências em suas instituições, estimulam a tendência de que as aulas práticas sejam um objeto estimulante e envolvente de ensino, motivando a participação dos alunos, e, conseqüentemente facilitando o aprendizado.

Entretanto, Antonio (2016) levanta uma importante questão a ser refletida, que condiz com a realidade de diversas escolas e centros de ensino, principalmente na área pública, do cenário nacional. A autora ressalta que um problema é o custo de manutenção dos laboratórios, principalmente na rede pública, além da falta de investimentos para criar uma infraestrutura adequada e corrigir a defasagem dos equipamentos.

Desta forma, uma das alternativas a serem adotadas é a construção de laboratórios de experimentação remota ou virtual, em que os custos envolvendo infraestrutura e pessoal capacitado são abstraídos, além dos riscos inerentes que um ambiente real pode ter. Machet e Lowe (2013) destacam que os trabalhos laboratoriais na educação são reconhecidos por trazerem benefícios reais aos estudantes, sendo que, um fator que pode potencializar esses resultados é a interface utilizada para contextualizar a atividade de laboratório nos Mundos Virtuais.

Diante deste cenário, a construção e implementação do Mundo Virtual para a disciplina de Ciências, que foi selecionada nesta pesquisa, teve como embasamento o fato de que isto poderia prover uma nova alternativa para os alunos visualizarem experimentos que não são vistos em sala de aula ou em um laboratório real, assim como, promover a chance de repetir a visualização das simulações que foram demonstradas pelo professor presencialmente.

2.1.2. Mundos Virtuais e as trajetórias de aprendizagem dos estudantes

A proposição de laboratórios virtuais estruturados com recursos multimídia e simulações dentro do Mundo Virtual, também carece de um importante aspecto a ser considerado. O monitoramento das atividades dos usuários durante o período em que estão interagindo com os recursos no Mundo Virtual se caracteriza como um importante indicador de assiduidade, e permite melhorar a avaliação de cada participante no ambiente.

Em ambientes virtuais mais consolidados no meio acadêmico, como o Moodle, este tipo de monitoramento já é implementado automaticamente. Desta forma, informações pertinentes sobre as interações dos alunos nos cursos são armazenadas, como o momento que acessou, quais materiais interagiu e que atividades realizou. Este tipo de informação pode fornecer ao professor indícios relativos sobre a dedicação do usuário em sua disciplina e auxilia no momento da avaliação individual dos alunos.

O'Brien e Toms (2008) consideram que a dedicação do usuário depende da profundidade de participação que os utilizadores são capazes de alcançar, em relação a cada atributo experimental disponível no sistema. Para desempenhar tal análise, no contexto dos Mundos Virtuais, torna-se necessário efetuar a coleta de dados resultantes das interações do usuário no ambiente, como a assiduidade de acesso, locais que visitou e quanto tempo permaneceu, bem como, quais as ações que executou ao interagir com os materiais didáticos e demais usuários no ambiente (HERPICH et al., 2016).

Júnior (2005) explica que o método de mensuração do percurso pedagógico percorrido pelo aluno durante uma intervenção didática, para estimar a trajetória de aprendizagem desenvolvida em ambientes, como os Mundos Virtuais, é uma prática encarada como a rota de aprendizagem que o aluno trilha, com o objetivo de atingir o conhecimento necessário acerca de um ou vários conceitos interligados por meio de um tópico geral. Saint-Georges e Fillietaz (2008) definem este processo com a expressão “Trajetória de Aprendizagem Situacional”, para se referir à trajetória efetivamente realizada, e o interesse em monitorá-la com vistas a um planejamento de longo prazo.

Os autores explicam que o uso deste termo está ligado a duas proposições, nas quais envolvem a perspectiva situacional, que diz respeito ao foco nas ações que ocorrem em tempo real e são realizados pelos indivíduos, e envolve a ideia de trajetória, que leva em consideração ações à longo prazo por parte do professor (SAINT-GEORGES e FILLIETTAZ, 2008). O conhecimento que o professor detém de cada indivíduo que compõe o grupo de alunos sob sua orientação poderá fornecer o embasamento necessário para o entendimento do caminho genérico a ser proposto pelo docente, assim como os motivos pelos quais determinado trajeto foi percorrido pelos estudantes durante a realização de um conjunto de atividades didáticas.

Simon (1995) explica que o docente está constantemente percebendo a extensão das modificações e transformações, que podem ser construídas por algum ou todos os componentes de uma trajetória de aprendizagem: o método, as atividades e o processamento hipotético da aprendizagem. Tal postura agrega novos conhecimentos ao professor, que poderá com base nas informações que já detinha refletir sobre os acontecimentos, tanto de forma individual, quanto do ponto de vista geral do grupo, para que possam ser executados ajustes na trajetória de aprendizagem proposta, sendo este um processo constante e repetitivo.

É importante ressaltar que as rotas de construção de conhecimento dos alunos não são padronizadas, o que acarreta na interpretação de que cada estudante percorre um caminho pessoal e distinto ao longo de uma atividade de intervenção didática. Portanto, é necessário compreender que o mapeamento das trajetórias, deve ser considerado como um processo

contínuo de aprendizagem dos alunos, durante um determinado período de tempo, não o tornando um julgamento dicotômico entre certo e errado. Wilson et al. (2013) enfatizam que diferentes níveis de aprendizagem e particularidades são esperados, não devendo ser tratados como algo estático e equiparado a um único caminho correto a ser cumprido.

Saint-Georges e Filliettaz (2008) e Confrey et al. (2009) apresentam algumas características presentes neste tópico, sendo esclarecido que as Trajetórias de Aprendizagem:

- Possuem foco na aprendizagem como um método ativo de construção e modificação de conceitos;
- Podem ser um conjunto de caminhos que englobam desde o conhecimento inicial até uma série de raciocínios mais sofisticados;
- Possuem um objetivo claro e conciso, com a descrição dos passos intermediários e obstáculos que podem vir a ocorrer;
- São procedimentos temporais, o tempo é uma dimensão inerente às trajetórias, ou seja, para uma trajetória existir, deve haver algum período de tempo percorrido;
- Envolvem bifurcações, visto que no conceito de trajetória, há a ideia de uma "direção" em geral, mas este sentido pode mudar a qualquer momento. Essas mudanças podem levar a reajustamentos das estratégias de ensino ou criar bifurcações e caminhos inesperados de desenvolvimento;
- Não podem ser consideradas como simples desconstruções lógicas dos pré-requisitos de um conceito, sequências de pensamento, uma disciplina inteira ou uma organização estratégica sem preparação.

Tais procedimentos, segundo Corcoran et al. (2009) e Wilson et al. (2013), permitem a análise de evidências que possam mostrar os diferentes estágios de progresso dos alunos, o que possibilita tentar adaptar as instruções e conteúdos conforme as necessidades individuais dos alunos, para que atinjam o desempenho final desejado.

No contexto deste trabalho, este processo de monitoramento e verificação das trajetórias de aprendizagem se caracteriza como vital para ser realizado, visto que, originalmente, o Mundo Virtual não fornece dados das interações realizadas pelos usuários no ambiente, assim como, o docente não consegue monitorar o tempo inteiro e em todos lugares, as interações realizadas pelos usuários. O Mundo Virtual contém diversas limitações e dificuldades no processo de coletar dados resultantes das interações dos usuários, como o momento que acessou e saiu do ambiente, quais locais visitou e que atividades desempenhou (NUNES et al., 2016a).

Desta forma, a criação de um processo automatizado de monitoramento neste ambiente se configura como essencial, em que os dados coletados poderão fornecer ao professor uma visão mais detalhada, seja de cada indivíduo ou do grupo em geral. Os autores ressaltam que:

tais informações podem ser consideradas de grande valia para o professor, visto que ele tem a sua disposição um conjunto de dados que podem ser manipulados e analisados para obter um maior controle do desempenho de cada aluno durante o decorrer do semestre, assim como identificar possíveis estudantes que não tenham realizado as atividades e/ou obtido um desempenho considerado insatisfatório na disciplina, para que possam ser aplicadas ações corretivas em tempo hábil (Nunes et al., 2016a, p. 9).

Diante desta necessidade, foi desenvolvido para este trabalho um sistema de monitoramento automatizado para armazenar dados da interação do usuário, como o momento que acessou, quais locais visitou e quanto tempo permaneceu interagindo com os materiais didáticos. O objetivo foi identificar quais alunos interagiram no Mundo Virtual e interligar esta avaliação com seu desempenho, analisando os *logs* gerados pelo ambiente juntamente com o professor da disciplina, sendo este sistema detalhado na parte metodológica desta Tese.

É importante ressaltar que a construção de um laboratório virtual e a implementação de recursos para monitoramento das ações dos usuários, para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, não pode ser considerada suficiente. A interação ocorrida nos Mundos Virtuais fornece um aspecto motivador para estudantes, e, geralmente atrai seu interesse e entusiasmo, no entanto, é preciso notar que estes ambientes não podem efetivamente substituir todas as outras abordagens de aprendizado existentes (ZAHARIAS et al., 2010). O planejamento didático efetuado pelo professor na disciplina, tendo como base uma abordagem educacional bem definida, irá nortear os objetivos das atividades e auxiliar os alunos a desempenharem suas tarefas de forma mais adequada e consistente neste tipo de ambiente.

Tal fator foi especialmente considerado para esta pesquisa, na qual foi constatado que a simples utilização do Mundo Virtual não seria suficiente, sendo necessário estabelecer um planejamento didático adequado, o qual foi baseado na teoria educacional do Mastery Learning. Torna-se importante ressaltar que, a escolha desta teoria e a realização de uma discussão mais acentuada acerca das pesquisas que vêm sendo propostas, englobando Mundos Virtuais e abordagens educacionais, será discutida na seção de trabalhos relacionados. Assim, efetuadas as asserções referentes aos recursos, características e definições relacionadas ao escopo dos Mundos Virtuais, a seção seguinte está focada em explorar os pressupostos envolvidos na teoria educacional Mastery Learning.

2.2. Mastery Learning

O cenário tradicional de aprendizagem tem em sua essência um processo caracterizado como uma sequência de instruções e atividades pré-definidas pelo professor para toda turma, seguindo o planejamento articulado juntamente com a instituição de ensino, em que os prazos devem ser respeitados e os objetivos atingidos com sucesso. Ritter et al. (2016) destacam que em um típico ambiente escolar, como o descrito, em que o tempo de aprendizagem e os objetivos do curso são relativamente fixos, os professores podem sentir uma pressão para "cobrir" cada tópico, independentemente do domínio.

Tal pressão resulta do tempo fixado para cada curso, que comumente possuem um cronograma menos flexível, em que o professor dificilmente possui períodos de aulas extras durante o curso para recuperar alunos que se encontram em uma situação considerada insatisfatória do ponto de vista avaliativo. Ozdemir e Erdemci (2017) elucidam um interessante ponto de vista acerca deste tipo de situação, em que os autores entendem que:

a educação é o processo de mudança de comportamentos, em que as escolas são os locais onde este processo é operado de acordo com um planejamento pré-definido. A educação abordada de forma coletiva, sem individualidades, acarretou em um problema de produtividade. Diferenças individuais, como os níveis de inteligência dos alunos, habilidades de linguagem e compreensão, desempenham um papel fundamental na causa desse problema (Ozdemir e Erdemci, 2017, p. 2¹⁹).

Desta forma, em um cenário de normalidade, previsto pelas escolas de forma geral, o método de ensino adotado segue o mesmo padrão para todos os alunos da turma, independentemente de suas diferenças, devendo ser concretizado todo conteúdo previsto no curso durante um período de tempo pré-determinado. Atividades recuperativas são efetuadas somente após as provas finais ou em alguns momentos durante o período letivo, mas geralmente no formato de um período único semanal para os alunos que não obtiveram um desempenho considerado satisfatório do ponto de vista avaliativo, sem haver um acompanhamento e um processo de recuperação focalizado no aluno durante o período do curso.

Kazu et al. (2005) e Ozdemir e Erdemci (2017) entendem que este tipo de postura possivelmente irá favorecer os alunos que estão inclinados a agir de acordo com o método de ensino utilizado, enquanto que os demais podem não aprender ao máximo. Assim, ao final do

¹⁹ Trecho traduzido de forma independente pelo autor deste trabalho.

curso é esperado um resultado positivo de todos os alunos, sem considerar diferenças individuais, o que acaba por não ocorrer em muitos dos casos.

Lo et al. (2004) e Lin et al. (2013) entendem que para estreitar as diferenças entre alunos que atingem percentuais altos e baixos, se torna necessário auxiliar os sujeitos que obtiveram um desempenho inferior ao desejado, por meio de atividades de reforço, que levem em consideração as características individuais de cada um. Jonassen (1996) ressalta que as tecnologias devem preferencialmente ser utilizadas para proporcionar à comunidade de professores e alunos, a oportunidade de interagir e trabalhar juntos em problemas, projetos significativos [...], buscando a construção do entendimento.

Neste contexto, Guimarães e Dias (2006) compreendem que um novo fazer educativo só será realidade, se, a tecnologia for incorporada de forma adequada ao contexto de nossas ações educativas. Observando a diversidade de conteúdos que podem ser elaborados e ferramentas tecnológicas utilizadas para a formulação de atividades didáticas, os docentes se sentem cada vez mais desafiados a proporem soluções que procurem satisfazer os grupos de alunos sob sua orientação.

Efetuada tais asserções, uma linha de pensamento raciocinada por Bloom (1968) no artigo “Learning for Mastery”, pode ser atribuída a este escopo, na qual ele descreve a existência de dois estágios de crenças acerca desta problemática, envolvendo a dualidade de desempenho na aprendizagem dos alunos, conforme apresentada nos parágrafos anteriores. Em um primeiro estágio, Bloom diz acreditar que os alunos considerados bons aprendizes sempre acabarão por seguir tal tendência de desempenho, ou seja, irão aprender o conteúdo considerado mais complexo de forma mais rápida que em relação aos que possuem um desempenho inferior.

Assim, neste tipo de sistema educacional, o resultante é um diferencial cada vez maior a cada ano que se passa na escola, entre alunos com desempenhos elevados e inferiores. Em contrapartida, na linha de pensamento formulada em sua segunda crença, Bloom acredita que todos alunos têm o potencial necessário para aprender conteúdos igualmente complexos, ressaltando que alguns poderão despende mais tempo para concluir tal procedimento.

É neste formato de sistema educacional, no qual, o que importa é o conteúdo ser ensinado para todos, sendo fornecido mais tempo aos alunos que necessitem e atividades de enriquecimento aos mais rápidos, que se encaixa a teoria educacional denominada Mastery Learning. Conforme Dolan et al. (1989), o Mastery Learning nos moldes conhecidos na época, teve como base a premissa proposta por John Carroll (1963), na qual foi defendida a ideia de que a aptidão era uma medida do tempo necessária para aprender um assunto, ao invés, de um

nível fixo de inteligência. Nestas afeições, quanto maior o tempo despendido, melhor seria o desempenho do estudante.

Em 1968, Bloom propôs uma evolução do modelo apresentado, no qual ele acreditava que, se fossem fornecidos aos alunos a oportunidade de aprendizagem e uma qualidade de instrução proporcional à sua necessidade pessoal, mais de 90% deles poderia atingir o nível de maestria (BLOOM, 1968). Desta forma, o modelo proposto no Mastery Learning defende a crença de que todos os estudantes podem alcançar um nível elevado em seu desempenho acadêmico e suas diferenças de aprendizagem podem ser minimizadas.

Mehar e Rana (2012) estipulam que tais resultados possam ser atingidos simplesmente por meio da modificação das instruções tradicionais desenvolvidas em grupos, no intuito de assegurar que os alunos que necessitem despendem de um tempo maior e instruções adicionais, de acordo com o resultado da avaliação formativa, possam realizar isso.

Dentro deste contexto, as variáveis “monitoramento, reforço, participação dos alunos, *feedback* e correção”, descritas por Bloom como indícios para a obtenção de uma melhor qualidade nas atividades de docência, podem fornecer um maior esclarecimento acerca das atividades que são preparadas pelos professores para empregar o conceito de “Aprendizagem por Maestria”. Tais elementos são parte integradora desta teoria, na qual a responsabilidade maior recai sobre o docente, visto que ele deverá inspecionar o perfil de sua turma, as características individuais, além de formular estratégias adequadas e derivações em relação à aplicação dos materiais, assim como analisar o desempenho de cada estudante, tendo a sensibilidade necessária para perceber seus pontos fracos e propor novas soluções corretivas.

Desta forma, a teoria do Mastery Learning pode ser resumida como um modelo de aprendizagem que coloca ênfase nas características dos alunos, tolerando as diferenças individuais e tendo como exigência que os alunos completem uma unidade antes de passar para uma próxima (RANI, 2016). Descritos os conceitos introdutórios sobre esta teoria educacional, se faz necessário detalhar a sua forma de operação, sendo listados os princípios básicos que norteiam o Mastery Learning (Kazu et al., 2005):

- Definir claramente os objetivos que representam os propósitos do curso;
- Dividir o currículo em unidades de aprendizagem relativamente pequenas, cada uma com seus próprios objetivos e avaliações;
- Identificar materiais e estratégias de aprendizagem: ensino, modelagem, prática formativa, avaliações, tutorias e reforço devem ser incluídas;

- Cada unidade é precedida por testes de diagnóstico breves (pré-teste) ou avaliações formativas;
- Os resultados dos testes formativos devem ser usados para fornecer instruções suplementares ou atividades corretivas para ajudar o aluno a superar os problemas.

Portanto, no Mastery Learning os conteúdos são divididos em pequenas unidades ordenadas por uma sequência lógica, com objetivos específicos pré-determinados, que são seguidos até serem alcançados. John e Barchok (2014) e Ozdemir e Erdemci (2017) entendem que o nível motivacional do aluno sobre o curso é importante em sua aprendizagem, assim, se torna crucial que os tópicos abordados sejam esclarecidos e assimilados pelos alunos.

Durante este processo, os alunos podem trabalhar sozinhos ou em grupos, dentro de cada bloco de conteúdo em uma série de etapas sequenciais, nas quais os estudantes devem demonstrar um alto nível de sucesso nos testes, geralmente cerca de 80%, antes de avançar para novos conteúdos (MARTELEIRA, 2010). É importante ressaltar que os professores devem evitar a repetição desnecessária de conteúdos, avaliando regularmente os conhecimentos e habilidades do grupo de indivíduos.

Agregado a este processo, se torna crucial a aplicação de um pré-teste para avaliar a situação inicial de cada aluno (OZDEMIR e ERDEMCI, 2017). Em seguida, ao término de cada unidade, um teste avaliativo deve ser aplicado para mensurar se o aluno detém o conhecimento necessário, para que possa avançar ou se atividades de reforço devem ser aplicadas. Tais atividades podem ser no formato de pequenos questionários, trabalhos escritos, apresentações orais, demonstrações de habilidades ou desempenho (ASHOUR et al., 2014). Para Guskey (2010):

o uso destes procedimentos (questionários breves, apresentações orais, trabalhos escritos, por exemplo) permite o monitoramento sistemático do progresso dos estudantes e acarreta na obtenção de informações de *feedback*, pois avalia até que ponto os objetivos mais importantes da unidade estão a ser atingidos pelos estudantes e esclarece o que eles precisam aprimorar (Guskey, 2010, p. 4²⁰).

Os alunos que não atingirem o grau de domínio requisitado devem receber um *feedback* imediato com a aplicação de atividades de reforço, enquanto que, aos demais, que já detém um conhecimento acima do desejado, poderão ser encaixados em atividades de enriquecimento.

²⁰ Trecho traduzido de forma independente pelo autor deste trabalho.

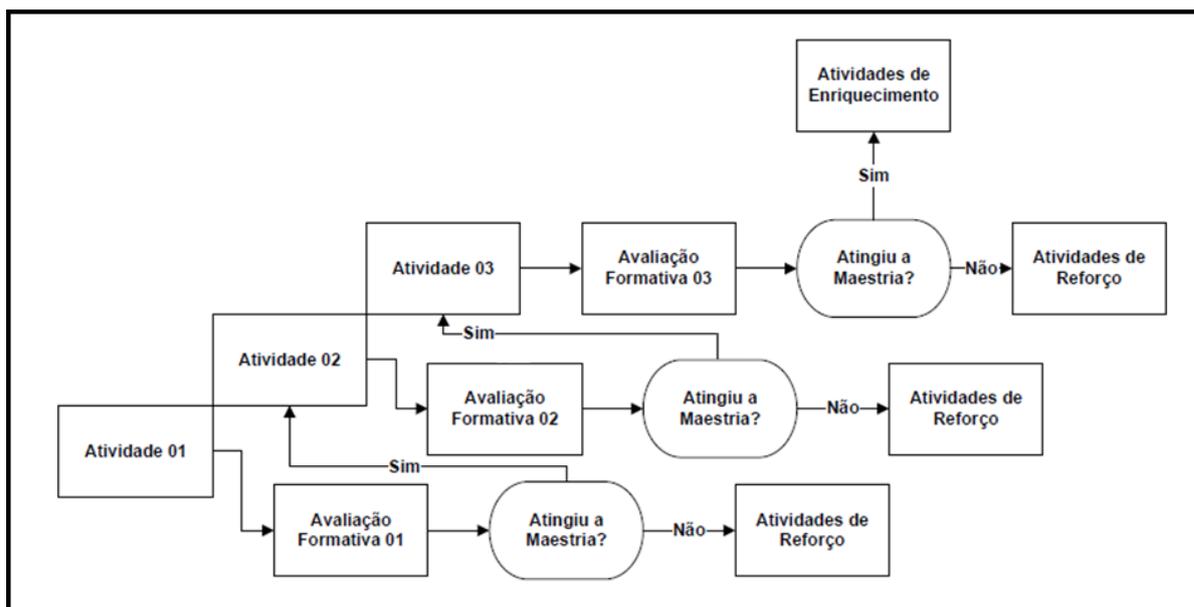
Para aqueles que não atingem o nível exigido, são fornecidas aulas e/ou conteúdos suplementares, discussões em pequenos grupos, ou, lição de casa para que eles possam alcançar o nível esperado.

É importante destacar a recomendação de que os materiais didáticos e atividades avaliativas utilizadas sejam diferentes dos originais, já estudados pelos alunos, em virtude da concepção de que se o aluno tenha ido abaixo do nível exigido, talvez a atualização dos materiais seja um ponto importante para auxiliar em sua melhoria. Após terem sido aplicadas as ações corretivas, um novo teste formativo deve ser realizado, afim de, mensurar o grau de evolução do aluno.

Por sua vez, as atividades de enriquecimento podem ser distribuídas por meio de exercícios mais complexos, tutoria em pares, pesquisas em diversas fontes, entre outros. Segundo Jerónimo (2013), a aplicação destas atividades tem em vista providenciar aos estudantes que atingiram o grau de maestria, novas experiências de aprendizagem que lhes permitam aprofundar as suas competências e explorar os conteúdos analisados, possibilitando que os professores dividam a turma em dois grupos (com maestria e sem maestria), para assim diferenciar o ensino e ter a possibilidade de apoiar os processos de aprendizagem de todos.

Todo método descrito anteriormente está representado de forma ilustrativa na Figura 6 desenvolvida por Cole e Chan (1990):

Figura 6 – Estágios de aplicação do *Mastery Learning*



Fonte: retirado e traduzido da pesquisa realizada por Cole e Chan (1990).

Neste tipo de modelo educacional, para atingir a maestria se torna necessário efetuar diversos esforços por parte do grupo de trabalho envolvido, em que, na maioria dos casos é o

docente que irá despender mais tempo para preparar os conteúdos e avaliações. Concomitantemente a isso, se torna importante ressaltar que este processo deve ser aplicado durante todo o curso, ou seja, para que o grupo de alunos avance para os próximos tópicos, todos devem ter atingido o nível de maestria exigido pelo professor e/ou escola.

Neste contexto, umas das vantagens consideradas no Mastery Learning é que os professores, ao aplicarem este método, possuem uma visão mais detalhada e atual da situação de cada aluno, quais tópicos estão tendo maiores dificuldades e que tipo de ajuda pode ser planejada para auxiliar um indivíduo ou grupo de alunos. Outro ponto importante a ser ressaltado é que atividades didáticas levando em consideração individualidades dos alunos também podem ser planejadas, considerando seus estilos de aprendizagem preferenciais. Demais vantagens envolvendo a aplicação desta teoria são listadas por Kazu et al. (2005):

- Os alunos têm que possuir habilidades prévias exigidas para se deslocar para a próxima unidade;
- Exige que professores façam análises prévias das tarefas, tornando-se assim mais preparados para ensinar cada unidade;
- Exige que professores definam objetivos antes de definir as atividades;
- Pode quebrar o ciclo de fracasso (especialmente importante para os alunos com maiores dificuldades de aprendizado).

Griswold-Theodorson et al. (2015) destacam que tais vantagens e o modo de operação desta teoria procedem para uma importante mudança de paradigma, quando comparado com metodologias mais tradicionais de ensino, em que, a quantidade de tempo necessário para alcançar a maestria pode variar entre os alunos. Os estudantes seguem o ciclo estabelecido neste processo, em que atividades de reforço e avaliativas são realizadas, até que ele seja considerado apto para progredir em seus objetivos educacionais.

Entretanto, se torna indispensável apreciar os procedimentos adotados nesta teoria com uma visão considerada mais crítica, tanto com base nas asserções de autores no meio acadêmico, como na concepção empírica do autor deste trabalho de Tese. Kazu et al. (2005) descrevem algumas observações negativas na aplicação do Mastery Learning, do ponto de vista do professor e dos alunos, sendo as seguintes:

- Nem todos os alunos progredem ao mesmo ritmo: isso exige que os alunos que demonstraram domínio dos conteúdos tenham de esperar (realizando atividades de especialização), por aqueles que necessitam ter instruções de reforço;

- Disponibilizar uma variedade de materiais para correção, o que pode significar para alguns professores uma carga de trabalho demasiadamente extra;
- Possuir vários testes para cada unidade, visto que a constante avaliação da situação dos alunos é um fator essencial nesta teoria;
- No caso da utilização de apenas testes objetivos, isso pode levar a memorização e aprendizagens específicas, ao invés de níveis mais elevados de aprendizagem.

Com relação às desvantagens apontadas, um dos pontos principais criticados no Mastery Learning está relacionado ao custo de tempo que esta abordagem envolve ao ser aplicada. Arlin e Webster (1983) explicam que muitos críticos tratam como inconveniente o tempo adicional que precisa ser fornecido aos estudantes que detém maiores dificuldades para aprender, devido a grade de horários e formulação de atividades e materiais adicionais.

Levando em consideração especialmente o sistema educacional brasileiro neste contexto, os cursos e disciplinas comumente possuem uma carga de horário previamente definida, baseada em um calendário escolar estabelecido pela instituição de ensino. Adaptações e flexibilizações neste planejamento geralmente são difíceis de serem adotados, sendo que em alguns casos, o professor necessita, em muitos momentos, “atropelar” o conteúdo a ser visto, para que consiga estar situado dentro do cronograma definido.

Este tipo de postura resulta em limitar a margem de espaço temporal a ser utilizado pelo professor para o planejamento de atividades consideradas extras ou de recuperação, em que busca auxiliar os alunos com dificuldades em um determinado tópico da disciplina. A prática geralmente adotada é o estabelecimento de um período de recuperação ao final da disciplina/curso, para que os alunos que não atingiram o percentual avaliativo necessário, possam realizar atividades recuperativas e efetuar uma nova avaliação.

Diante deste cenário descrito, a aplicação do Mastery Learning acaba se tornando mais problemática, em função do tempo exigido para que os alunos consigam superar suas dificuldades e atingir os níveis de sucesso exigidos. Entretanto, autores como Guskey (2010) e Marteleira (2010) rebatem estas críticas esclarecendo que o tempo adicional necessário não é permanente, visto que Bloom ressaltou em sua proposta, que inicialmente os alunos com dificuldades maiores podem necessitar de um tempo maior para o seu aprendizado, mas que no decorrer do curso, isto iria diminuir com a adequação à abordagem do Mastery Learning, e também, com o aprendizado de maestria dos conceitos anteriores, que servem como base para novos aprendizados.

Demais críticas ao modelo podem ser explanadas com base na *expertise* obtida no decorrer deste período de pesquisas efetuadas, nas quais se torna possível notar que este tipo de teoria originalmente possui um caráter que pode ser considerado mais instrucionista. A própria questão relacionada ao tempo extra necessário e a exigência de os alunos não avançarem de módulo até estarem aptos, pôde ser considerado demasiadamente rígida. Adjunto a esta observação, está o fato da separação dos alunos em grupos de “aprovados” e “reprovados” poder gerar uma situação constrangedora para alguns indivíduos, além de estar claramente apresentando à turma que existe este tipo de divisão.

Torna-se importante destacar que este tipo de discussão realizada acerca das vantagens e desvantagens serve como embasamento, para que possíveis melhorias e flexibilizações possam ser adotadas ao utilizar o Mastery Learning, não sendo indispensável sua aplicação nos moldes originais como foi formulada. Com base nestes preceitos, que este trabalho buscou adequar as principais vantagens e desvantagens envolvendo a aplicação desta teoria, cujo objetivo foi estabelecer um método de ensino e aprendizagem calcado nas asserções do Mastery Learning, concomitantemente interligado ao uso dos Mundos Virtuais. A seção seguinte buscar detalhar a aplicação deste tipo de abordagem com os recursos tecnológicos disponíveis atualmente.

2.2.1. Aplicação do Mastery Learning no âmbito tecnológico

Por se tratar de um modelo criado em 1968, aliado ao fato do fenômeno evolucionário ocorrido nas últimas décadas, no que concerne à introdução das TIC no âmbito educacional, se torna necessário refletir sobre o modo de aplicação do Mastery Learning atualmente nas modalidades presencial e a distância. Do ponto de vista defendido por Purbohadi et al. (2013), esta teoria pode ser introduzida facilmente tanto no formato presencial, quanto na educação a distância, caso o suporte tecnológico seja apropriado.

O formato de condução das atividades estabelecidas pelo Mastery Learning possibilita que o professor construa um planejamento adequado para ministrar o conteúdo, tanto em sala de aula (presencialmente), quanto na modalidade a distância (de forma virtual). Brito et al. (2012) explicam que:

o Mastery Learning se torna mais acessível de implementar através da utilização das TIC, onde, em um ambiente apelativo à aprendizagem, os alunos individualizam este processo e vão progredindo ao seu ritmo. Isto torna possível o desenvolvimento de

atividades, a elaboração de tarefas, com o controle permanente do professor e a autorregulação do próprio aluno (Brito et al., 2012, p. 198).

Desta forma, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem podem ser considerados uma ferramenta valiosa em uma proposta de aplicação do modelo Mastery Learning, na modalidade de atividades a distância ou semipresencial. Gaspar et al. (2008) e Marteleira (2010) exploram de forma detalhada tais asserções, ao caracterizar em detalhes, como pode ser planejada a estrutura de funcionamento do Mastery Learning nestas modalidades:

corresponde a um modelo que se aplica com facilidade aos programas tutoriais de instrução sob o regime de *e-learning*, dispensando o acompanhamento permanente do professor. Todos os materiais são preparados previamente, os passos a serem seguidos são cuidadosamente previstos, as zonas críticas a ultrapassar são cuidadosamente identificadas para servirem como objeto de avaliação, *feedback* e correção, permitindo a autoinstrução e monitoramento permanente com o recurso da própria tecnologia (Marteleira, 2010. p 35).

Conforme Šimić et al. (2004), os Ambientes Virtuais de Aprendizagem têm um papel importante no desenvolvimento de atividades a distância, o qual pode ser usado para gerenciar e monitorar atividades de aprendizagem fora da sala de aula, assim como gravar as atividades de aprendizagem e progressões dos alunos. Tal constatação é fundamental para a aplicação de um curso, que tenha como base os preceitos estabelecidos pelo Mastery Learning.

A possibilidade de inserção de diferentes tipos de materiais de aprendizagem (vídeos, *slides* e animações) e a formulação de avaliações (dissertativas ou objetivas) durante um curso, faz com que os ambientes de aprendizagem se tornem ferramentas exemplares, no que concerne a agregação do Mastery Learning com o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação. Neste contexto, se torna possível instigar a possibilidade de adoção dos Mundos Virtuais, em virtude de permitir a inserção de recursos multimídias e a realização de tarefas no formato a distância, conforme a preferência e disponibilidade do aluno.

Adjunto a isto, está a possibilidade de monitoramento do aluno no ambiente, que permite ao professor ter uma visão detalhada de sua turma, e, flexibiliza o processo de acompanhamento e avaliação dos indivíduos que necessitam de atividades de reforço ou especialização. Tal percepção está interligada a concepção das Trajetórias de Aprendizagem construídas pelos alunos durante seu percurso em um Mundo Virtual, conforme explicitado anteriormente. Assim, se forma a possibilidade de interligação das áreas mencionadas para a construção de um método baseado nos preceitos e recursos providos por estas abordagens. A

seção seguinte apresenta um estudo de pesquisas relacionadas às áreas de Mundos Virtuais e Mastery Learning, assim como, uma análise conectiva entre ambas.

2.3. Trabalhos Correlatos

A presente seção enseja discorrer sobre as principais pesquisas relacionadas aos dois pilares integradores deste trabalho de Tese, realizando uma contextualização em âmbito nacional e internacional, acerca dos principais rumos que os trabalhos desenvolvidos em cada uma destas áreas vêm seguindo. Em consonância a esta análise, uma diferenciação mais clara pode ser efetuada deste trabalho em comparação com o cenário geral descrito.

2.3.1. Pesquisas envolvendo Mundos Virtuais na Educação

No decorrer das últimas décadas, houve uma significativa expansão, no que concerne à realização de pesquisas envolvendo o uso de Mundos Virtuais no escopo educacional, englobando diversas áreas de aplicação provenientes de naturezas diversificadas, o que reforça a capacidade de inserção desta abordagem em diferentes domínios. Valente e Mattar (2007) ressaltam que este tipo de ambiente permite a inclusão e prática de atividades de aprendizagem experimental através de simulações, modelagem de cenários complexos, entre outras possibilidades. Desta forma, é possível elencar algumas das principais áreas relacionadas à aplicação dos Mundos Virtuais, tendo como foco um viés educacional:

Algoritmos e Lógica de Programação: nos trabalhos analisados, o foco principal está na utilização dos recursos de programação providos pelo Mundo Virtual, com o uso de *scripts* para ensinar aos alunos os conceitos básicos de lógica e algoritmos. O software Scratch²¹ e Scratch4OpenSim²² são utilizados como ferramentas de apoio, visto que, os alunos conseguem efetuar a construção de códigos com blocos visuais e inserir estes nos objetos 3D do ambiente (PELLAS, 2014). Teorias educacionais, como a Aprendizagem Significativa, utilizado na pesquisa de Amaral (2015), e, Mastery Learning, utilizada na pesquisa de Nunes et al. (2017a), são utilizadas para embasar os trabalhos realizados. Os resultados provenientes destas pesquisas foram considerados positivos, auxiliando no processo de aprendizagem, visto que os alunos têm uma visão em tempo real da função exercida pelo código no objeto.

²¹ Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>

²² Disponível em: <https://scratch4opensim.wikispaces.com/>

Redes de Computadores: os trabalhos desenvolvidos nesta área têm como foco o ensino de tópicos mais específicos, como a parte de Segurança de Redes de Computadores vista no trabalho de Voss (2014), sendo adotado também conceitos de jogabilidade ao ambiente para a resolução de desafios, conforme visto na pesquisa de Krassmann et al. (2015), além do estabelecimento de uma plataforma virtual utilizando recursos da computação em nuvem, que é descrito no trabalho de Jardim et al. (2014). Os resultados apresentados podem ser considerados positivos, apesar desta área não conter uma característica viável de ser utilizada em Mundos Virtuais, em virtude de se tratar de um campo de pesquisa menos visual e mais virtual, em que seus recursos são operados em grande parte em nível de máquina.

Engenharia e Robótica: este campo de pesquisa possui uma maior predominância prática no mundo real, com a construção de protótipos e configuração de circuitos. Entretanto, trabalhos como de Okutsu et al. (2013), em que foi construído um centro de treinamento aeroespacial, e, López et al. (2015), no qual foi implementado um laboratório remoto eletrônico baseado em um *Hardware* configurável no Mundo Virtual, permitem que os alunos simulem treinamentos da vida real e experimentos reais com circuitos eletrônicos analógicos. Adjunto a isto, está o trabalho de Vivian et al. (2015), que permitiu a simulação de recursos envolvendo robótica e placas de Arduíno diretamente no Mundo Virtual, gerando resultados positivos para o processo de aprendizagem dos estudantes, ressaltando que esta área possui uma característica marcante voltada para a construção e configuração de circuitos reais.

Matemática: os estudos apresentados neste escopo possuem uma interessante abordagem dentro dos Mundos Virtuais, em que, conforme mencionado anteriormente, os objetos dispostos no ambiente estão sujeitos ao posicionamento X, Y e Z. Tal fator estimula a exploração de pesquisas nos tópicos de Geometria, conforme visto nos trabalhos de Hwang e Hu (2013) e Guerrero et al. (2016), assim como, na área de Cálculo, descrito na pesquisa de Tarouco et al. (2013), em virtude da possibilidade de serem ensinados conceitos referentes à localização tridimensional de objetos, cálculos de distância e resolução de desafios envolvendo estes tópicos, sendo animadores os resultados obtidos nestas pesquisas.

Saúde: os Mundos Virtuais possibilitam aos usuários, por meio de seus *avatares*, diferentes tipos de movimentação, como voar, correr, andar, além de recursos para comunicação (textual ou por voz). Tais recursos podem ser explorados no contexto da saúde, principalmente em tópicos como a obesidade de pacientes, seja infantil, conforme abordado no trabalho de Taylor et al. (2013), ou com idosos, visto no trabalho de Sgobbi et al. (2017), quanto na parte de tratamentos psicológicos, abordado na pesquisa de Gorini et al. (2008). A utilização de vídeos e agentes virtuais tem o objetivo de demonstrar exercícios práticos e motivar os

participantes a realizarem tais atividades no mundo real, assim como, estimular a comunicação entre grupos para a terapia de pacientes dentro do Mundo Virtual, ressaltando os resultados de bom desempenho dos participantes e o *feedback* positivo fornecido por eles.

Aviação: treinamentos com Mundos Virtuais têm sido explorado de forma emergente na área acadêmica, principalmente no escopo de aviação. Trabalhos como o de Pinheiro et al. (2012), que envolve a construção de uma plataforma virtual para treinamento em manutenção de caças, e, Lee et al. (2012), que aborda um escopo mais centralizado na parte mecânica e de equipamentos de munição, podem ser vistos como pioneiros na utilização dos Mundos Virtuais com esta finalidade. Adjunto a isto, está o trabalho de Silva et al. (2017), que segue os padrões estabelecidos no trabalho de Pinheiro, efetuando sua continuidade por meio da exploração da comunicação não-verbal dentro do ambiente. Os resultados obtidos destacam a construção do conhecimento prático dos participantes nos tópicos abordados, sendo uma importante alternativa a ser adotada para complementar o ensino da área.

Língua Estrangeira: pode se considerar uma prática comum em ambientes que disponibilizam o uso de *chats*, a troca de experiências e a prática de novas línguas estrangeiras. Partindo deste pressuposto, os Mundos Virtuais têm sido explorados como uma alternativa complementar para o ensino deste tópico. Pesquisas como a de Hsiao et al. (2017), que envolve a prática de vocabulário no Mundo Virtual, de Melchor-Couto (2017), que busca auxiliar a ansiedade dos usuários por meio da conversação no ambiente, e, o trabalho de Berns et al. (2013), que aborda práticas envolvendo a temática de jogos para auxiliar no aprendizado da língua, são algumas das alternativas exploradas no meio acadêmico. Os resultados são positivos, em que a prática com pessoas de outras localidades no ambiente, se torna uma experiência importante e auxilia a agregar novos conhecimentos sobre língua estudada.

Museus: imagens e navegações 3D têm sido comumente utilizadas em páginas *Web* e ambientes de realidade gráfica, com o objetivo de apresentar virtualmente o conteúdo existente em um museu. Em consonância com esta análise, os Mundos Virtuais também podem ser utilizados para a construção de espaços virtuais, que representem museus em diferentes contextos, como o trabalho de Bos et al. (2013), com a demonstração da evolução da história da Computação, e, a apresentação de histórias culturais na pesquisa de Lercari (2016). A pesquisa de Naya e Ibanez (2014) também apresenta a integração entre conteúdos de História ministrados em disciplinas nas escolas, com o complemento da aprendizagem nos ambientes virtuais. A possibilidade de criação de objetos 3D animados e comunicação entre os usuários tem feito com que, este tipo de ambiente torne a experiência mais interativa e colaborativa,

resultando em melhorias na aprendizagem, embora novas tecnologias, como a Realidade Aumentada, tenha ganhado espaço nos últimos anos nesta área.

Agentes Virtuais: Os agentes *Non-Player Characters* (NPC) são entidades programáveis com o uso de *scripts* que desempenham ações pré-determinadas, além de ser possível integrar este recurso com uma base de conhecimento de um *Chatterbot*, que permite simular conversações entre o agente e o usuário em alto nível, utilizando uma base de conhecimento personalizável. Pesquisas como a adaptação da formulação da resposta que o agente irá fornecer ao usuário, levando em consideração seu nível de conhecimento (Herpich, 2015), e, sua efetividade em auxiliar os usuários durante um percurso com atividades lúdicas (Terzidou e Tsiatsos, 2014), podem ser destacadas. Adjunto a estes trabalhos, está uma pesquisa desenvolvida pelo autor desta Tese (Nunes et al., 2017c), que aborda a coleta de dados resultantes das interações dos usuários, e, a formulação de sugestões pelos agentes de trajetórias personalizadas, a serem percorridas no Mundo Virtual pelos alunos. Os resultados, em um cenário mais generalizado, têm sido positivos, em que os agentes virtuais têm se destacado como uma instigante alternativa a ser adotada para complementar o ensino em diferentes áreas.

Computação Afetiva: a Computação Afetiva no escopo dos Mundos Virtuais se configura como um espaço que necessita ser destacado, a qual possui um campo emergente de pesquisas envolvendo Mundos Virtuais e agentes NPC. Como iniciativas, há a avaliação do impacto no uso de agentes NPC para auxiliar os alunos durante seu processo de aprendizagem, conforme visto no trabalho de Soliman e Guetl (2014), a análise do impacto das representações com o uso de *avatars* no estado de ânimo do indivíduo, elaborado na pesquisa de Shiban et al. (2015), e, a identificação do estado afetivo de motivação dos usuários ao utilizar o ambiente virtual com a introdução de diferentes modelos e *frameworks* independentes, apresentado na pesquisa de Voss et al. (2016). Os resultados apresentados se mostram positivos e fornecem uma visão motivadora para a continuação das pesquisas nesta área.

Física: a área de Física se caracteriza por ter um caráter mais visual e prática, características que se encaixam com os recursos disponibilizados pelos Mundos Virtuais. Este tipo abordagem tem sido explorado em conteúdos relacionados aos tópicos de colisões, visto no trabalho de Greis et al. (2013), assim como, nos tópicos referentes às leis da física, aceleração, queda livre, capacitores, polaridade e eletromagnetismo, que são abordados nas pesquisas de Peachey et al. (2014) e Herpich et al. (2017), cuja representação e visualização por meio de simulações, se torna um dos principais atrativos para os estudantes. Os resultados são animadores, visto que se tratam de tópicos predominantemente visuais e interativos, em que o Mundo Virtual tem sido uma alternativa positiva para complementar a aprendizagem.

Química: nesta área foi identificada uma maior tendência ao uso de simulações e recursos multimídias, como *slides*, textos e vídeos, abordados no trabalho de Nunes et al. (2014). O uso de simulações em tópicos de ensino como a estrutura de moléculas 3D, soluções e reações químicas são abordados na pesquisa de Winkelmann et al. (2017), assim como, o emprego de técnicas de Gamificação no aprendizado destes tópicos é representado no trabalho de Shudayfat et al. (2015). Assim como foi constatado na área de Física, por se tratar de uma área mais interativa e visual, em que fenômenos em escala micro e macro podem ser representados, este tipo de abordagem tem se mostrado efetiva no processo de aprendizagem dos estudantes.

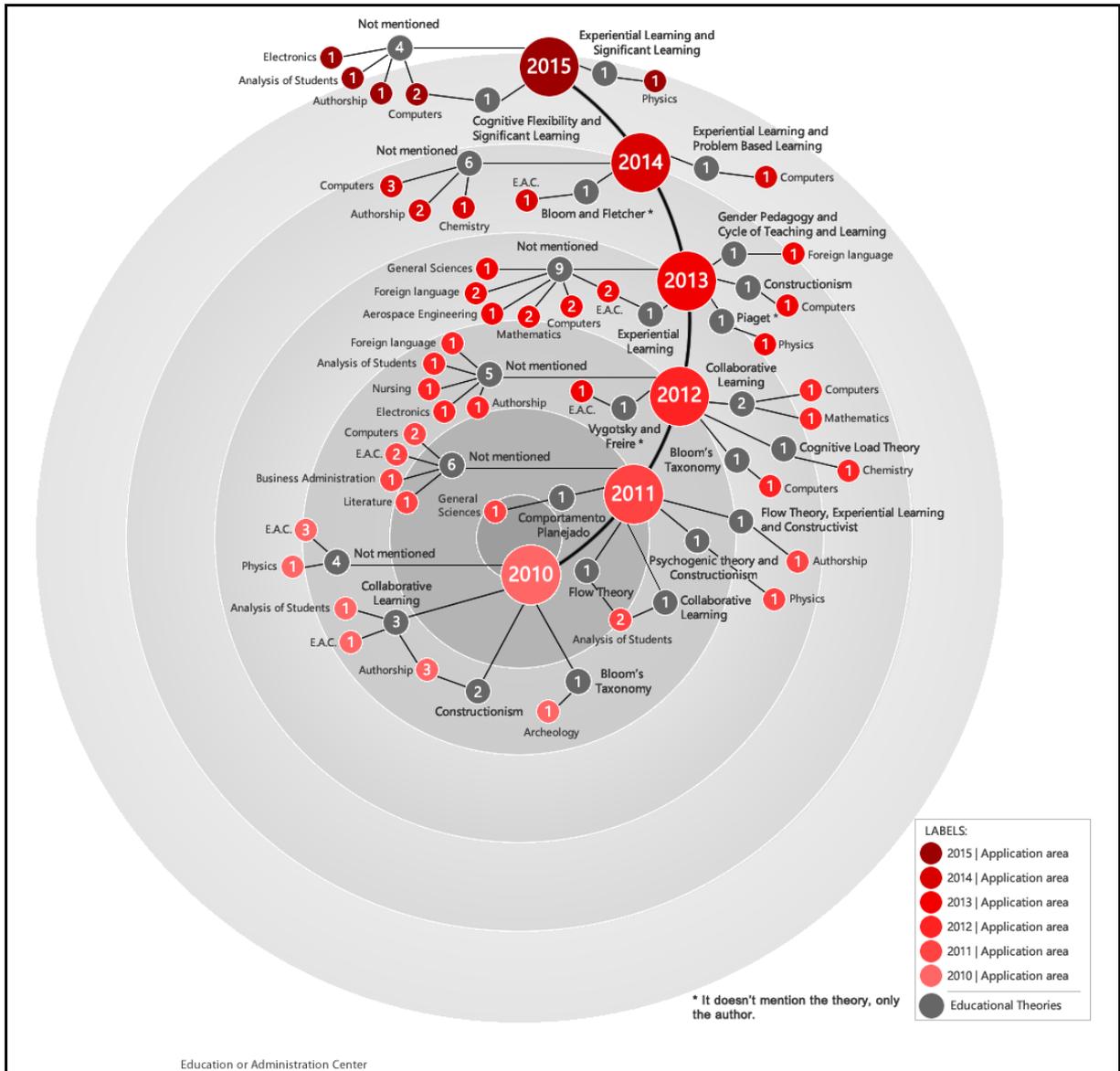
A análise realizada sobre estas áreas e suas respectivas pesquisas se configura como um importante levantamento a ser descrito neste trabalho de Tese, visto que amplifica a visão acerca da versatilidade dos Mundos Virtuais e as formas de utilização de seus recursos, assim como, enaltece seu importante papel no âmbito educacional. Buscando elucidar este trabalho de classificação de pesquisas na área de Mundos Virtuais aplicados na educação, se torna indispensável a apresentação de um “recorte” de uma revisão sistemática realizada nesta área, pelo autor deste trabalho de Tese, em conjunto com demais colaboradores (NUNES et al., 2016b).

A pesquisa envolveu 419 trabalhos retirados de eventos e revistas nacionais e internacionais, publicados em um intervalo de tempo de 2010 a 2015, sendo selecionados ao final do processo de análise, um total de 58 artigos. A lista completa de trabalhos analisados neste estudo está disponível *online*²³. A Figura 7 apresenta uma visão geral dos 58 artigos selecionados, sendo separados por temporalidade, tipo de teoria/abordagem educacional adotada durante a pesquisa e qual a área de ensino abordada.

A análise dos 58 artigos refletiu o uso de diferentes fundamentos, incluindo alguns trabalhos que realizaram a associação de duas ou mais teorias na mesma pesquisa: Aprendizagem Colaborativa (6), Aprendizagem Baseada em Problemas (1), Aprendizagem Experiencial (4), Aprendizagem Significativa (2), Construcionismo (4), Construtivismo (1), Carga Cognitiva (1), Flexibilidade Cognitiva (1), Comportamento Planejado (1) Teoria do Fluxo (2), Teoria Psicogênica (1), Pedagogia de Gêneros (1), Ciclo de Ensino e Aprendizagem (1) e Taxonomia de Bloom (2).

²³ Resultados disponíveis em: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UeRFaXVaAREWEVZ9NpjY-ly1uBNk_jkKUZxjLrIOBWo/edit#gid=311650832

Figura 7 - Análise Temporal de Artigos, Teoria e Áreas de Aplicação



Fonte: ilustração retirada do trabalho de Nunes et. al (2016b)

Alguns autores não mencionaram a teoria específica que apoiou sua pesquisa, por outro lado, cada uma dessas investigações citou um pesquisador reconhecido, incluindo: Vygotsky, Bloom, Piaget, Freire e Fletcher, além disso, outros autores não mencionaram a teoria educacional ou pesquisador reconhecido, o que atinge um total de 34 documentos (NUNES et al., 2016b). No caso das áreas de aplicação desses 58 artigos, foram identificados estudos desenvolvidos na área de Informática (13), Física (4), Língua Estrangeira (4), Matemática (3), Química (2), Eletrônica (2), Ciência (2), Enfermagem (1), Arqueologia (1), Literatura (1), Administração de Empresas (1) e Engenharia Aeroespacial (1). Outros itens que não possuíam uma área específica foram classificados como Autoria (8), Centro de Educação e/ou Administração (10) e Análise de Estudantes (5) (NUNES et al., 2016b).

Torna-se importante ressaltar a diversidade de áreas de ensino presentes nas análises realizadas, concretizando a variabilidade de opções de aplicação em que os Mundos Virtuais podem ser encaixados. Tal constatação vai de encontro ao propósito deste trabalho de Tese, ressaltando novamente que, apesar de ter sido implementada na área de Ciências, não busca centrar seu foco somente neste escopo, mas apresentar um método abrangente para diferentes campos de ensino.

2.3.1.1. Pesquisas envolvendo o uso dos Mundos Virtuais em Ciências

Em virtude de diferentes áreas de ensino terem sido explanadas anteriormente, se torna essencial destacar os trabalhos relevantes na área do experimento realizado nesta Tese. A pesquisa realizada por Kennedy-Clark (2011) apresenta uma perspectiva acerca da utilização de Mundos Virtuais por professores em formação na área de Ciências.

Foram selecionados 28 participantes para a pesquisa, sendo respondido ao final do experimento um questionário de avaliação da interação no Mundo Virtual, que era voltado para o ensino de Ciências. Os resultados demonstraram que os professores puderam constatar os benefícios relacionados a forma de visualização e interação com objetos 3D, assim como, o aspecto motivacional em utilizar o ambiente, estando cientes das dificuldades existentes em implementar um ambiente deste porte.

O trabalho desenvolvido por Rutten et al. (2012) tem como foco principal a investigação do impacto do uso de simulações no ensino de Ciências, sendo realizada uma revisão sistemática de literatura neste escopo de pesquisa. Foram selecionadas 51 publicações, em que, os resultados das análises demonstraram a viabilidade do uso de simulações na área de Ciências para complementar o método de aprendizagem considerado tradicional, ressaltando que, este tipo de recurso, auxilia a melhorar a compreensão de experimentos vistos nos laboratórios reais.

Jacobson et al. (2016) apresentam uma pesquisa que aborda a utilização de Mundos Virtuais voltados para o ensino de Ciências, tendo como característica a realização de tarefas com um caráter mais lúdico. Duas turmas da oitava série, em um período de duas semanas, utilizaram o ambiente proposto. Como resultados, foi possível constatar ganhos significativos nas avaliações efetuadas, e, progressos positivos na aprendizagem dos estudantes, sendo considerado um ambiente apto para uso nesta área de ensino.

As asserções discutidas nos trabalhos detalhados, reforçam a importância da exploração dos recursos multimídias e tecnológicos, que permitam a representação dos conteúdos e simulações na área de Ciências, dentro dos Mundos Virtuais. Aliado a isto, está o uso de

abordagens e teorias educacionais para articular as atividades realizadas no ambiente, em que esta análise consistiu em um importante *know-how* para o desenvolvimento deste trabalho de Tese. Em um *survey* elaborado por Potkonjaka et al. (2015), os autores corroboram com a importância do uso dos laboratórios virtuais e seus recursos, neste tipo de ambiente, para auxiliar no ensino das áreas de Ciências, Tecnologia e Engenharia.

Neste contexto, restringindo o escopo para este trabalho de Tese, com base no que foi descrito anteriormente, se torna possível perceber que a proposta de uso dos Mundos Virtuais, mais especificamente o OpenSim, remete a uma abertura de possibilidades de aplicação em diferentes áreas. Em virtude disto, um dos principais diferenciais desta pesquisa está centralizada na articulação das atividades de ensino com base nos preceitos do Mastery Learning, sendo indispensável a apresentação de pesquisas relacionadas a esta área.

2.3.2. Pesquisas que abordam o uso do Mastery Learning

No decorrer das últimas décadas, pesquisas têm sido realizadas com base na teoria educacional Mastery Learning, as quais têm variado em termos da população (do ensino básico até ao universitário), e, em alguns casos, usando tecnologias educacionais para suporte na realização das atividades. Na literatura podem ser encontrados centenas de trabalhos que utilizam de alguma forma a teoria do Mastery Learning no transcorrer dos últimos 60 anos. Leonard et al. (2008) identificou pelo menos cinco *surveys* de larga escala que foram realizados por diferentes pesquisadores neste período, sendo que quatro deles concluíram que grande parte dos trabalhos analisados tiveram efeitos positivos nas escolas, enquanto que o quinto apresentou visões positivas e negativas no uso desta abordagem.

Como exemplo destes *surveys*, podem ser citadas as pesquisas de Guskey e Pigott (1988), que englobou 46 estudos que utilizaram *Mastery Learning*, e, Kulik et al. (1990), que analisaram 108 estudos envolvendo a aplicação desta teoria em diferentes níveis de ensino. Marteleira (2010) explica que o modelo de Bloom conheceu um grande impacto durante as décadas de 60 e 70, nas quais houve um aumento significativo no número de estudos realizados, se estendendo até o início da década de 80.

Entretanto, conforme esclarece Guskey (2010), devido às más interpretações, formas de aplicação equivocadas e o surgimento de novas teorias, o Mastery Learning caiu em esquecimento na década de 80. Corroborando tais asserções, López (2006) também considera que a exigência e algumas dificuldades na operacionalização desta teoria, como a reivindicação de um nível elevado de compromisso por parte do docente, e, a gestão em sala de aula, podem

ser considerados como algumas das razões, para que, o modelo tenha sido progressivamente ignorado, apesar dos seus significativos efeitos positivos na aprendizagem dos alunos.

Assim, as últimas décadas foram marcadas por uma ação de revalorização do Mastery Learning, motivado em grande parte pela evolução tecnológica apresentada com o uso das TIC e acessibilidade nas escolas, o que cria melhores condições de implantar este tipo de teoria educacional. Com relação à aplicabilidade em diferentes áreas, similarmente aos Mundos Virtuais, esta abordagem contempla uma diversificada gama de extensões.

Esta afirmação é corroborada por Guskey (2010), em seu trabalho, no qual ele afirma que o Mastery Learning se mostrou efetivo em uma grande variedade de áreas, como Matemática, Ciências, Língua Estrangeira, Treinamentos e Educação Médica. Uma ampliação da visão geral acerca dos principais trabalhos elaborados nos últimos anos, em diferentes áreas de ensino utilizando Mastery Learning, é explanado a seguir:

Saúde/Enfermagem: as áreas de Saúde e Enfermagem podem ser vistas como um dos principais focos de utilização desta teoria educacional, dada a ampla quantidade e variedade de pesquisas localizadas neste escopo, conforme pode ser visto no trabalho de Cook et al. (2013), em uma revisão sistemática de literatura com 82 trabalhos sobre a aplicação do Mastery Learning na área da Saúde/Enfermagem. Trabalhos como o de Bohnstedt et al. (2016), Friederichs et al. (2016) e Gonzalez e Kardong-Edgren (2017), tiveram como objetivo aprimorar as habilidades necessárias na formação de enfermeiros a um nível de maestria, seguindo os preceitos estabelecidos nesta teoria, abrangendo diferentes subáreas de atuação dentro do curso. No escopo da Medicina, a substituição de métodos tradicionais, por alternativas que utilizem o Mastery Learning, buscando a melhoria das práticas com pacientes e aprimoramento dos conhecimentos, tem sido um importante progresso nesta área, com resultados positivos instigadores, conforme descrito nos trabalhos de Griswold-Theodorson et al. (2015) e McGaghie (2017).

Algoritmos e Lógica de Programação: comumente, esta área é reconhecida como problemática em muitos cursos, em virtude das dificuldades que estudantes têm tido na interpretação de textos e enunciados, em desenvolver o raciocínio lógico e solucionar problemas, equívocos na formulação de modelos mentais apropriados, aliado à falta de motivação dos estudantes (Amaral, 2015; Kafai, 2016; Nielsen et al., 2016). Pesquisas como a de Morais et al. (2014), Huang et al. (2017) e McCane et al. (2017) foram baseadas nos preceitos do Mastery Learning, em que, os autores estimularam os alunos a aprender com seus erros, reforçar os conteúdos e atividades práticas realizadas por meio de ferramentas de apoio, como o Scratch, até que pudessem atingir o grau de maestria estabelecido. Os testes foram conduzidos

em cursos de Informática e Engenharia, sendo que os resultados mostraram um crescimento importante nas avaliações de desempenho.

Física: os estudos analisados tinham como público-alvo as séries fundamentais de ensino, conforme pode ser visto em Achufusi e Mgbemena (2012) e Adeyemo e Babajide (2014), assim como, soluções envolvendo o uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, tanto na modalidade a distância, abordado no trabalho de Gladding et al. (2015), quanto na presencial, visto nos trabalhos de Masi et al. (2015), Wongwatkit e Hwang (2016) e Wongwatkit et al. (2017). O foco esteve centralizado em monitorar o progresso e desempenho dos estudantes de forma mais ativa, buscando compreender os problemas conceituais de aprendizado, suas preferências de estilos de aprendizagem e propor atividades de ensino e reforço, que pudessem auxiliar no processo de aprendizagem. Os resultados experimentais mostraram que os alunos tiveram indícios de melhora em sua atitude de aprendizagem, melhor compreensão e maior percepção na resolução das atividades propostas para a área de Física.

Língua Estrangeira: a exploração de novas formas de aprendizado de uma língua estrangeira, buscando contornar o método tradicional de ensino, principalmente com o uso de recursos tecnológicos, tem sido explorado constantemente nas últimas décadas. O uso de estratégias de jogabilidade com atividades de reforço, de acordo com o Mastery Learning, foi uma alternativa adotada por Fan et al. (2017), com o intuito de melhorar o ensino da língua Chinesa, sendo que os resultados foram considerados progressivamente satisfatórios. No caso da língua Inglesa, conforme visto no trabalho de Hussain e Suleman (2016), estudantes do segundo ano participaram de um experimento nos moldes do Mastery Learning, com a aplicação de um pré-teste e pós-teste, para averiguar o desempenho comparado com o grupo que manteve o método tradicional de ensino. O grupo que adotou a teoria educacional obteve resultados melhores e demonstrou um avanço mais significativo no aprendizado, sendo recomendado o uso desta abordagem para o ensino da língua estrangeira.

Química: os trabalhos analisados neste contexto também estiveram limitados a aplicação tradicional do Mastery Learning em séries fundamentais de ensino, conforme visto nos trabalhos de Udo e Udofia (2014), Sarita e Jyoti (2014) e Mitee e Obaitan (2015), com a comparação de grupos de controle e experimento, por meio da aplicação de um pré-teste e pós-teste. Na pesquisa de Diegelman-Parente (2011), os autores buscaram complementar o trabalho, com um guia prático de aplicação da teoria para o ensino de Química, detalhando todo o processo a ser conduzido. Os resultados obtidos no trabalho de Damavandi e Kashani (2010), demonstraram um melhor desempenho do grupo que utilizou o Mastery Learning, em relação

ao grupo de controle, ressaltando que os alunos que estavam tendo maiores dificuldades, conseguiram ter um “salto” de crescimento, em virtude das atividades de remediação.

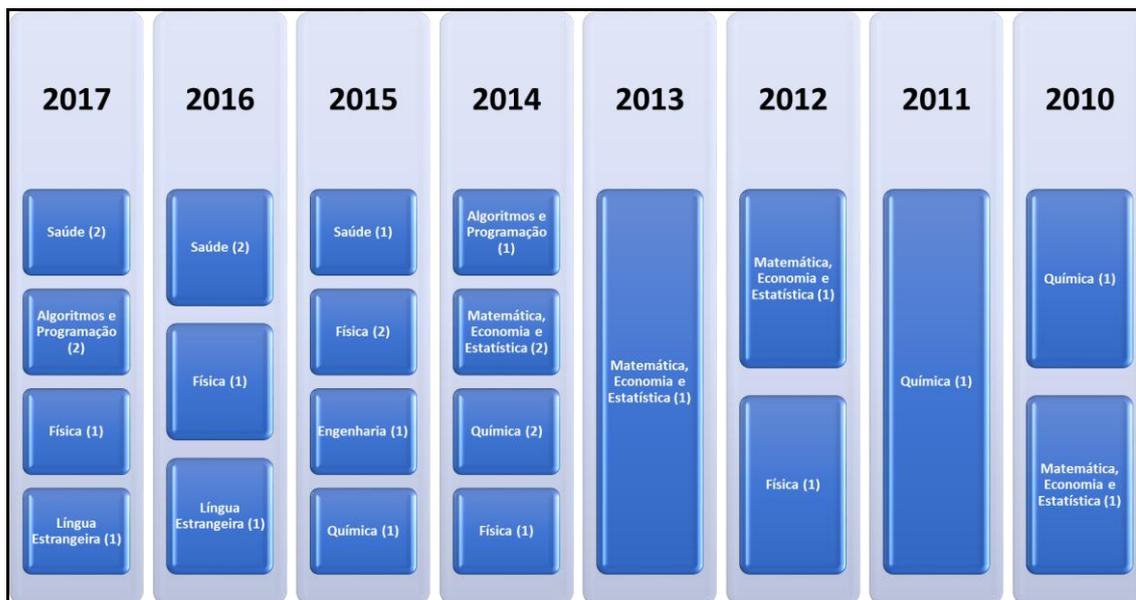
Matemática/Economia/Estatística: os trabalhos abordados nas áreas citadas têm como ponto de interseção, a repetibilidade de atividades e avaliações, nas quais os estudantes puderam retornar e analisar em quais pontos estavam errando e tendo dificuldades, buscando aprimorar os pontos identificados como limitantes. Este fator foi considerado essencial, visto que o esforço de repetição dos estudantes nas séries fundamentais de ensino, buscando entender os conteúdos que tinham dificuldades, fez com que eles melhorassem seu desempenho. De forma geral, os resultados obtidos nas pesquisas de Shafie et al. (2010), Mehar e Rana (2012), Sood (2013), Capaldi (2014) e Sangelkar et al. (2014) demonstraram que este tipo de abordagem apresentou indícios de melhorias na motivação dos estudantes, e, conseqüentemente, em seu processo de aprendizagem.

Engenharia: o trabalho de Moore e Ranalli (2015) centralizou sua proposta nas atividades realizadas em casa pelos alunos, caracterizando esta tarefa como um reforço complementar que deveria ser executado por eles, com o objetivo de auxiliar a obter a maestria nos tópicos abordados. Pequenos casos com uma problemática eram dados pelo professor, em que o aluno deveria fazer esta tarefa em casa e entregar, sendo corrigida pelo professor e fornecido o *feedback* que deveria auxiliar o aluno a compreender onde errou. Os resultados demonstraram uma positiva aceitação por parte dos alunos, sendo constatado um aumento em seu tempo de estudos fora da sala de aula, além da melhora de seu desempenho nas avaliações.

Torna-se importante ressaltar nesta análise efetuada dos trabalhos relacionados, a variabilidade de opções que emergem da aplicação da teoria Mastery Learning, e, sua ampla abrangência em diferentes áreas de ensino, nas quais podem ser incluídas a adoção de recursos tecnológicos para dar suporte ao processo estabelecido. A Figura 8 apresenta uma visão geral dos trabalhos descritos anteriormente, dispostos organizadamente pelos anos correspondentes, de forma a apresentar ao leitor, uma visão mais clara deste arranjo.

Um aspecto a ser discutido é a independência que esta teoria fornece para os pesquisadores e professores, que desejam implantar seu método em sala de aula ou na modalidade a distância. Tal independência está centralizada na análise das pesquisas descritas, na qual, foi possível interpretar que o tipo de área não está concomitantemente relacionado a aplicabilidade ou não da teoria.

Figura 8 – Visão por anos e quantidade dos trabalhos relacionados descritos



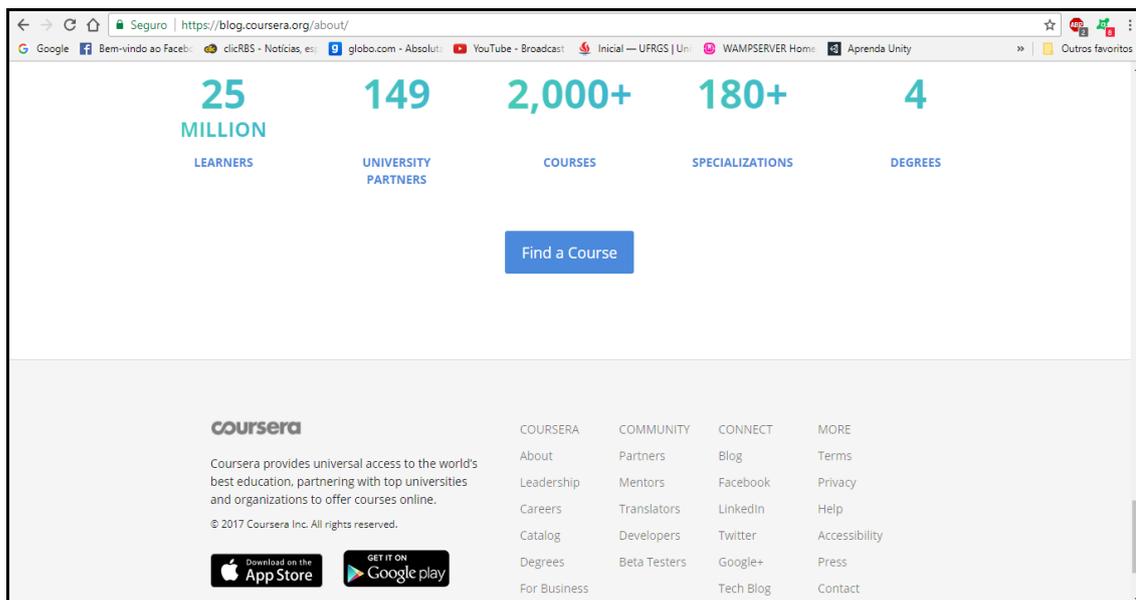
Fonte: elaborado pelo autor

Isto é comprovado ao visualizar a ilustração, a qual demonstra a aplicação em áreas como a Física, Química e Ciências, consideradas comumente de cunho mais prático e visual, em paralelo à áreas como a Matemática, Estatística e Economia, que tem maior predominância no uso de teorias e cálculos, além dos demais campos de pesquisas abordados. Adjunto a esta constatação, está o elevado índice de trabalhos analisados, cujo escopo de pesquisa esteve centralizado em alunos de séries iniciais de ensino, principalmente do sexto ao nono ano, tendência na qual este trabalho de Tese também acabou seguindo. Tais fatores podem ser considerados essenciais para a expansibilidade de aplicação deste tipo de teoria no meio acadêmico, adjunto a sua integração com a utilização de recursos providos pelas TIC.

Adjunto aos trabalhos apresentados, é necessário ressaltar o uso da abordagem Mastery Learning em uma das mais conhecidas plataformas atualmente de aprendizagem *online* no mundo, denominada de Coursera²⁴. É um espaço constituído por uma rica variedade de cursos abertos, que podem ser realizados de forma não presencial por qualquer indivíduo, em que, conforme visto nas estatísticas apresentadas na Figura 9, possui atualmente mais de dois mil cursos *online* à disposição, com 25 milhões de aprendizes inscritos, além de 149 parceiros envolvidos em diferentes projetos.

²⁴ Disponível em: <https://pt.coursera.org/>

Figura 9 – Estatísticas do Coursera



Fonte: estatísticas retiradas diretamente do site Coursera.

A forma de ensino utilizada pelo Coursera é denominada de “Pedagogia de Domínio”, que tem como base a abordagem Mastery Learning, desenvolvida por Benjamin Bloom. O formato sistemático adotado nesta plataforma prevê auxiliar os alunos a dominarem um tema, antes de passarem para conteúdos mais avançados. No Coursera, se um conceito não ficar claro para o aluno, o *feedback* é imediato. Em muitos casos, são oferecidas várias versões aleatórias de uma mesma atividade de curso, para que dessa forma o aluno possa refazê-las quantas vezes precisar até dominar o conteúdo abordado.

2.3.2.1. Pesquisas envolvendo o uso do Mastery Learning em Ciências

Destacados os principais trabalhos e soluções envolvendo o Mastery Learning, levando em consideração o escopo do estudo realizado neste trabalho de Tese, se torna essencial descrever de forma mais detalhada, determinadas pesquisas localizadas na área de Ciências. A seguir, são descritas quatro pesquisas contextualizadas no escopo deste trabalho.

O trabalho realizado por Lazarowitz et al. (1996) está centralizado no ensino de Biologia para alunos do décimo ano de ensino. A teoria do Mastery Learning foi estabelecida em duas unidades de ensino da disciplina, abrangendo quatro turmas: duas delas (52 alunos no total) receberam instruções em grupo, enquanto as outras duas (61 alunos no total) receberam instruções individualizadas.

Um pré-teste e pós-teste foi aplicado com os dois grupos, além de testes envolvendo a aptidão e percepção dos alunos, sendo efetuada a análise de covariância. Os resultados apontaram que os estudantes que estiveram trabalhando em grupo, obtiveram melhores avaliações de percepção e aptidão. Com relação ao desempenho avaliativo nas duas unidades, o grupo com instruções individuais esteve melhor na primeira, enquanto que o outro grupo obteve melhores avaliações na segunda unidade.

A pesquisa de Ghani et al. (2006) está relacionada a utilização de uma página *Web* para o ensino de Ciências, cuja proposta esteve norteadada na aplicação do Mastery Learning para a articulação e execução das atividades didáticas. A página foi implementada contendo recursos, como anotações, exercícios e desafios, glossário, sendo planejada para que as atividades fossem executadas respeitando uma ordenação de unidades e pudessem ser feitas em grupos. Os resultados apresentados são a viabilidade da construção da página, destacando a integração do uso da tecnologia com o Mastery Learning.

Özden (2008) destaca a possibilidade de uso da tecnologia para auxiliar no ensino de Ciências nas séries do fundamental. Adjunto a isto, ressalta também a integração do Mastery Learning a este tipo de abordagem, sendo a proposta do artigo centralizada em explicar sobre esta integração, seus benefícios e desvantagens. Assim, o autor destaca a necessidade do docente estar ciente da forma de aplicação desta teoria utilizando um Ambiente Virtual de Aprendizagem com foco no ensino de Ciências, de como os processos devem ser cuidadosamente conduzidos, fornecendo os materiais didáticos adequados, instruções individualizadas ou em grupos, além da aplicação de avaliações formativas.

A pesquisa de Agboghrom (2014) buscou averiguar os efeitos da aplicação do Mastery Learning no ensino de Ciências, sendo estabelecido um experimento do tipo Quase-Experimental, com pré-teste e pós-teste. Um grupo de controle e de experimento foram definidos, totalizando 120 estudantes do ensino fundamental em uma disciplina de Ciências, cujo tópico abordado era Metabolismo do corpo humano. O grupo de experimento recebeu instruções e atividades com base no Mastery Learning, enquanto o grupo de controle continuou a aprender com base no método tradicional de ensino.

O instrumento de mensuração estabelecido foi uma avaliação sobre o tópico abordado para averiguar o progresso de desempenho dos grupos, sendo estabelecida a análise estatística de variância para comparação dos resultados. O experimento comprovou que a utilização do Mastery Learning auxiliou os alunos a melhorarem seu desempenho avaliativo, sendo recomendada a utilização desta abordagem para o ensino de Ciências.

Efetuada a análise de utilização do Mastery Learning em diferentes áreas de ensino, foi possível constatar que este tipo de abordagem está passando por um crescente processo de recuperação de sua aplicabilidade, ancorada especialmente na utilização das TIC. Desta forma, se torna essencial discorrer de forma mais detalhada, sobre os principais aspectos observados na análise dos trabalhos relacionados em comparação com a pesquisa proposta nesta Tese.

2.3.3. Interconexão do trabalho de Tese com as pesquisas abordadas

A seção de trabalhos relacionados desta Tese buscou amplificar a visão do leitor acerca da aplicação dos Mundos Virtuais e Mastery Learning em diferentes contextos, áreas de ensino e formas de implementação. Torna-se importante ressaltar que a análise dos trabalhos relacionados, buscando averiguar a forma de aplicação e construção dos experimentos em cada pesquisa, assim como, suas tendências positivas e negativas, tiveram um papel vital na construção deste trabalho.

Nesta análise, foi possível constatar a diversidade de possibilidades a serem exploradas em ambas as áreas, a qual demonstrou uma variada gama de aplicações de trabalhos em diferentes campos de ensino. Tal constatação permite inferir que, tanto os Mundos Virtuais, quanto o Mastery Learning, não possuem uma área ou grupo específico de aplicação, fato que foi comprovado pela diversidade de pesquisas apresentadas, que variaram desde o ensino de Línguas Estrangeiras (Fan et al., 2017) e Saúde (Gonzalez e Kardong-Edgren, 2017), até as áreas de Física (Peachey et al., 2014) e Química (Winkelmann et al., 2017).

Desta forma, pode-se considerar estas duas áreas como amplamente interdisciplinares e flexíveis em seu modo de aplicação. Este fato auxilia a reforçar a adoção para este trabalho de Tese, de um método que não esteja particularmente ancorado para uma determinada área de ensino, mas que permita a diferentes pesquisadores e professores, explorarem as possibilidades inerentes a utilização desta abordagem em suas áreas particulares de aplicação.

É importante ressaltar novamente que os testes desta pesquisa foram realizados na área de Ciências, cujo foco estará mais centralizado neste escopo durante a apresentação do método proposto, conforme pôde ser visto nesta seção, em que os trabalhos na área de Ciências tiveram um enfoque mais detalhado. Entretanto, este tipo de ênfase não limita a validade do método proposto para que seja implementado em outras áreas de aplicação, sendo este um cuidado constante tido pelo autor, durante todo o processo de elaboração deste trabalho de Tese.

Demais constatações foram possíveis de serem extraídas nas pesquisas analisadas e que podem ser relacionadas a este trabalho, como uma crescente utilização do Mastery Learning

com estudantes do ensino fundamental. Este tipo de prática pode ser explicada pela forma de organização das disciplinas e conteúdos neste nível de ensino, cuja formulação favorece a adoção deste tipo de abordagem, visto que em níveis de graduação e pós-graduação, o público envolvido já difere em termos de tempo para estudo e organização de atividades fora do período de sala de aula, visto que muitos estudantes já trabalham e possuem uma maior gama de atividades extras, diferentemente do ensino fundamental, em que os alunos estão focados essencialmente em seus estudos diariamente.

Em contrapartida, foi possível constatar que os Mundos Virtuais estão com suas pesquisas mais centralizadas nos alunos em nível de graduação e pós-graduação. Nunes et al. (2016b) explicam que os Mundos Virtuais podem ser construídos com uma metodologia educacional bem definida, e, em alguns momentos até mais restrita, o que exige um nível de entendimento e compromisso mais elevado por parte dos indivíduos, para que o experimento ocorra conforme planejado. Isto pode resultar em uma abordagem com um nível maior de complexidade e entendimento, o que pode dificultar a compreensão dos alunos do ensino fundamental e se tornar mais árdua de ser realizada, sendo uma possibilidade plausível para sua menor adoção por pesquisadores e professores.

Adjunto às observações efetuadas, foi possível notar a utilização predominante das plataformas Second Life e OpenSim (adotada para este trabalho), em que, as pesquisas realizadas utilizam em sua maioria recursos de programação para a criação de simulações no ambiente. Avila et al. (2014) destacam que ambientes desta natureza propiciam, por exemplo, o desenvolvimento de simulações onde o estudante se envolve em ações investigativas, interagindo com réplicas do mundo real. Desta forma, as simulações foram amplamente exploradas dentro do Mundo Virtual construído, com o intuito de fornecer um maior grau de interação e elementos visuais sobre os tópicos abordados, sendo seguido de acordo com o planejamento do professor.

Neste contexto, em que um planejamento didático bem definido se torna essencial para a utilização dos Mundos Virtuais, a análise efetuada demonstrou a aplicação deste tipo de abordagem com diferentes formas de embasamento educacional, na qual estão incluídas a adoção de teorias como a Aprendizagem Experiencial (Kolb, 1984), assim como, o uso de preceitos dos estudos realizados com a Aprendizagem Colaborativa (Vygotsky, 1980). Tais formas de aplicação seguiram uma mesma linha de raciocínio, em que, os Mundos Virtuais foram planejados e construídos com recursos que pudessem permitir a exploração das atividades didáticas, dentro dos preceitos definidos pela teoria adotada.

Em consonância com esta análise, no contexto de aplicação do Mastery Learning nas pesquisas averiguadas, os trabalhos verificados demonstraram também a adoção de uma linha estratégica de aplicação. Tal tendência foi identificada como a padronização de uso do Mastery Learning em seus moldes originais propostos por Bloom, com a aplicação de diversos testes durante o período de experimento, assim como, a adoção de atividades de reforço para auxiliar os alunos que estivessem apresentando maiores dificuldades de assimilação dos conteúdos. Poucos trabalhos apresentaram pontos fora da curva padrão explicitada pela teoria, conforme pode ser visto em Moore e Ranalli (2015), que embasou as atividades de reforço em tarefas realizadas em casa pelos alunos, sendo corrigidas pelo professor em sala de aula.

Assim, a identificação de uso dos Mundos Virtuais com um embasamento educacional norteador das atividades realizadas, auxiliou a reforçar a necessidade deste tipo de planejamento para a utilização de ambientes deste porte, o que foi considerado como uma motivação extra para a adoção do Mastery Learning como estratégia a ser seguida durante este trabalho. Desta forma, as constatações identificadas em ambas as áreas puderam esclarecer alguns pontos essenciais, dentro de um cenário mais generalizado, que se configuraram como uma base essencial e norteadora deste trabalho de Tese, conforme pode ser visto na Figura 10.

Figura 10 – Diferenças e Similaridades da Tese em relação ao cenário geral descrito



Fonte: elaborado pelo autor

A ilustração apresenta os principais pontos identificados como base para o desenvolvimento deste trabalho de Tese, conforme já descrito nos parágrafos anteriores, assim

como, ressalta também as principais diferenças identificadas nesta pesquisa em relação ao que vem sendo desenvolvido no meio acadêmico, buscando destacar a contribuição deste trabalho.

O principal diferencial identificado neste trabalho de Tese está centralizado na proposição de um método embasado na teoria educacional Mastery Learning, que consiste em uma abordagem amplamente difundida no meio acadêmico e com caráter de aplicação interdisciplinar. Adjunto a esta proposta, está a inserção de recursos tecnológicos, o que pode ser considerado como uma prática emergente, que vem revalorizando o Mastery Learning em meio às pesquisas acadêmicas realizadas.

Neste contexto, o recurso tecnológico adotado foram os Mundos Virtuais, que consistem em uma solução amplamente difundida no meio acadêmico e de caráter interdisciplinar. Torna-se importante ressaltar que, em sua maioria, os trabalhos analisados não têm como objetivo a proposição de um método claro e definido, mas a realização de pesquisas que utilizem Mundos Virtuais embasados com alguma teoria educacional, com objetivo de averiguar seu impacto na aprendizagem, entretanto, sem definir uma nova forma de abordagem.

Outro ponto essencial foi identificado no *survey* realizado por Nunes et al. (2016b), em consonância com às demais análises realizadas dos trabalhos neste escopo da Tese, no qual foi possível constatar a escassez de trabalhos que envolvam o uso de Mundos Virtuais com Mastery Learning. Tal fator pode ser visto como um novo tipo de alternativa a ser explorada, cuja motivação para o desenvolvimento desta pesquisa esteve centralizada na questão da inovação.

Demais observações puderam ser destacadas, como a utilização de recursos multimídias, como vídeos, *slides*, textos e questões, em que uma significativa parcela dos trabalhos não adota uma quantidade de materiais deste porte, ou, centralizam as tarefas no uso de vídeos, portanto, podendo ser considerado como um fator emergente.

O monitoramento adotado no ambiente para averiguar as ações realizadas pelos usuários durante seu processo de interação, também tem um caráter inovador, sendo feita observações como: o momento que acessou e saiu do ambiente, quais materiais didáticos interagiu, que ações realizou nas salas e quanto tempo permaneceu efetuando esta prática. O trabalho oriundo deste processo pode ser visto em Nunes et al. (2016a), sendo melhor detalhado nas próximas seções, assim como, algumas pesquisas similares também podem ser encontradas em Yilmaz et al. (2015), que buscou analisar o significado das interações dos usuários com base em dados provenientes do ambiente, além da pesquisa de Tibola e Tarouco (2015), que abordou uma proposta de monitoramento aliado ao uso de teorias educacionais, havendo como destaque a importância deste processo e sua escassez, no que concerne ao uso nos Mundos Virtuais.

Desta forma, esta seção buscou esclarecer ao leitor como os trabalhos relacionados puderam colaborar para a construção desta pesquisa, tanto em pontos que pudessem ser replicados e melhorados, como na observação e identificação das qualidades diferenciais que estão presentes neste trabalho de Tese. O próximo capítulo apresenta a metodologia adotada e como foram conduzidos todos os passos para a elaboração desta pesquisa.

3. METODOLOGIA

A evolução ocorrida nas últimas décadas nas pesquisas referentes ao uso das TIC em sala de aula, propiciou a abertura de um vasto campo na literatura científica para a publicação de diversos trabalhos, com alternativas viáveis para melhorar os processos de ensino e aprendizagem, em diferentes níveis de escolaridade. Com a mesma temática, este trabalho de Tese enseja o desenvolvimento de um estudo pontual sobre novas práticas pedagógicas a serem adotadas, que abranjam diferentes domínios de ensino, como Física, Química e Computação.

Basicamente, o foco está centralizado em duas vertentes interdisciplinares: Mundos Virtuais e Mastery Learning. Calcado nestas duas abordagens, este trabalho de Tese tem como objetivo articular a proposição de um método de ensino, que busque melhorar o processo de aprendizagem dos estudantes em diferentes níveis de escolaridade e áreas de domínio.

Assim, para se alcançar o sucesso em uma pesquisa deste porte, se torna importante a definição de um método científico, o qual propicie um conjunto de ações sistemáticas, a fim de que seja aferido segurança aos resultados alcançados (LAKATOS e MARCONI, 2007). A pesquisa conduzida neste trabalho teve uma natureza explicativa, do tipo causa e efeito.

Esse tipo de pesquisa procura identificar os fatores que determinam, ou, contribuem para a ocorrência de um determinado fenômeno (GIL, 2010). A intervenção no método tradicional de ensino, com a mudança de sistemática, de acordo com o método proposto nesta Tese, teve como objetivo averiguar os efeitos que esta causa teria na aprendizagem dos estudantes, e, quais particularidades poderiam ser observadas durante este processo, e, nos resultados obtidos.

Durante a pesquisa explicativa desenvolvida neste trabalho, foi determinada a utilização da modalidade quase-experimental, sendo definida por Rockers et al. (2015) como o processo que estima o tamanho do efeito causal, usando variações exógenas na exposição de interesses, que não são controladas diretamente pelo pesquisador. Em ambos os modelos, experimental e quase-experimental, a pesquisa é vista como sendo de "intervenção", em que um tratamento (que compreende os elementos da pesquisa a ser avaliada) é testado para o quão bem ele atinge os seus objetivos, medidos a partir de um conjunto de indicadores pré-especificados (WHITE e SABARWAL, 2014).

O estudo quase-experimental tem como característica um menor nível de rigidez em sua execução, quando comparada com a experimental, não sendo exigido um período longo de testes, com amostras aleatórias e uma significativa quantidade de dados coletados. Desta forma,

para a condução desta pesquisa, o estudo quase-experimental foi considerado adequado, em virtude do período mais curto de testes, com menor número de usuários, sem gerar um produto ou fórmula que demande um estudo experimental prolongado.

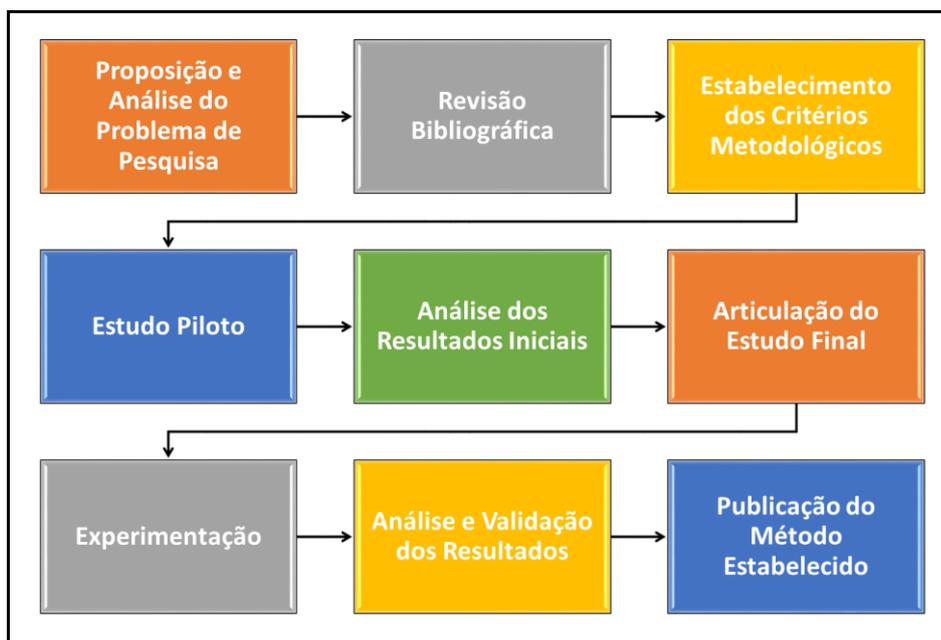
De acordo com os métodos descritos anteriormente, com base na problemática definida nesta pesquisa e levando em consideração as variáveis a serem observadas durante este estudo, foi definida a abordagem quantitativa e qualitativa. A pesquisa quantitativa é baseada na medida (normalmente numérica) de poucas variáveis objetivas, com ênfase na comparação de resultados e no uso intensivo de técnicas estatísticas (WAINER, 2007). Em virtude da concepção dos dados estar formatada numericamente, englobando notas dos alunos nas avaliações realizadas e registros de utilização do Mundo Virtual, sua utilização tem papel fundamental na análise dos resultados, tendo como suporte o uso da pesquisa qualitativa.

Por sua vez, a pesquisa qualitativa baseia-se na observação cuidadosa dos ambientes onde o sistema está sendo ou será utilizado, do entendimento das várias perspectivas dos usuários ou potenciais usuários do sistema (WAINER, 2007). Justifica-se a análise qualitativa neste trabalho pela extração dos dados referentes aos conhecimentos externados pelos discentes por meio de entrevistas, comentários e respostas a questionários de avaliação referentes ao envolvimento com as atividades propostas neste método de ensino. Para Flick (2009), a triangulação entre os dados obtidos através das pesquisas qualitativas e quantitativas, permite representar as diferentes perspectivas metodológicas para a análise de um tema, sendo este procedimento compreendido como a compensação complementar das deficiências e dos pontos obscuros de cada método isolado.

3.1. Fases da Pesquisa

Tendo em vista a integração das duas abordagens descritas anteriormente, e, conseqüentemente a validação deste trabalho de Tese, com o objetivo de verificar sua viabilidade e impacto perante os processos de ensino e aprendizagem, foi possível dividir as práticas desta pesquisa com base em 9 etapas, conforme visto na Figura 11.

Figura 11 – Fases estabelecidas neste estudo



Fonte: elaborado pelo autor

Estas etapas contemplam um conjunto de ações previamente avaliadas e definidas de acordo com a importância de uma Tese de Doutorado, respeitando a metodologia científica adotada e parametrizando todas as ações do pesquisador. A seguir são descritas cada uma das etapas definidas para o desenvolvimento deste trabalho, buscando fornecer ao leitor uma visão clara e concisa dos procedimentos adotados para a elucidação desta pesquisa.

3.1.1. Problema de Pesquisa

A primeira etapa, cujas ações foram centralizadas na análise e proposição do problema de pesquisa, pode ser caracterizada como o ponto inicial no desenvolvimento deste trabalho, sendo definido o problema de pesquisa com base nos estudos relacionados à aplicação de forma intercalada de diferentes tipos de soluções tecnológicas e abordagens educacionais no processo formativo dos estudantes. Como resultado desta ação, sendo elucidadas abordagens atualmente aplicadas e tendências futuras, foi reconhecido o valor da utilização dos Mundos Virtuais.

Neste processo, foram identificadas diferentes possibilidades envolvendo a aplicação dos Mundos Virtuais no escopo educacional, o que resultou na seleção de um aporte teórico baseado na teoria do Mastery Learning, após efetuar um método investigativo acerca das principais teorias educacionais utilizadas em consonância com a abordagem de Mundos Virtuais. Dada a vasta literatura e trabalhos científicos discorrendo sobre estes tópicos

abordados, ressaltando que esta integração tem um caráter inovador no meio acadêmico, isto acabou culminando na definição deste trabalho de Tese.

3.1.2. Revisão Bibliográfica

A segunda etapa consistiu em um levantamento teórico acerca dos principais tópicos abordados neste trabalho, com o objetivo de situar o leitor no que diz respeito às definições, objetivos, formas de aplicação e desenvolvimento relacionados ao problema de pesquisa definido. Para isso, se fez necessário executar um extensivo estudo e mineração de informações em diferentes repositórios, bibliotecas digitais (e.g., IEEE, ACM, SCOPUS), anais dos principais eventos e periódicos na área de Informática na Educação. Agregado a isso, uma análise sobre o estado da arte nas duas áreas abordadas foi efetuada, com a descrição de diferentes trabalhos desenvolvidos e os direcionamentos que cada pesquisador tem tomado, no intuito de demonstrar como é possível integrar estes tópicos para o desenvolvimento de atividades educacionais.

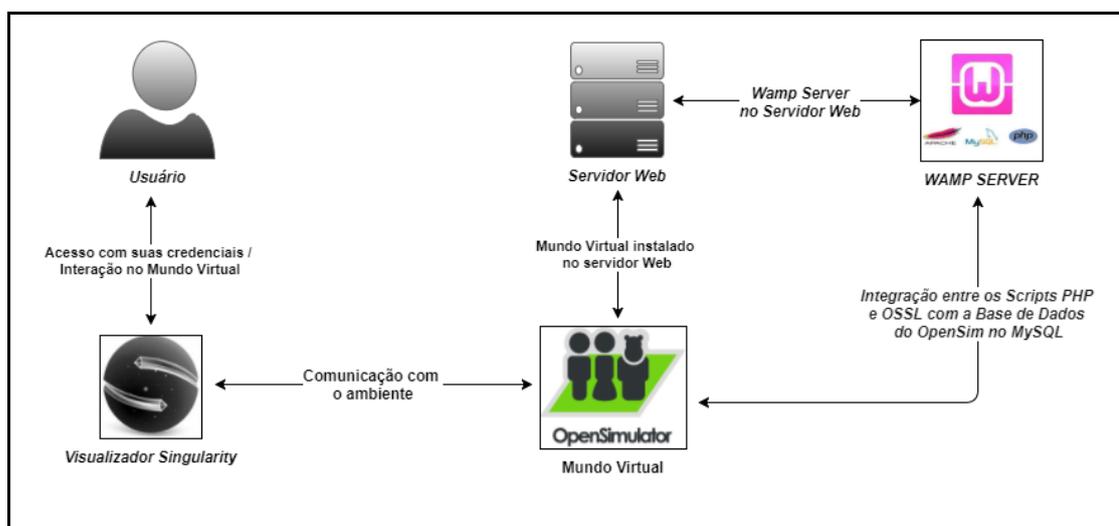
O resultado deste processo culminou na construção de um referencial teórico detalhado acerca dos tópicos abordados nesta pesquisa, assim como, permitiu o desenvolvimento de uma análise aprofundada nestas áreas, inclusive resultando na formulação de uma revisão sistemática no escopo deste trabalho (Nunes et al., 2016b). Esta iniciativa possibilitou abranger o nível de conhecimento acerca da utilização dos Mundos Virtuais e Mastery Learning, permitindo a formação de uma base conceitual essencial para o desenvolvimento deste trabalho, e, a constatação dos principais fatores inovadores presentes nesta pesquisa.

3.1.3. Critérios Metodológicos

A terceira etapa ficou caracterizada pela definição dos critérios metodológicos empregados nesta pesquisa, cuja análise de diferentes métodos e proposições na literatura proporcionou o aporte teórico necessário, para a realização de um planejamento conciso e adequado às práticas executadas. Desta forma, uma base metodológica envolta nos princípios de uma pesquisa explicativa utilizando a modalidade quase-experimental, com vistas à aplicação de uma análise quantitativa e qualitativa pôde ser definida, para atender as demandas inerentes ao tema e aos aspectos estratégicos planejados neste estudo, no intuito de obter e analisar concisamente os resultados atingidos.

Esta etapa também ficou caracterizada pela definição da infraestrutura tecnológica utilizada para aporte desta pesquisa, conforme pode ser visualizada na Figura 12. Tal composição foi estabelecida e se manteve a mesma para os testes do Estudo Piloto, e, para os experimentos finais.

Figura 12 – Infraestrutura Tecnológica utilizada na Tese



Fonte: elaborado pelo autor

A plataforma OpenSim, em sua versão 0.8.2, foi selecionada para efetuar a criação e o desenvolvimento do Mundo Virtual 3D, sendo seu modo de operação similar ao Second Life, porém de forma gratuita e *open source*, encontrando-se em constante desenvolvimento e implementação. Com relação ao desenvolvimento de objetos 3D, foram utilizados *softwares* de modelagem gráfica, como Blender e Sketchup, assim como, foram criados objetos diretamente no ambiente em virtude dos recursos já embutidos na plataforma, o que permite a criação de objetos com texturas e detalhes mais simplificados.

Recursos de programação foram utilizados no formato da linguagem OpenSim Script Language (OSSL), nativa do ambiente. Esta linguagem possibilitou a inserção de efeitos de animação e transformações variadas nos objetos, o que permite elevar o grau de interatividade dos elementos, e, apresentar simulações com melhores recursos de visualização.

O Mundo Virtual foi hospedado em um servidor *Web* com um endereço de Internet Protocol (IP) fixo, sendo este serviço contratado de uma empresa particular, para que o ambiente pudesse estar *online* 24 horas por dia e sem riscos de estar fora do ar, o que prejudicaria o acesso dos participantes. A aplicação WAMP Server²⁵ foi instalada neste

²⁵ Disponível em: <http://www.wampserver.com/en/>

servidor, permitindo a criação do banco de dados MySQL, necessário para hospedar os dados do OpenSim, e, que permite a gravação de todas interações ocorridas no ambiente.

O Wamp Server também fornece suporte à linguagem Hypertext Preprocessor (PHP), utilizada para a criação de *scripts* de programação que faziam a comunicação e gravação de dados entre o Mundo Virtual e o banco de dados do ambiente. No lado do cliente, ou seja, dos participantes que utilizaram o ambiente, foi necessária a utilização do visualizador Singularity em sua versão 1.8.7, atendendo às necessidades identificadas na construção do Mundo Virtual, como a visualização e importação destes objetos criados com o Blender e Sketchup.

3.1.4. Estudo Piloto e Análise dos Resultados Iniciais

Após estabelecer a infraestrutura tecnológica a ser utilizada, e, os critérios metodológicos adotados para a condução desta pesquisa, foi possível realizar o Estudo Piloto para averiguação das possibilidades e dificuldades para a criação do método proposto. Os testes foram realizados com uma turma na área de Informática em uma instituição federal de educação profissional e tecnológica, cujo tópico abordado foi “Algoritmos e Lógica de Programação”, tendo uma duração total aproximada de 1 mês e meio, entre Maio e Junho de 2016.

Esta fase teve um papel fundamental para a observação e análise do método que estava sendo proposto, além da verificação de quais direções e encaminhamentos poderiam ser adotados para o estabelecimento de uma proposta mais concisa e clara, a ser implementada na fase de experimentação final do trabalho. Os resultados provenientes desta fase envolveram a aplicação de avaliações diagnósticas em diferentes momentos do experimento, sendo comparado o método adotado com uma abordagem de ensino considerada mais tradicional de uma turma do ano anterior.

3.1.5. Planejamento do Estudo Final / Experimentação / Análise dos Resultados

O Estudo Piloto citado anteriormente, foi considerado essencial para esta nova fase de testes, pois forneceu importantes subsídios para a aplicação de melhorias no método que estava sendo proposto, sendo estas mudanças efetuadas durante a ocorrência do experimento final. A Tabela 2 apresenta uma sequência temporal dos testes realizados para este trabalho de Tese. Para a realização da etapa final de experimentos, foi optado pela realização dos testes em um colégio militar, envolvendo diversas turmas do sexto ano em uma disciplina de Ciências.

Tabela 2 – Ordem cronológica dos testes realizados nesta Tese

Teste/Período	2016							2017			
	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.
Estudo Piloto											
Experimentação Final											
Validação do Mundo Virtual											

Fonte: elaborado pelo autor deste trabalho

O período de experimentação final abrangeu 3 trimestres no ano de 2016, entre os meses de Maio e Novembro, com três turmas do sexto ano, e, mais um período de 1 trimestre no ano de 2017, entre os meses de Maio à Agosto, com três turmas diferentes do sexto ano, sendo todo processo conduzido na mesma disciplina com o mesmo professor. Concomitantemente à realização desta fase experimental, um processo de validação do Mundo Virtual construído foi executado em uma Instituição Federal de Ensino, com duração de duas aulas de 50 minutos no mês de Novembro de 2016, por alunos de Licenciatura da área de Ciências.

O estabelecimento e adequação do método proposto, a definição do universo participante e a estruturação do experimento para a coleta dos dados, de forma quantitativa e qualitativa, foram essenciais nesta fase do trabalho. Tais procedimentos permitiram efetuar a tabulação dos dados obtidos durante o período de experimentos, a partir do qual foram estabelecidas as técnicas estatísticas mais adequadas, para a correta análise e interpretação dos resultados. Desta forma, se tornou possível elucidar questionamentos e observações relacionadas às ocorrências pertencentes a este estudo.

3.1.6. Publicação do Método Estabelecido

O estabelecimento do método proposto de forma clara e concisa durante a fase de experimentos, com sua consequente validação, resultando na análise das causas e indicadores provenientes deste período, permitiram a interpretação dos efeitos que este método obteve no processo de aprendizagem dos participantes e seu real impacto no cenário abordado. Desta forma, uma análise crítica, baseada nos dados e observações provenientes do estudo, permitiram que a questão de pesquisa desta Tese fosse solucionada.

Concomitantemente ao período de estudos realizados para a elaboração desta Tese, os resultados parciais provenientes serviram de embasamento para as publicações científicas, que corroboraram para o progresso da pesquisa, em virtude, tanto das críticas, quanto das sugestões construtivas advindas de diferentes avaliadores capacitados. Tal processo culminou na

publicação deste volume e a contribuição desta pesquisa para o meio acadêmico, com base nos fatores inovadores que foram articulados e a inserção de novas visões acerca das áreas abordadas.

3.2. Estudo Piloto

O Estudo Piloto desenvolvido ocorreu no período de início de Maio à metade de Junho de 2016, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus Júlio de Castilhos. A disciplina selecionada foi “Fundamentos de Informática”, pertencente à grade curricular técnica do curso denominado “Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio”.

Em conversa com a professora da disciplina e colega do curso de Doutorado, Maria Angélica Figueiredo Oliveira, houve o interesse de ambas as partes e o estabelecimento de um vínculo para a realização destes testes, sendo optado pela escolha da unidade de “Aspectos de Lógica de Programação”, que corresponde a introdução de conceitos e práticas relacionadas à criação de algoritmos de programação. Tal escolha esteve embasada nas justificativas empíricas da professora da disciplina, que ressaltou ser uma unidade considerada “problemática”, em virtude das dificuldades dos alunos no entendimento do conteúdo e seu baixo desempenho nas avaliações nos anos anteriores.

Esta problemática tem sido amplamente discutida no meio acadêmico, sendo abordada nas pesquisas realizadas dificuldades relacionadas diretamente ao raciocínio lógico e suas relações, pois estas podem ser consideradas alicerces para a construção do conhecimento sobre a programação de aplicações (AMARAL, 2015). Estudos neste escopo de pesquisa tem constatado que, estudantes têm tido dificuldades relacionadas a interpretação de textos e enunciados, no desenvolvimento do raciocínio lógico e solução de problemas, equívocos na formulação de modelos mentais apropriados, além da adoção do “modelo tradicional” de ensino, em que os estudantes se tornam meros receptores de informação e não participativos, aliado à sua falta de motivação (BOSSE e GEROSA, 2016; BRESSAN e AMARAL, 2016; KAFAI, 2016; NIELSEN et al., 2016).

Em virtude desta problemática apresentada, adjunto à observação fornecida pela professora da disciplina, foi optado pela escolha deste tópico para ser utilizado no Estudo Piloto realizado neste trabalho de Tese. O experimento foi conduzido com 24 alunos da disciplina, que tinham idade média de 14 anos, sem haver a separação entre grupos de controle e experimento. Foram realizados 12 encontros, com duração aproximada de duas horas em cada aula, onde os encontros ocorreram duas vezes por semana, sendo o primeiro no período da

manhã, em que a professora ministrava o conteúdo normalmente, enquanto o segundo encontro semanal consistia em um período de monitoria no turno da tarde, cujo foco estava centralizado na realização de atividades de reforço do conteúdo visto na disciplina.

A implementação da teoria do Mastery Learning foi estabelecida dividindo esta unidade em quatro subtópicos durante este período, definidos pela professora com base em seu conhecimento do conteúdo da disciplina, sendo eles:

- introdução à programação;
- estruturas de condição: “*If*” e “*Else*”;
- estruturas de seleção: “*Switch*” e “*Case*”;
- estruturas de repetição: “*Do*”, “*While*”, “*For*” e “*ForEach*”.

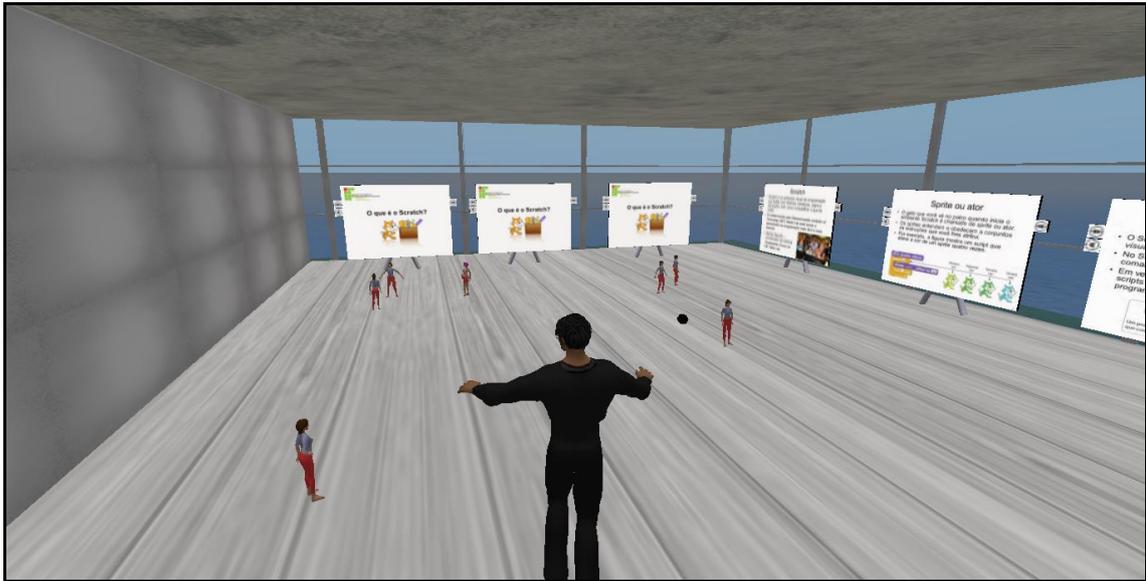
Durante o período normal de aula no turno da manhã, foi mantida uma metodologia tradicionalmente utilizada pela professora da disciplina, em que os conteúdos eram apresentados no quadro branco e apresentações de *slides*, visualizadas no projetor multimídia. Com relação ao período de monitoria no turno da tarde, todos os alunos, sem haver uma separação formal, começaram a receber atividades de reforço baseadas no uso do Mundo Virtual, realizadas no laboratório de informática da instituição, ressaltando que a primeira aula teve um caráter introdutório, em que, a professora apresentou o ambiente e forneceu instruções básicas de como interagir nele, visto que ela já havia utilizado o OpenSim.

Foi utilizada uma região no ambiente, na qual foi construído um laboratório virtual constituído por cinco salas diferentes, que foram separadas por tipo de material didático. A primeira sala correspondia ao uso de questões no formato múltipla escolha, em que o aluno podia responder aos desafios e obter o *feedback* em tempo real. A segunda sala foi constituída por apresentações de *slides*, enquanto a terceira continha textos sobre os conteúdos trabalhados na unidade.

A Figura 13 apresenta um exemplo de uso da sala de *slides*, em que os alunos poderiam visualizar os *slides* dentro do Mundo Virtual. Nesta ilustração, se torna possível observar uma apresentação sobre o uso do Scratch, a qual continha informações e instruções iniciais para auxiliar os alunos a entenderem o funcionamento deste *software*. A quarta sala possibilitava aos alunos que assistissem vídeos *online* diretamente do canal de vídeos YouTube²⁶, sendo selecionado pela professora da disciplina o conteúdo que deveria ser visualizado por eles nesta sala.

²⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/>

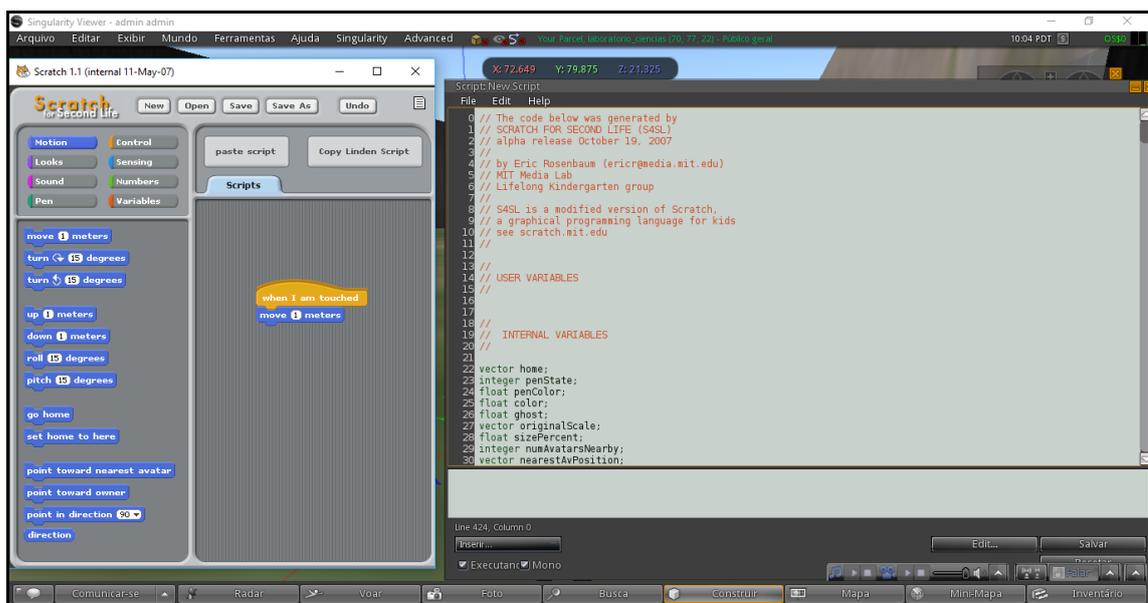
Figura 13 – Sala de *slides* sendo utilizada pelos alunos durante o experimento



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

A quinta sala abordava as atividades de cunho prático realizadas no Mundo Virtual, exemplos de algoritmos foram trabalhados usando o *software* “Scratch for OpenSim²⁷”, que se trata de uma aplicação que possibilita a inserção de blocos visuais de códigos aninhados de acordo com a preferência do autor. A Figura 14 permite visualizar um exemplo, em que o código é construído na aplicação e pode ser inserido no objeto 3D dentro do Mundo Virtual.

Figura 14 – Exemplo de utilização do Scratch For OpenSim



Fonte: captura de tela realizada pelo autor ilustrando o uso do *software* Scratch For OpenSim

²⁷ Disponível em: <https://scratch4opensim.wikispaces.com/>

Este formato de atividade possibilita que o aluno crie seu código no *software*, seguindo sua lógica de programação, e, posteriormente, insira este código no objeto 3D dentro do Mundo Virtual. Tal processo permite que os alunos pratiquem o conteúdo, procurando entender melhor como formular um algoritmo, identificar erros e corrigi-los, observando os resultados em tempo real nos objetos 3D que foram criados no Mundo Virtual.

Durante o período experimental, houveram três avaliações: um pré-teste, um teste intermediário e um pós-teste. É importante ressaltar que a aplicação do pré-teste foi realizada antes do início da unidade, portanto os alunos não haviam estudado o conteúdo, sendo que o teste abordou todos os tópicos da unidade. No teste intermediário, metade do conteúdo já havia sido discutido e a professora havia explicado uma parte introdutória do tópico das estruturas de seleção e repetição. No pós-teste, a professora avaliou todo o conteúdo ministrado na unidade, sendo esta avaliação diferente do pré-teste.

Desta forma, os alunos foram constantemente avaliados e observados durante a unidade, com especial atenção às notas do teste intermediário para verificar se tinham atingindo a porcentagem necessária para aprovação (nível de maestria estabelecido), que foi igual a 70% da nota. Torna-se importante ressaltar que as atividades de reforço ocorreram desde o início da unidade até o final dela, antecedente a aplicação do pós-teste.

Para fins comparativos, a professora da disciplina forneceu as notas das avaliações realizadas com a turma de 2015 nesta mesma unidade de ensino. O método de ensino adotado para a turma de 2015 era tradicional, utilizando aula diálogo-expositiva, com o apoio da apresentação de *slides* e uso do quadro negro com exercícios em sala de aula, sem emprego de nenhuma abordagem similar à um ambiente 3D. Esta turma foi constituída por 27 alunos também com idade média de 14 anos, em que foram realizadas três avaliações nos mesmos moldes da turma de 2016, com um pré-teste, teste intermediário e pós-teste.

A análise quantitativa dos resultados obtidos com as avaliações aplicadas foi efetuada com a execução de um tratamento estatístico, no qual o teste não-paramétrico denominado de Wilcoxon-Mann-Whitney foi selecionado. O teste verifica se os dois grupos provêm da mesma população, ou seja, testa se os dois grupos independentes são homogêneos e têm a mesma distribuição (NACHAR, 2008).

Em virtude da comparação entre duas amostras independentes, que neste caso, se configurou pelas turmas de 2015 e 2016, foi possível estabelecer se houveram diferenças significativas nas medianas analisadas em cada uma das três avaliações realizadas, ou seja, se uma população teve valores maiores do que a outra. Os resultados e análise destes dados, para

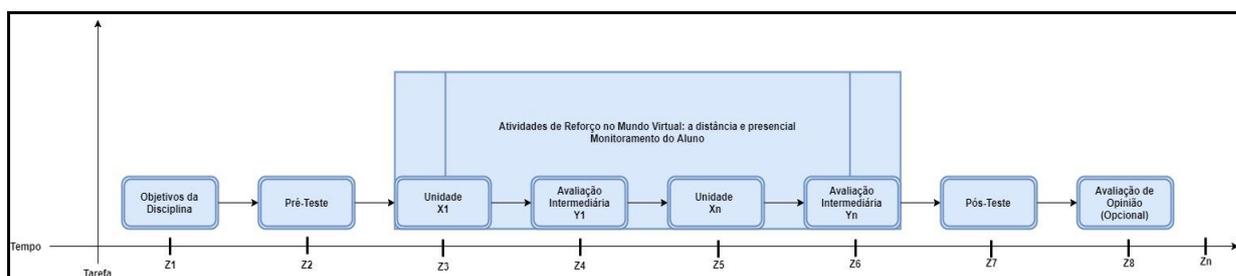
determinar a viabilidade da proposta apresentada no Estudo Piloto, bem como as dificuldades e observações identificadas neste estudo, são discutidas no capítulo de resultados.

3.3. Experimentação Final

O Estudo Piloto realizado serviu como embasamento para a adoção de melhorias no método proposto e na condução das atividades para a experimentação final. Desta forma, com base nas descrições apresentadas anteriormente, se torna possível apresentar de forma detalhada o método proposto neste trabalho de Tese, que foi implementado e validado durante o processo de experimentação final.

A Figura 15 (disponível também no Apêndice A para melhor visualização) apresenta uma visão geral de como ocorre o funcionamento do método proposto nesta pesquisa, buscando esclarecer ao leitor sua forma de operação, ressaltando que sua utilização tem como base os preceitos apresentados na teoria educacional do Mastery Learning, adjunto à utilização dos Mundos Virtuais. O esquema foi apresentado neste formato, com o intuito de esclarecer que, o funcionamento do processo ocorre de maneira sequencial, diferentemente do processo original descrito na teoria (vide Figura 6), em que o aluno segue um caminho sequencial, porém, caso não obtenha o nível exigido nas avaliações, ele deve realizar atividades de remediação e realizar a prova novamente, sem avançar para o próximo tópico até que esteja dentro do nível mínimo de desempenho estabelecido, o que demanda uma carga extra de tempo a cada ciclo.

Figura 15 – Fluxo de processamento do método proposto



Fonte: ilustração criada pelo autor

No caso do método apresentado nesta Tese, o aluno também deve seguir um caminho previamente estabelecido, de forma sequencial, entretanto, caso ele não obtenha um nível considerado satisfatório, esta dificuldade será tratada por meio das atividades de remediação durante o período da disciplina, de forma conjunta com as demais atividades que seguirão normalmente. Desta forma, o aluno não será “barrado” em seu avanço na disciplina, propondo a ele a oportunidade de recuperação em tempo real no período de aulas e a continuidade

habitual, sem que isto interfira no fluxo normal do andamento de toda a turma, sendo este procedimento considerado como um dos principais diferenciais neste método proposto, conjuntamente com o uso dos Mundos Virtuais.

O processo inicia com um primeiro encontro com os estudantes, no qual os objetivos da disciplina devem ser previamente esclarecidos pelo docente, para que eles estejam cientes dos conteúdos que serão abordados e a forma com que serão conduzidas as atividades. Adjunto a este esclarecimento, uma prova (pré-teste) abordando todos os tópicos que serão trabalhados na disciplina deve ser aplicada para buscar mensurar o conhecimento inicial dos indivíduos. Como alternativa, o professor pode aplicar questões separadas por conteúdos (dissertativas ou objetivas), com o intuito de possibilitar uma análise separada por tópicos, e o nível de conhecimento da turma em cada um.

Posteriormente, se inicia o andamento das atividades para a primeira unidade (X_1) estabelecida pelo professor, de acordo com sua preferência e grade curricular da disciplina. Torna-se importante ressaltar que o professor poderá escolher a melhor maneira de ministrar o conteúdo, seja no formato de exposição dialógica com o auxílio do quadro negro e explicações orais, com apresentações de *slides*, uso de recursos multimídias como vídeos e áudios, assim como, com o uso de demais recursos tecnológicos.

Ao final desta unidade, uma avaliação intermediária (Y_1) deve ser aplicada abordando somente o conteúdo trabalhado neste período. O professor deve averiguar o desempenho de cada indivíduo da turma para identificar quais alunos apresentaram maiores dificuldades na avaliação. Este processo é parte integrante da atividade de monitoramento permanente dos alunos durante a disciplina, com o intuito de obter uma visão geral e individual em tempo real, para que medidas corretivas e melhorias possam ser empregadas.

Os alunos que tiveram notas consideradas abaixo do desempenho satisfatório estabelecido pelo professor, poderão ser encaminhados para realizarem atividades de reforço durante o andamento da disciplina. Isso evita que o fluxo normal seja alterado, sem afetar o tempo previamente definido para a ocorrência da disciplina, enquanto auxilia os alunos a obterem atividades de remediação durante o processo, ao contrário do método tradicional adotado em diversas instituições de ensino, em que este momento é realizado somente no final da disciplina, após o fechamento de todas as notas, com um caráter de período de recuperação.

É importante ressaltar que o professor deve atribuir atividades de reforço para os alunos com dificuldades, entretanto, isto não inviabiliza a possibilidade dele optar que todos realizem estas tarefas, independente do desempenho na avaliação. Neste método proposto, foi

considerado que as atividades de reforço sejam realizadas utilizando o Mundo Virtual, ficando a critério do professor, a melhor forma de efetuar este procedimento.

Torna-se importante destacar que para o uso do Mundo Virtual, o docente irá necessitar (na maioria dos casos) do apoio de uma equipe multidisciplinar, que tenham indivíduos ligados à área da informática para auxiliar na instalação e uso do Mundo Virtual, assim como de pessoas ligadas à área pedagógica, que podem auxiliar na construção das atividades a serem desempenhadas neste ambiente. O docente poderá optar por utilizar um recurso educacional aberto, ou seja, um Mundo Virtual já construído e apto a ser utilizado de forma livre para os tópicos abordados na disciplina.

Outra possibilidade está centralizada na criação ou personalização de um Mundo Virtual existente para o escopo das atividades a serem desempenhadas, o que acarretará em uma carga de trabalho maior, sendo neste caso essencial o trabalho conjunto com outros indivíduos de áreas afins, conforme citado anteriormente. Isto fornecerá ao professor um ambiente interativo que poderá ser replicado para outros tópicos de seu domínio e utilizado com diferentes turmas em variadas situações que possam ser articuladas.

O professor poderá realizar atividades presenciais juntamente com os alunos em um laboratório de informática da instituição de ensino, tanto no horário de aula, quanto em um horário alternativo, conforme preferência e necessidade. Assim como, o professor poderá estimular o uso no formato não presencial (a distância), fornecendo tarefas que devam ser realizadas pelos alunos no Mundo Virtual, como a visualização de *slides*, vídeos, responder as questões e/ou interagir com os experimentos dispostos no ambiente. Torna-se importante ressaltar que outros ambientes, como o Moodle, não são descartados deste processo, podendo também ser utilizado pelo professor como alternativa complementar junto com as atividades realizadas no Mundo Virtual.

Desta forma, um pequeno ciclo é finalizado, em que a primeira unidade foi ministrada pelo professor, uma avaliação foi efetuada e as atividades de reforço foram aplicadas acerca deste tópico no decorrer da disciplina. A partir deste momento, o mesmo procedimento é adotado para a segunda unidade (X_2), em que o conteúdo é ministrado de acordo com a preferência do professor, com a aplicação de um teste intermediário (Y_2) ao final desta unidade, englobando somente o conteúdo ministrado neste período, e, a atribuição por parte do professor de novas atividades de reforço a serem realizadas pelos alunos acerca de tópico ministrado, utilizando o Mundo Virtual.

Novamente, o ciclo é finalizado e deverá ser repetido para as próximas unidades (X_N) planejadas na disciplina, com as aplicações das provas intermediárias (Y_N), até o final do

conteúdo previamente estabelecido. Neste momento do processo, o professor deverá aplicar uma prova final (pós-teste), em que todo conteúdo ministrado na disciplina deverá ser englobado, sendo este teste diferente do pré-teste aplicado anteriormente com a turma.

Conforme explicado anteriormente, o professor poderá optar por realizar a prova com questões divididas por conteúdos, sendo possível realizar uma análise de desempenho por tópicos. Desta forma, ele poderá comparar o desempenho da turma e de cada indivíduo de forma geral, ou, fazer esta análise levando em consideração cada tópico da disciplina, desde seu início no pré-teste, provas intermediárias e pós-teste. Esta prática permite que o professor possa visualizar em quais conteúdos os alunos tiveram mais dificuldades, servindo como *expertise* para uma próxima disciplina, na qual poderão ser tomadas diferentes ações que visem melhorar o desempenho nos tópicos problemáticos.

Como sugestão opcional, o professor poderá realizar entrevistas com os alunos ou aplicar juntamente à turma um questionário de avaliação deste método, da forma com que foram realizadas as atividades e sobre o uso do Mundo Virtual. Esta ação tem como objetivo coletar informações pertinentes acerca da opinião dos alunos, filtrando assim as críticas construtivas e sugestões que possam servir para a aplicação de melhorias no processo adotado pelo professor.

Desta forma, o ciclo completo do método proposto estará encerrado, levando em consideração que o tempo (Z_N) permanecerá constante, conforme previamente definido na disciplina, sem que as atividades desempenhadas durante o processo gerem custos temporais adicionais, além da permanência das atividades de reforço durante o percurso. Outro ponto importante a ser ressaltado é o monitoramento constante que ocorre por parte do professor, visto que ele terá uma visão atualizada da situação de cada aluno e da turma como um todo, o que permite que sejam tomadas as medidas necessárias para melhoria de desempenho.

Discorridos tais esclarecimentos, se torna possível descrever como foram articulados os testes finais deste trabalho, e, como ocorreu o processo de experimentação utilizando este método descrito anteriormente. A intervenção ocorreu no Colégio Militar de Porto Alegre em virtude de um contato com outra colega do curso de Doutorado (Kelly Hannel), e, integrante do quadro de colaboradores no setor de Tecnologia da Informação do colégio na época.

Este contato possibilitou realizar tratativas que resultaram em uma parceria com o professor Fabiano Ferreira Antunes, que ministrava a disciplina de Ciências na instituição, o qual se disponibilizou a participar do experimento e colaborar com o andamento do projeto. A partir deste ponto, se torna importante dividir o processo de experimentação da Tese em três fases distintas:

- **Primeira Fase:** a primeira fase de experimentação ocorreu no segundo trimestre entre o início do mês de Maio até metade do mês de Agosto de 2016, visto que o primeiro trimestre já havia iniciado quando foram feitas as tratativas com o professor, sendo optado pelo começo neste período;
- **Segunda Fase:** a segunda fase de experimentação ocorreu entre o final do mês de Agosto até o final do mês de Novembro de 2016, abrangendo o segundo semestre da disciplina. Importante destacar que nesta segunda fase, também foram efetuados os testes de validação do Mundo Virtual com indivíduos que estavam em formação docente na época, em uma Instituição Federal de Ensino;
- **Terceira Fase:** nesta fase, o processo de experimentação continuou com a mesma disciplina e professor, entretanto com três turmas diferentes do sexto ano, sendo realizado no segundo trimestre no período de início do mês de Maio até metade do mês de Agosto de 2017, com conteúdos iguais à primeira fase para fins comparativos;

É indispensável ressaltar que todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre esclarecido, no qual estavam cientes do estudo realizado e concordaram de forma livre e consciente. Este termo foi assinado tanto pelos alunos, quanto por seus pais, além do autor deste trabalho²⁸. Agregado a estes termos, também foi firmado um termo de anuência com a direção do curso de Doutorado para viabilizar a pesquisa realizada nesta Tese. No Colégio Militar de Porto Alegre, o departamento de Coordenação Pedagógica também firmou uma parceria com o autor deste trabalho, visando a autorização do projeto e publicação.

Para que possa ser efetuada uma descrição detalhada de cada um destes momentos, as subseções a seguir descrevem separadamente os testes realizados em cada fase, buscando apresentar ao leitor uma visão concisa dos procedimentos adotados neste processo de experimentação da Tese.

3.3.1. Primeira Fase

O experimento ocorreu durante todo o segundo trimestre de 2016, que teve duração total de aproximadamente 4 meses (Maio a Agosto). Seguindo os preceitos estabelecidos no método

²⁸ Os termos estão à disposição por parte do autor deste trabalho para serem visualizados pelos leitores, caso se configure necessário.

proposto, a primeira aula do trimestre teve como objetivo a explanação dos objetivos da disciplina e sua forma de condução. O conteúdo foi dividido em 3 unidades:

- constituição da matéria - átomos e moléculas;
- fenômenos físicos e químicos e fontes de energia;
- solo e saúde: poluição e doenças;

Os alunos tinham uma aula semanal com duração de 45 minutos no período da manhã, em que o conteúdo era exposto de forma oral pelo professor utilizando quadro negro e apresentação de *slides*. As atividades complementares foram estipuladas na modalidade a distância durante todo o semestre, em virtude do colégio ter um horário restrito e da dificuldade dos alunos em se deslocarem fora do período de aula para realizarem atividades de recuperação, visto que tradicionalmente este período é destinado a ocorrer somente no final de cada trimestre.

Assim, foi optado pela utilização do Mundo Virtual na modalidade a distância pelos alunos e em dois encontros esporádicos no horário normal de aula no período da manhã, fator que foi dificultoso devido aos serviços de manutenção que estavam ocorrendo neste período no Colégio Militar, o que dificultava a utilização do laboratório de informática pelos professores. Esta dificuldade resultou em um maior esforço necessário para que os alunos utilizassem o Mundo Virtual em casa, com o auxílio de seus familiares.

Além disso, foi estabelecida a utilização do Mundo Virtual a distância de forma facultativa, buscando fornecer um caráter mais liberal ao experimento, sendo que somente aqueles alunos que quiseram utilizar e se sentiram motivados, fizeram a escolha por este tipo de ambiente. Demais alunos que optaram por não utilizar o Mundo Virtual, escolheram entre utilizar o ambiente Moodle, que continha os mesmos tipos de materiais, com exceção às simulações, ou, somente assistir às aulas de forma presencial e não utilizar nenhum ambiente, totalizando 3 tipos diferentes de grupos. Por padrão, na instituição de ensino em anos anteriores, o Moodle era o único tipo de ambiente adotado neste local.

É importante ressaltar que para os alunos que utilizaram o Mundo Virtual, foi efetuada uma aula expositiva no início do experimento, sendo apresentados os comandos básicos de movimentação e explicado o processo necessário para efetuar a instalação e configuração do visualizador. Além disso, tutoriais no formato de textos e vídeos foram disponibilizados aos alunos para facilitar o acesso ao Mundo Virtual em suas residências. Efetuada a descrição da forma com que foi conduzido o experimento, as próximas subseções apresentam detalhes sobre o Mundo Virtual criado para esta fase, sobre os participantes desta pesquisa, a forma de condução das avaliações, assim como, da coleta e análise dos dados.

3.3.1.1. Mundo Virtual criado para a Fase 1

O Mundo Virtual utilizado pelos estudantes foi construído na plataforma OpenSim em uma região denominada “Laboratório_Ciências”, de forma a facilitar a localização deste espaço no ambiente. Para a inserção de objetos 3D, foram utilizados recursos como a importação de objetos oriundos de repositórios *online*, como 3D Warehouse²⁹ e Zadaroo³⁰, além da criação de formas tridimensionais diretamente no ambiente, com as ferramentas providas nele.

Foi estabelecida a criação de um laboratório virtual nesta região, composto por cinco espaços diferentes, separados por tipo de material didático, sendo esta estrutura organizacional definida de forma empírica pelo professor da disciplina em conjunto com o autor deste trabalho, que tinha como base as experiências anteriores realizadas utilizando este tipo de ambiente, como o Estudo Piloto. Desta forma, o laboratório virtual foi dividido em cinco tipos diferentes de salas: vídeos, textos, *slides*, questões e simulações.

É importante ressaltar que na entrada do laboratório, conforme visto na Figura 16, um espaço de socialização foi criado, o qual se tornou o ponto de encontro dos alunos. Neste espaço era possível escolher diferentes tipos de roupas e aparências pré-definidas para customizar o *avatar*, sendo um local em que os alunos realizavam este processo e conversavam entre si, acerca das aparências de cada indivíduo.

²⁹ Repositório de objetos 3D que podem ser exportados via Sketchup no formato aceito pelo OpenSim. Disponível em: <https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=pt-BR>

³⁰ Repositórios de objetos e regiões no formato aceito pelo OpenSim. Disponível em: <http://zadaroo.com/>

Figura 16 – Espaço de Convivência e Personalização do Avatar



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Na sala de vídeos, os participantes podiam assistir a apresentações *online* hospedadas diretamente no *site* do YouTube. Conforme pode ser visto na Figura 17, em um painel no ambiente era adicionada uma textura do tipo “mídia”, que permitia o acesso a diferentes *sites* da Internet, em que a ilustração demonstra um exemplo de vídeo sobre o tópico de Gás Carbônico.

Figura 17 – Exemplo de visualização de um vídeo no Mundo Virtual



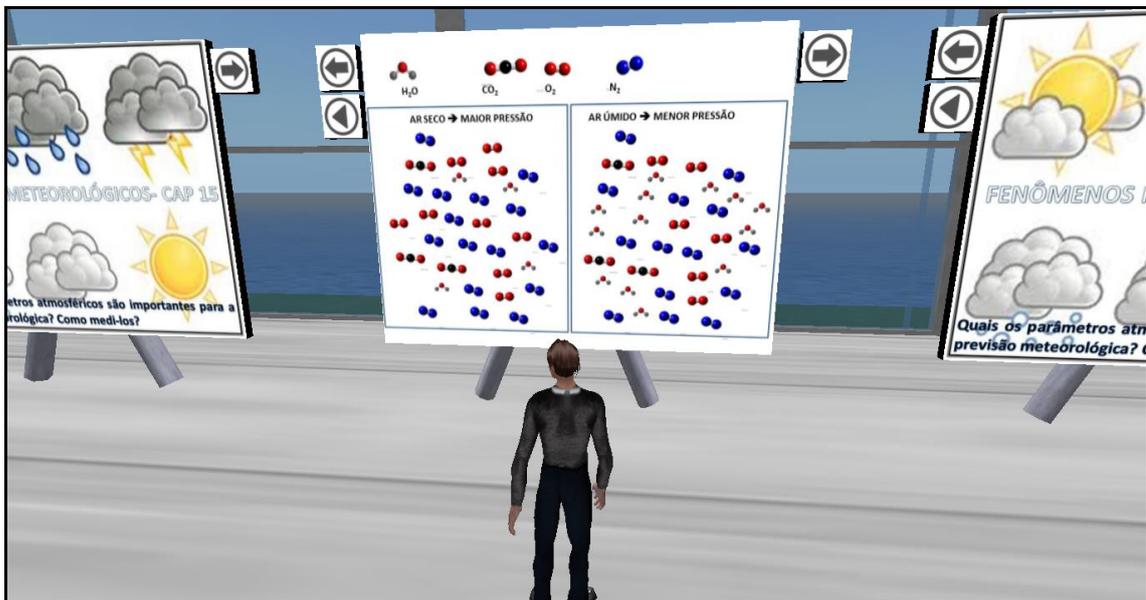
Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Desta forma, o endereço do vídeo no YouTube, que foi selecionado pelo professor, era inserido nesta textura, em que o usuário ao clicar nela, carregava a página com vídeo e áudio

para ele assistir diretamente no Mundo Virtual. Este tipo de textura no formato de mídia permitia também definir somente um endereço fixo para ser acessado pelo aluno, evitando desta forma que ele navegasse por páginas diferentes da que foi estabelecida pelo professor.

A sala de textos e *slides* continha conteúdos teóricos relacionados às unidades da disciplina, em que a Figura 18 apresenta um exemplo de visualização de um *slide* sobre o conteúdo de fenômenos meteorológicos, enquanto a Figura 19, ilustra a visualização de um texto acerca do tópico de composição do ar.

Figura 18 – Exemplo de visualização dos *slides* no Mundo Virtual



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Nestas duas salas, foram utilizados painéis com texturas que permitiam a inserção de imagens nelas de forma sequencial. Adjunto a isso, foram criados *scripts* OSSL nas três setas de navegação (avanzar/retornar/voltar ao início), que permitiam ao aluno navegar pelos *slides* e textos. As apresentações de *slides* eram transformadas em imagens separadas, sendo importadas para o ambiente e inseridas na textura. O mesmo processo ocorria com os textos, em que as imagens eram capturadas e importadas para o Mundo Virtual.

A sala de questões permitia que os alunos respondessem a questionamentos no formato de múltipla escolha em um painel que era apresentado no canto direito superior de sua tela (vide Figura 20), sendo fornecido *feedback* imediato sobre o acerto ou erro na resposta fornecida. Cada questão era capturada no formato de imagem e inserida na textura de forma sequencial, em que o aluno visualizava o questionamento, selecionava a opção no painel lateral e imediatamente recebia o *feedback* (se acertou ou errou), assim como ao final do questionário,

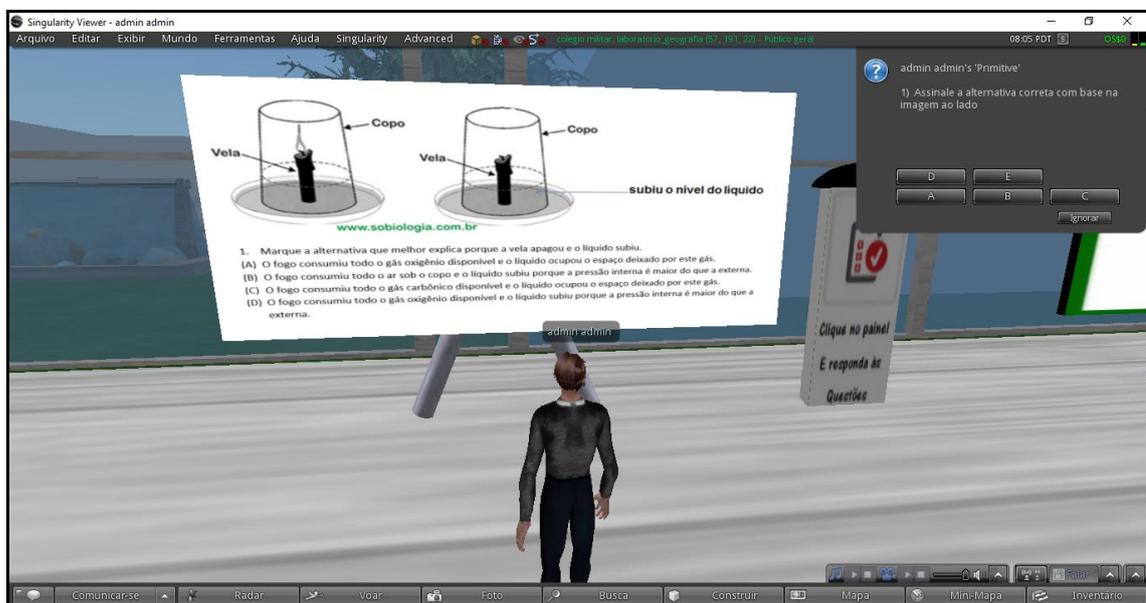
era apresentado sua pontuação total. Todo este processo foi idealizado com o uso de *scripts* OSSL, que permitiram a construção deste tipo de questionário no Mundo Virtual.

Figura 19 – Texto importado para dentro do Mundo Virtual



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Figura 20 – Exemplo de questionário sendo respondido diretamente no ambiente



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

É essencial destacar que nenhum dos recursos descritos anteriormente e inseridos nas salas são nativos do Mundo Virtual, ou seja, eles não estão prontos para serem utilizados. Desta forma, foi necessário que o autor deste trabalho criasse todos estes elementos no ambiente e

configurasse seu modo de operação, ressaltando que cada sala continha diversos painéis para que vários alunos pudessem utilizar ao mesmo tempo.

Por fim, a sala de simulações possuía diversas representações 3D animadas e experimentos relacionados aos conteúdos abordados na disciplina nesta primeira fase. No total, foram construídas 15 simulações no Mundo Virtual para os alunos interagirem. A Figura 21 apresenta a representação do fenômeno de compressibilidade e expansibilidade, assim como, ao fundo é possível visualizar uma simulação do efeito do gás carbônico na camada da atmosfera, além da representação do processo de fotossíntese.

Figura 21 – Sala de Simulações criada no Mundo Virtual



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Em cada uma das simulações, um totem com um botão vermelho foi disposto (visto ao centro da Figura 21). Ao ser clicado, ele indicava o nome daquela simulação e fornecia de forma textual uma explicação sobre o tópico no canal individual de *chat* do aluno, sobre o que estava sendo visualizado naquele objeto. É importante ressaltar que o canal de *chat* podia ser utilizado por todos alunos, sendo possível enviar mensagens públicas (todos visualizam), ou, mensagens privadas, que é o caso das simulações, que somente um usuário visualizava o texto.

É possível contabilizar que em torno de metade das simulações eram estáticas, ou seja, os alunos somente visualizavam os objetos e recebiam informações sobre o que estavam observando. As demais eram animadas, ou seja, ao clicar no botão vermelho se iniciava uma movimentação pré-estabelecida nos objetos para representar o fenômeno descrito, sendo ao mesmo tempo apresentadas as informações sobre o que estava ocorrendo.

Os alunos podiam visualizar as simulações quantas vezes fosse de sua preferência e necessidade, ressaltando que somente um tipo de simulação para cada fenômeno foi criado, sem réplicas, portanto, o processo ocorria de forma individual. Efetuadas as descrições acerca dos recursos e elementos criados para o laboratório virtual, se torna essencial detalhar como ocorria o processo de monitoramento das atividades dos alunos no Mundo Virtual.

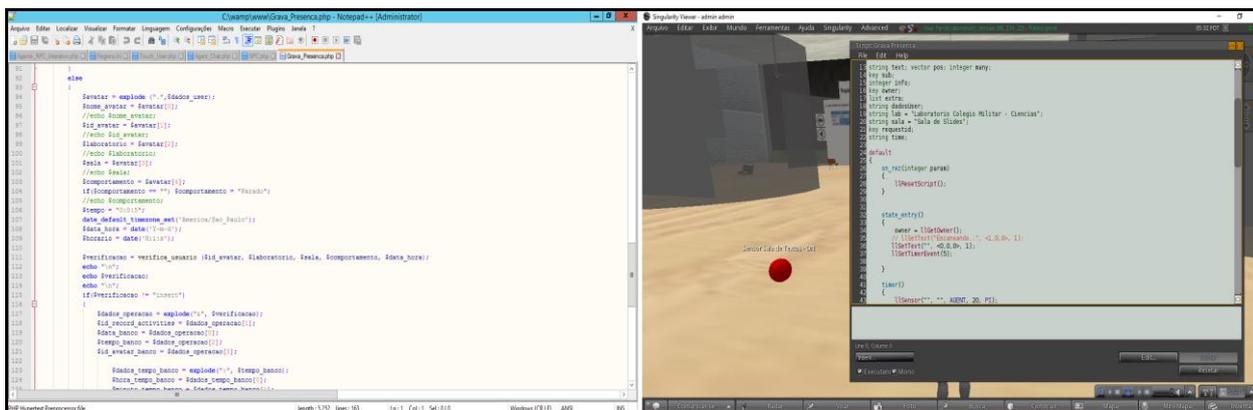
3.3.1.1.1. Monitoramento no Mundo Virtual

O processo de monitoramento no Mundo Virtual foi uma necessidade identificada a partir do Estudo Piloto, em que foi observada a importância de se criar um sistema de coleta de dados referentes às interações ocorridas com os alunos no ambiente. A identificação desta necessidade resultou na publicação de um “recorte” desta pesquisa (Nunes et al., 2016a), onde é destacado que, genuinamente, este tipo de ambiente não foi desenvolvido exclusivamente para uso educacional, como pode ser constatado em outros tipos de *softwares*, como o Moodle, que é um ambiente desenvolvido com foco no âmbito educacional, preparado para realizar o monitoramento e avaliação das atividades educacionais realizadas pelos estudantes.

Desta forma, no Mundo Virtual existem limitações e dificuldades no processo de coletar dados resultantes das interações dos usuários no ambiente, como o momento que acessou e saiu, quais locais visitou e que atividades desempenhou, assim como a realização de avaliações. Tais exemplos de informações coletadas podem ser consideradas essenciais para que o professor possa realizar uma análise consistente de uma intervenção didática, ocorrida neste tipo de ambiente (NUNES et al., 2016a).

Os sensores foram criados no Mundo Virtual utilizando a linguagem OSSL para efetuar a programação necessária, em que foram adicionadas pequenas esferas na cor vermelha em diferentes locais do ambiente, cada uma com sua função específica, esquematizando desta forma o processo de monitoramento no Mundo Virtual. Os *scripts* OSSL foram interligados à arquivos externos desenvolvidos utilizando a linguagem de programação PHP, e, hospedados no servidor *Web* (vide Figura 22), em que a comunicação entre estes era realizada por meio dos comandos: *HTTP Request*, que envia os dados capturados no ambiente pelos *scripts* OSSL para os respectivos *scripts* PHP no servidor *Web*; e, *HTTP Response*, que após ter sido processada a respectiva ação definida para estes dados no *script* PHP, uma resposta é gerada e enviada para o *script* OSSL correspondente.

Figura 22 – Exemplo de código PHP e OSSL interligados



Fonte: captura de tela feita pelo autor

Portanto, o modo de funcionamento ocorre da seguinte maneira: os *scripts* no OpenSim, que estão alocados em diversas esferas vermelhas dispostas no laboratório, captam os dados especificados anteriormente e enviam para os arquivos PHP, que realizam o tratamento e armazenamento destes no banco de dados do OpenSim. Tais dados podem ser atualizados conforme as informações vão sendo coletadas dentro do Mundo Virtual, fornecendo assim um monitoramento em tempo real. Para isso, foram criados os seguintes pontos de coleta e verificação dentro do ambiente:

Sensor de Controle de Assiduidade: um único sensor foi adicionado ao ambiente para efetuar os registros de conexão e desconexão no Mundo Virtual. Os dados armazenados no banco de dados, em uma tabela denominada “presence_avatar”, são o nome do aluno, a região que estava, o registro temporal de quando entrou no ambiente e de quando se desconectou.

Assim, seu modo de operação processava o momento que o usuário iniciou o acesso ao ambiente, gravando tais registros no banco de dados, posteriormente atualizando este registro com o momento que ele se desconectou. Cada acesso e sua respectiva desconexão gerava uma nova linha de informação no banco de dados. O professor tem uma informação dinâmica dos usuários que estão interagindo com os materiais didáticos no Mundo Virtual, assim como, pode realizar o controle de assiduidade dos alunos e fornecer presença ou falta em uma atividade, com base nos registros de acesso ao ambiente armazenados nesta tabela do banco de dados.

Sensores de Interação: uma tabela denominada “record_activities” foi criada para armazenar dados referentes às interações dos alunos, em cada uma das cinco salas do laboratório (um sensor por sala). Os dados armazenados são o nome do usuário e seu identificador único, o laboratório e cada sala que visitou neste, a data e hora de cada registro e os tipos de interações que o usuário realizou em cada sala. O sensor analisa cinco tipos diferentes de interações do aluno (escrevendo, ausente, voando, andando ou parado (estado de

observação)), sendo armazenado o tempo total por dia que cada usuário ficou em cada uma destas posições, em cada sala que foi visitada, conforme visto na Figura 23.

Figura 23 – Exemplo de dados armazenados da interação dos usuários no ambiente

	id_record_activities	id_avatar	nome_avatar	laboratorio	sala	comportamento	tempo	ultimo_registro_dia	ultimo_registro_hora
<input type="checkbox"/>	5392	2abc4737-a7e0-473c-bbe6-0f8e24600d26	aluno burmann	Laboratorio Colegio Militar - Ciencias	Sala de Questoes	Voando	0:0:5	2017-08-05	19:04:29
<input type="checkbox"/>	5393	2abc4737-a7e0-473c-bbe6-0f8e24600d26	aluno burmann	Laboratorio Colegio Militar - Ciencias	Sala de Questoes	Sentado	0:1:15	2017-08-05	19:05:45
<input type="checkbox"/>	5394	2abc4737-a7e0-473c-bbe6-0f8e24600d26	aluno burmann	Laboratorio Colegio Militar - Ciencias	Sala de Questoes	Parado	0:1:30	2017-08-05	19:07:26
<input type="checkbox"/>	5395	2abc4737-a7e0-473c-bbe6-0f8e24600d26	aluno burmann	Laboratorio Colegio Militar - Ciencias	Sala de Questoes	Andando	0:0:15	2017-08-05	19:07:31
<input type="checkbox"/>	5396	edae8ec1-dc02-47e3-8499-5240adfd2ae2	aluno joana	Laboratorio Colegio Militar - Ciencias	Sala de Simulacoes	Parado	0:4:40	2017-08-06	11:16:14
<input type="checkbox"/>	5397	edae8ec1-dc02-47e3-8499-5240adfd2ae2	aluno joana	Laboratorio Colegio Militar - Ciencias	Centro do Avatar	Voando	0:0:10	2017-08-06	09:42:10
<input type="checkbox"/>	5398	edae8ec1-dc02-47e3-	aluno joana	Laboratorio Colegio Militar - Ciencias	Sala de Simulacoes	Voando	3:1:60	2017-08-06	11:13:02

Fonte: captura de tela feita pelo autor

É importante ressaltar que foi estabelecido nesta primeira fase, de forma empírica pelo autor deste trabalho, que o tempo fosse coletado a cada intervalo de 15 segundos, sendo somado ao tempo já existente para aquele dia e no respectivo *status*. O uso deste indicador de *status* pode inferir se o usuário estava interagindo no ambiente ou não, por exemplo, se seu *status* está ausente, isto significa que ele minimizou seu visualizador e está sem interagir no Mundo Virtual, sendo o tempo que ficou nesta posição durante o dia, armazenado no banco de dados. Visto que diversos laboratórios podem ser criados em uma única região, a identificação de cada um permite fornecer uma visão mais clara para o professor, assim como, permite um maior detalhamento por parte do professor em sua análise avaliativa.

Sensor para avaliações: este tipo de sensor foi inserido em cada um dos totens da sala de questionários com o objetivo de gravar o desempenho dos estudantes em cada tentativa realizada. Desta forma, uma tabela denominada “record_grades” foi criada no banco de dados para armazenar os dados referentes ao nome e identificador do usuário, o nome do laboratório, as questões e as respectivas respostas fornecidas pelo usuário, sua pontuação final e a data e hora que esta interação ocorreu. Este tipo de dado fornecia ao professor a possibilidade de averiguar o desempenho dos estudantes nos exercícios, e, analisar em quais questões estavam tendo maiores dificuldades ou melhores desempenhos.

Sensor de conversação: este sensor captava todas as conversações ocorridas entre os usuários no Mundo Virtual pelo canal padrão de *chat* (canal 0). Foi utilizado um *script*

disponibilizado no *site* “Outworldz³¹”, cujo código é aberto e disponível para ser utilizado e modificado por qualquer pessoa. Pequenos ajustes foram feitos, sendo o registro do *chat* armazenado em um arquivo de texto, que permitia sua visualização em uma página HTML (*HyperText Markup Language*), na qual está contido o nome do usuário e a data e hora que escreveu o texto. Tal recurso é importante para os docentes que queiram analisar e avaliar a interação textual entre os alunos em um determinado período de tempo. Técnicas relacionadas à mineração de textos também podem ser aplicadas para investigar padrões e peculiaridades nos registros coletados do Mundo Virtual.

Assim, foram descritos todos os sensores inseridos dentro do Mundo Virtual e que arquitetaram o sistema de monitoramento implantado no ambiente. Efetuadas as explicações acerca do Mundo Virtual criado para esta primeira fase do experimento final, se torna necessário descrever os participantes deste período.

3.3.1.2. Participantes

Os testes foram realizados com 3 turmas do sexto ano, matriculados em uma disciplina de Ciências. Cada turma contava com 26 alunos, o que contabiliza um total de 78 alunos, porém, de cada turma foi retirado um aluno, pois não realizaram todas as avaliações durante o trimestre, o que resultou em 25 alunos por turmas (75 no total). Dentre os 75 alunos desta amostra, um total de 38 (50,66%) eram meninas e 37 (49,34%) eram meninos, cuja faixa etária esteve localizada entre 15 e 11 anos de idade, sendo predominante o grupo de alunos que tinham entre 14 e 11 anos (97,34%), restando somente 2 alunos com 15 anos (2,66 %).

Os alunos foram divididos em 3 grupos diferentes, englobando as três turmas. Esta divisão ocorreu naturalmente durante o trimestre, para evitar a separação da turma de forma forçada, com a criação de grupos de controle e experimento. Por meio dos registros providos tanto pelo Mundo Virtual, quanto pelo Moodle, foi possível definir quais alunos acessaram cada um dos ambientes, ou, nenhum destes. A disposição dos grupos ficou da seguinte forma:

- **Grupo 1:** 13 alunos que optaram por assistir somente às aulas presenciais, ou seja, não acessaram nem o ambiente Moodle, nem o Mundo Virtual;
- **Grupo 2:** 49 alunos que optaram por assistir às aulas presenciais e realizar atividades complementares à distância, utilizando somente o ambiente Moodle;

³¹ Disponível em: <https://outworldz.com/>

- **Grupo 3:** 13 alunos que optaram por assistir às aulas presenciais e realizar atividades complementares à distância, utilizando somente o Mundo Virtual;

É importante ressaltar que nenhum aluno do Grupo 3 havia interagido com uma plataforma de Mundos Virtuais anteriormente. Já em relação ao ambiente Moodle, todos já haviam utilizado este ambiente. Conforme pode ser visto na distribuição dos grupos, em virtude das dificuldades de acesso ao laboratório de informática do colégio, e, devido o acesso ao Mundo Virtual ser realizado a distância pelos alunos, de forma liberal, o número de participantes neste grupo diminuiu consideravelmente em relação ao tamanho da amostra.

Cada aluno que utilizou o Mundo Virtual possuía um usuário e senha criado especificamente para ele, facilitando assim a identificação e comunicação entre os colegas dentro do ambiente. O ponto positivo a ser destacado é que os 13 alunos do Grupo 3 utilizaram de forma constante o ambiente durante todo o trimestre, e, interagiram com todos recursos e simulações disponíveis, conforme pôde ser analisado por meio dos registros de interação salvos.

3.3.1.3. Instrumento de Pesquisa

Os alunos pertencentes aos três grupos criados na realização deste experimento realizaram 5 avaliações durante o processo, aplicadas no formato impresso, em sala de aula, pelo professor da disciplina. A primeira avaliação foi um pré-teste aplicado no primeiro dia de aula sobre todos os conteúdos das 3 unidades definidas na disciplina, contendo 8 questões de múltipla escolha. É importante esclarecer que nenhum aluno havia tido aulas sobre os conteúdos abordados no experimento.

O conteúdo da disciplina foi dividido em 3 unidades, nas quais ao final de cada uma foi aplicado um teste intermediário, composto por questões mistas, mescladas entre múltipla escolha e dissertativas, sobre o conteúdo trabalhado na unidade específica. Um pós-teste englobando todo o conteúdo da disciplina foi aplicado, contendo 21 questões mescladas entre múltipla escolha e dissertativas, sendo diferente do pré-teste aplicado no início do trimestre.

É importante ressaltar que tanto no pré-teste, quanto no pós-teste, todas as questões foram identificadas de acordo com seu descritor definido na disciplina. Tal atitude resulta na possibilidade de identificar a qual conteúdo cada questão está se referindo, além de permitir a comparação de desempenho entre as questões do pré-teste, que se referem a um conteúdo específico, por exemplo, com as questões do pós-teste deste mesmo tópico, visualizando como foi o crescimento da turma somente neste escopo observado.

Ao final do experimento, os alunos que utilizaram o Mundo Virtual (Grupo 3) responderam a um questionário com 10 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas, de forma impressa, disponível no Apêndice B. Este questionário visou apresentar informações pertinentes sobre os recursos que foram utilizados no ambiente, se a proposta havia sido aprovada pelos alunos e demais fatores relevantes identificados pelos participantes. A forma com que foi realizada a tabulação e aplicação da análise estatística dos resultados obtidos com as avaliações, e, a interpretação dos questionários, é apresentada na próxima subseção.

3.3.1.4. Análise dos Dados

A tabulação dos resultados obtidos com as cinco avaliações aplicadas nos três grupos necessita que uma análise estatística seja efetuada, cujo objetivo é comparar os grupos e averiguar a existência de resultados significativos referentes à aplicação deste método. Para isso, se configura necessário a formulação de hipóteses, em que, para decidir se uma determinada hipótese é confirmada por um conjunto de dados, é necessário ter um procedimento objetivo para aceitar ou rejeitar a hipótese (SIEGEL e CASTELLAN, 2006).

Segundo Moore e McCabe (2002), os testes de hipóteses estão entre os tipos mais comuns de inferência, sendo divididos entre paramétricos e não-paramétricos. Para o escopo deste trabalho foi escolhida a abordagem não-paramétrica, que têm sido amplamente utilizada, em especial, quando as pressuposições do modelo não se verificam, ou seja, quando os dados provenientes de um experimento não possuem normalidade ou homogeneidade de variâncias, ou, em situações em que a aplicação de testes paramétricos não é possível, devido aos pressupostos das técnicas paramétricas não serem atendidos (PONTES e CORRENTE, 2001);

Na abordagem não paramétrica, o teste de Kruskal-Wallis foi selecionado, sendo possível comparar três ou mais populações, visto que existem 3 grupos diferentes para serem analisados. A sua indicação para uso com um baixo número de participantes também foi um fator levado em consideração, o que foi acarretado em função do uso facultativo do Mundo Virtual durante o experimento.

Além disso, o teste de Kruskal-Wallis é utilizado para testar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais, contra a hipótese alternativa, de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes (CÂMERA e SILVA, 2001). Para isso, foram criadas duas hipóteses:

- Hipótese Nula (H₀): não há diferença entre o desempenho mediano dos grupos;

- Hipótese Alternativa (HA): houve diferenças entre o desempenho mediano dos grupos;

Desta forma, o objetivo final foi comparar as hipóteses para verificar se existiam diferenças significativas nas medianas dos 3 grupos pertencentes a este experimento, verificando se o grupo que utilizou o Mundo Virtual obteve um desempenho mais significativo em relação aos demais. É importante estabelecer que o objetivo final deste trabalho não é constatar que o ambiente Moodle deva ser substituído pelos Mundos Virtuais, visto que se trata de um ambiente amplamente difundido no meio acadêmico. Mas sim, em apresentar uma plausível alternativa adjunta ao método proposto, que envolva a utilização de um ambiente 3D complementar.

Para complementar a análise estatística efetuada e fornecer uma visão mais clara da opinião dos alunos que utilizaram o Mundo Virtual (Grupo 3), um questionário com 10 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas foi aplicado de forma impressa. As questões de múltipla escolha tiveram cinco alternativas, que variaram de 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente), conforme estabelecido na escala Likert (1932). A técnica denominada Alfa de Cronbach (1951) foi aplicada, com o objetivo de averiguar a confiabilidade das respostas dos participantes, sendo medida a correlação entre as respostas do questionário.

A tabulação e análise das questões de múltipla escolha do questionário foi efetuada utilizando a análise descritiva com valores percentuais para cada questão, visto que o número de participantes é baixo, o que dificultou a aplicação de uma técnica de análise mais elaborada. As duas questões dissertativas serviram para embasar a discussão dos resultados acerca da opinião dos participantes sobre a utilização do ambiente, assim como, a interpretação das entrevistas complementou a análise deste procedimento. A análise dos resultados será apresentada no próximo capítulo deste trabalho, cujos resultados são interpretados e uma discussão detalhada acerca destes é efetuada.

3.3.2. Segunda Fase

A segunda fase do processo de experimentação engloba o segundo semestre de 2016, o qual teve duração de aproximadamente 4 meses (Agosto a Novembro). De forma similar ao processo adotado na primeira fase, foram explicados os objetivos e a forma de condução da disciplina. Porém, nesta fase, o conteúdo foi dividido em 4 unidades:

- água: importância, composição, propriedades, estados físicos;

- ciclo da água;
- purificação e tratamento de água e esgotos, poluição e doenças;
- ecologia: cadeias e teias alimentares; relações ecológicas; equilíbrio e desequilíbrio;

Os procedimentos adotados na primeira fase foram mantidos, com a realização da aula semanal com duração de 45 minutos no período da manhã, e, a adoção de atividades complementares na modalidade a distância, com a utilização do Mundo Virtual. Os serviços de manutenção que estavam ocorrendo no Colégio Militar continuaram, o que novamente acabou dificultando a utilização do laboratório de informática pelos professores, resultando em um maior esforço necessário para que os alunos utilizassem o Mundo Virtual em casa, com o auxílio de seus familiares.

É importante ressaltar que a liberdade de escolha dos alunos foi mantida, apesar do número baixo de participantes do Mundo Virtual na primeira fase, por entender que isto se caracteriza como uma importante característica do experimento, priorizando a motivação de uso por parte dos participantes, e, a não obrigatoriedade. Os demais alunos que não quiseram ou puderam utilizar o ambiente, optaram pelo Moodle, que continha os mesmos tipos de materiais, com exceção às simulações, ou, somente assistir às aulas de forma presencial e não utilizar nenhum ambiente, totalizando novamente 3 tipos diferentes de grupos. Efetuada a descrição da forma com que foi conduzido esta fase do experimento, as próximas subseções apresentam detalhes referentes aos participantes desta pesquisa, forma de avaliações, coleta e análise dos dados, assim como o Mundo Virtual criado para esta fase.

3.3.2.1. Mundo Virtual criado para a Fase 2

Para esta segunda fase, o laboratório criado anteriormente foi mantido na região “Laboratório_Ciências”, com a mesma estrutura dividida em cinco tipos diferentes de salas: vídeos, textos, *slides*, questões e simulações. Entretanto, o aspecto visual do laboratório e de suas salas tiveram uma repaginação, com o intuito de melhorar sua visualização e forma de interação. A entrada do laboratório foi modificada, conforme pode ser visualizado na Figura 24, com o objetivo de melhor agrupar os participantes.

Um espaço foi criado com novas opções de roupas para ofertar um maior arranjo de possibilidades de customização dos *avatares*. Assim como, um espaço de convivência com

cadeiras e um painel de vídeo foi disponibilizado, no qual os participantes poderiam visualizar uma apresentação explicativa do laboratório e sua estrutura.

Figura 24 – Entrada do laboratório modificada para a segunda fase



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

A sala de vídeos foi modificada para melhor atender aos participantes durante a interação, sendo colocados novos painéis, e, em menor quantidade, com um tamanho maior para facilitar a visualização do vídeo. A Figura 25 apresenta um exemplo de vídeo sendo assistido diretamente no Mundo Virtual, acerca do tópico de tratamento da água. O modo de operação, com o uso de uma textura do tipo “mídia” e acesso aos vídeos do *site* YouTube foi mantido, sendo alterado exclusivamente a parte visual do objeto.

Com relação às salas de textos e *slides*, o modo de operação dos painéis com o uso de imagens nas texturas para a visualização dos conteúdos foi mantido. A mudança esteve centralizada no tamanho do objeto, em que suas dimensões foram expandidas para melhorar a visualização do conteúdo. A Figura 26 apresenta um exemplo de visualização de *slides* acerca do tópico de Ecologia. Adjunto a estas mudanças, foram inseridos demais objetos, como uma cadeira para que o usuário pudesse sentar e um quadro contendo o nome do tópico que estava sendo abordado naquele painel.

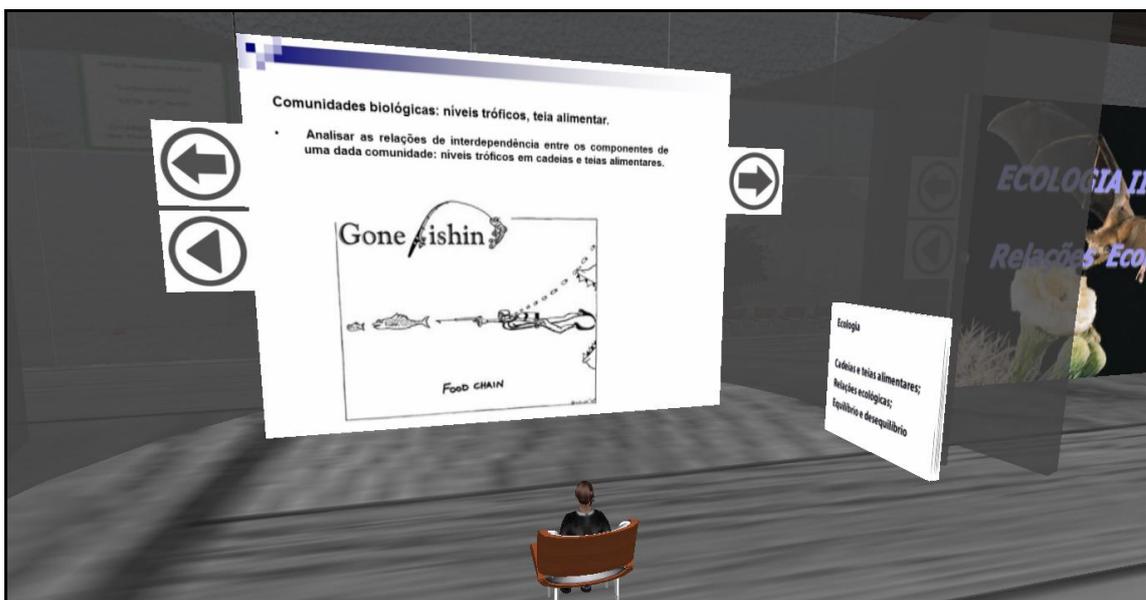
Figura 25 – Vídeo sobre a estação de tratamento da água



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

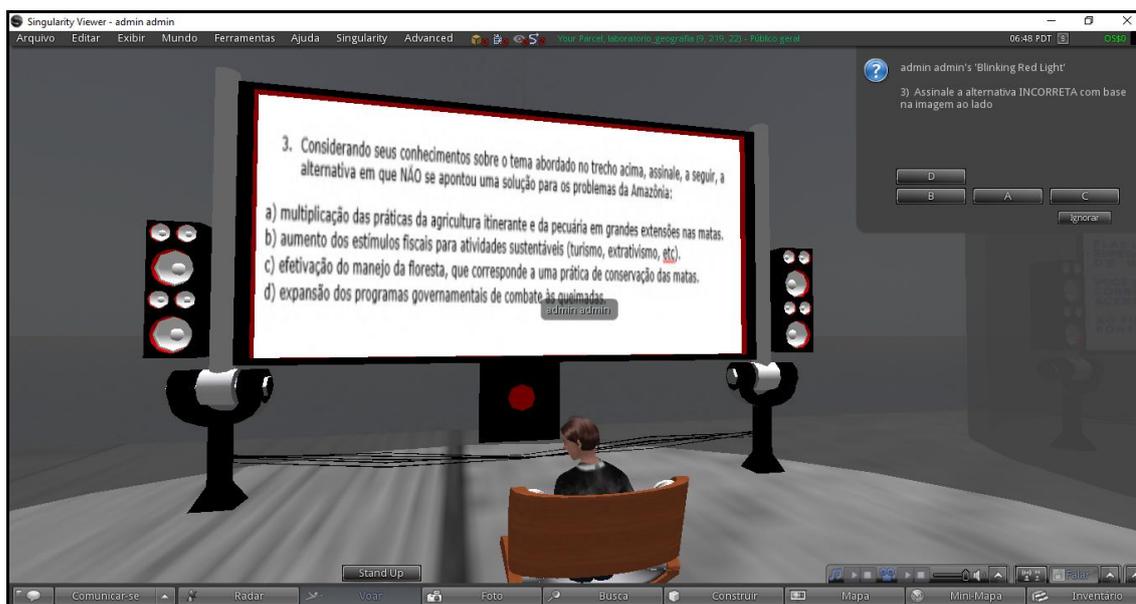
A sala de questões também foi modificada, adotando o mesmo procedimento anterior, em que foi diminuído o número de painéis e o tamanho destes foi maximizado para a melhor visualização dos questionários, sendo estes ajustes baseados nos comentários fornecidos pelos participantes na primeira fase. Foram adicionados um botão vermelho e uma cadeira em cada painel para melhorar a forma de visualização das questões. O modo de funcionamento permaneceu o mesmo, conforme visto na Figura 27, em que o usuário responde ao questionário sobre o conteúdo de Ecologia.

Figura 26 – Slides sendo visualizados no Mundo Virtual



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Figura 27 – Questionário sendo respondido no ambiente

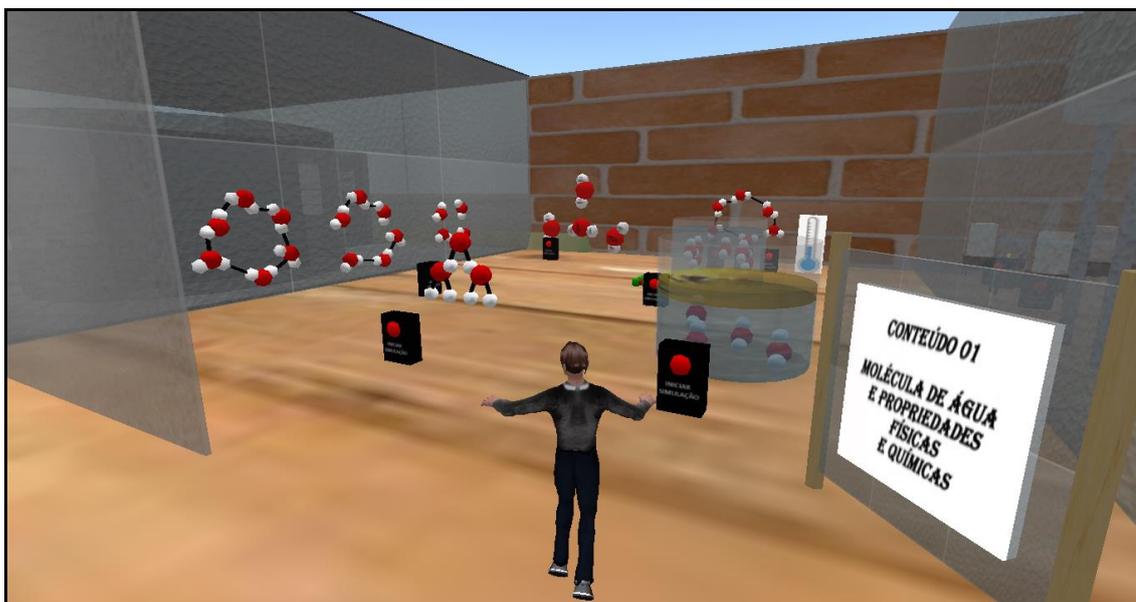


Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Por fim, a sala de simulações foi totalmente modificada em virtude dos conteúdos serem diferentes, o que resultou na necessidade de criação de novas simulações. O conteúdo desta fase pode ser considerado mais extenso que o anterior, portanto uma carga maior de trabalho foi exigida para a construção dos elementos, sendo totalizadas 29 simulações construídas para esta fase do experimento. A Figura 28 apresenta o espaço criado para a representação das simulações acerca do tópico de Molécula de Água, em que os usuários tinham experimentos sobre a polaridade da molécula, questões relacionadas à densidade da água quando misturada em outros tipos de líquidos, além de seus estados físicos representados neste contexto.

Os procedimentos adotados anteriormente para a criação das simulações foram mantidos, com uso de repositórios *online*, ferramentas e *scripts* de programação OSSL. O botão vermelho para iniciar o processo de animação e a descrição do respectivo fenômeno também foram mantidos, sendo que nesta fase, novamente, em torno de metade das simulações teve um caráter mais estático, enquanto as demais tinham movimentações e animações. Todas as simulações podiam ser visualizadas quantas vezes fosse da preferência do aluno, sem a existência de réplicas, portanto, o processo ocorria de forma individual.

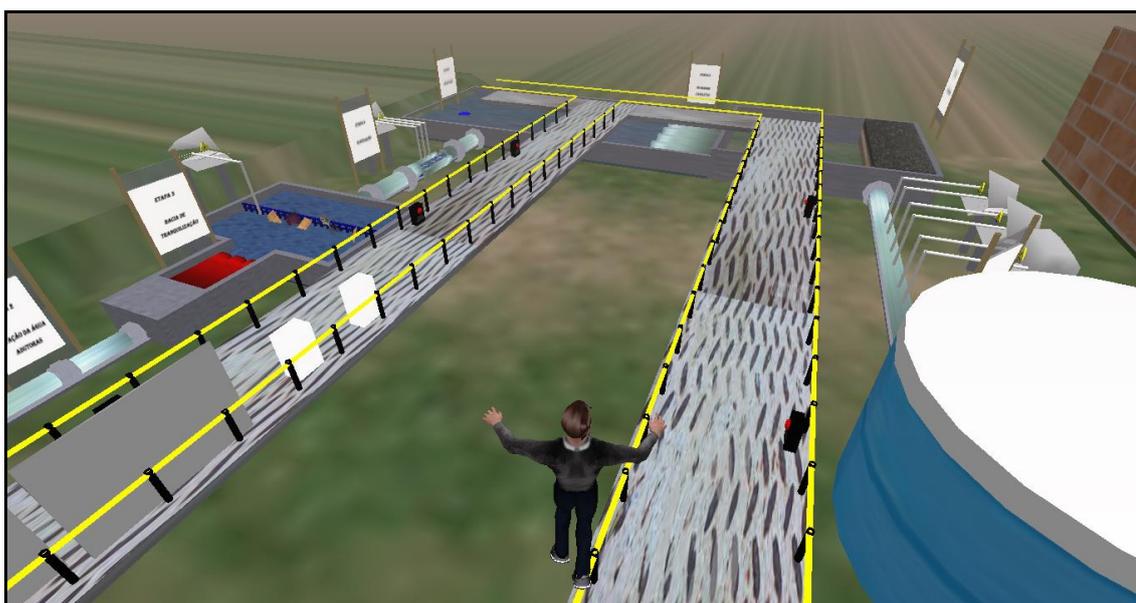
Figura 28 – Espaço criado para as simulações de Molécula de Água



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

A Figura 29 apresenta parte da estrutura construída para representar todas as etapas de processamento em uma estação de tratamento de água, em que foram inseridos totens para descrever o que estava sendo observado e como ocorria cada etapa do processamento. Adjunto a isto, também pode ser visualizado na Figura 30, o espaço criado para a representação do tópico de Ecologia, em que conceitos como Ecossistema, População, Comunidade e Habitat foram representados pelos objetos 3D, buscando fornecer uma melhor visualização aos participantes.

Figura 29 – Estação de Tratamento de Água no Mundo Virtual



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Figura 30 – Espaço criado para o tópico de Ecologia



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

É importante ressaltar que todos os conteúdos adicionados no Mundo Virtual, tanto na primeira fase, quanto nesta segunda fase, foram fornecidos pelo professor da disciplina. Em virtude dele utilizar predominantemente o recurso de *slides*, foi necessário a criação de novos materiais de ensino, como textos, questionários e a busca de vídeos sobre os conteúdos. Para a parte de criação das simulações, diversas reuniões presenciais foram realizadas entre o autor deste trabalho e o professor da disciplina, com o objetivo de discutir a melhor forma de representação e modo de funcionamento de cada simulação.

Após a criação das simulações no Mundo Virtual, o professor acessava o ambiente com suas credenciais para verificar e testar cada uma delas, apontando as melhorias e correções que eram necessárias. Este tipo de procedimento adotado pôde ser considerado essencial para a construção do Mundo Virtual, visto que a constante presença da figura do professor auxiliando no processo de construção do ambiente e na validação dos elementos inseridos, com a garantia de sua *expertise* acerca dos conteúdos abordados, puderam fornecer um maior grau de fidelidade e realidade ao ambiente desenvolvido, o que conseqüentemente pode ser considerado um fator instigador e positivo para a validação do processo.

3.3.2.1.1. Monitoramento no Mundo Virtual na segunda fase

Com relação ao sistema de monitoramento criado na primeira fase, ele foi mantido exatamente igual para esta segunda fase, com os mesmos recursos e sensores inseridos no

Mundo Virtual. Adjunto a isto, um novo sensor foi instalado no ambiente para buscar coletar informações mais precisas dos usuários, em que se trata dos toques realizados por eles nos objetos dentro do laboratório virtual.

Figura 31 – Tabela criada para armazenar os toques realizados no Mundo Virtual

ID	IP	Nome	Sala	Tipo	Ação	Objeto	Data
110	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Agua doce e salgada	2016-08-30 11:38:34
111	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Agua e Alcool	2016-08-30 11:38:50
112	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Agua doce e salgada	2016-08-30 11:38:56
113	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Pressao tampas	2016-08-30 11:39:04
114	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Densidade Liquidos e Agua	2016-08-30 11:39:33
115	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Aguas	2016-08-30 11:40:17
116	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Aguas	2016-08-30 11:40:40
117	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Vasos Comunicantes	2016-08-30 11:41:09
118	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Pressao tampas	2016-08-30 11:41:17
119	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Pressao tampas	2016-08-30 11:41:27
120	b5c8d4f8-6bee-49d1-998a-10c491c93440	major antunes	Laboratorio Colegio Militar	Simulacoes	Exibir Simulacao	Vasos Comunicantes	2016-08-30 11:41:36
121	427c6e4a-0d59-4178-896f-72fae06ed83c	admin admin	Laboratorio Colegio Militar	Textos	Avancar	Texto 01	2016-08-30 21:44:32
122	427c6e4a-0d59-4178-896f-72fae06ed83c	admin admin	Laboratorio Colegio Militar	Textos	Voltar	Texto 01	2016-08-30 21:44:56
123	427c6e4a-0d59-4178-896f-72fae06ed83c	admin admin	Laboratorio Colegio Militar	Textos	Inicio	Texto 01	2016-08-30 21:44:59
124	427c6e4a-0d59-4178-896f-72fae06ed83c	admin admin	Laboratorio Colegio Militar	Imagens	Avancar	Imagem 01	2016-08-30 22:17:26
125	427c6e4a-0d59-4178-896f-72fae06ed83c	admin admin	Laboratorio Colegio Militar	Imagens	Avancar	Imagem 01	2016-08-30 22:17:27

Fonte: captura de tela feita pelo autor

Para cada ação realizada na sala, como clicar em uma apresentação de *slides* ou textos, assistir a um vídeo, responder ao questionário ou iniciar uma simulação, foi inserido um *script* OSSL que capturava os dados referentes a este toque efetuado pelo participante, e, enviava para o respectivo *script* em PHP criado no servidor *Web*. Informações relacionadas ao nome do participante e seu identificador único, laboratório, sala e o momento que ocorreu esta interação, assim como, o objeto tocado e qual o tipo de interação realizada, era armazenado em uma tabela denominada “touch_user_activity” no banco de dados, conforme visto na Figura 31.

Cada toque feito pelo usuário no ambiente gravava um novo processo de coleta e esta interação era armazenada em uma nova linha na tabela do banco de dados. Desta forma, além de saber quanto tempo o usuário permaneceu em cada sala em um determinado *status*, também foi possível verificar com o que ele interagiu durante esse período de tempo. Efetuada as descrições acerca dos recursos e elementos criados para o Mundo Virtual, se torna essencial detalhar as informações referentes aos participantes desta etapa do processo de experimentação.

3.3.2.2. Participantes

Os testes continuaram sendo realizados com as mesmas 3 turmas do sexto ano matriculados em uma disciplina de Ciências, entretanto, 4 novos alunos foram matriculados no

início do semestre, contabilizando assim 79 alunos. Os alunos foram divididos em 3 grupos diferentes, englobando as três turmas, sendo o mesmo procedimento adotado na primeira fase, em que a disposição dos grupos ficou da seguinte forma:

- **Grupo 1:** 17 alunos que optaram por assistir somente às aulas presenciais, ou seja, não acessaram o ambiente Moodle e o Mundo Virtual. Os 4 alunos novos decidiram ficar neste grupo;
- **Grupo 2:** 54 alunos que optaram por assistir às aulas presenciais e realizar atividades complementares a distância, utilizando somente o ambiente Moodle.
- **Grupo 3:** 8 alunos que optaram por assistir às aulas presenciais e realizar atividades complementares a distância, utilizando somente o Mundo Virtual;

Os 8 alunos que estiveram utilizando o Mundo Virtual nesta segunda fase já estavam presentes no grupo da primeira fase, portanto nenhuma aula introdutória ao ambiente foi necessária. Conforme pode ser visto na distribuição dos grupos, novamente em virtude das dificuldades de acesso ao laboratório de informática do colégio, e, devido ao acesso do Mundo Virtual ser realizado a distância pelos alunos, de forma liberal, o número de participantes neste grupo diminuiu consideravelmente em relação ao tamanho da amostra disponível. Porém, embora tenha havido uma diminuição no número de participantes do Grupo 3, os oito alunos remanescentes utilizaram de forma constante o ambiente e realizaram as atividades propostas.

3.3.2.3. Instrumento de Pesquisa

Para esta segunda fase de experimentação, os alunos pertencentes aos três grupos criados na realização deste experimento realizaram 6 avaliações durante o processo, aplicadas no formato impresso, em sala de aula, pelo professor da disciplina. A primeira avaliação foi um pré-teste aplicado no primeiro dia de aula do semestre, sobre todos os conteúdos das 4 unidades definidas na disciplina, contendo 8 questões de múltipla escolha. É importante esclarecer que nenhum aluno havia tido aulas sobre os conteúdos abordados no experimento.

O conteúdo da disciplina foi dividido em 4 unidades, nas quais ao final de cada uma, foi aplicado um teste intermediário, composto por questões mescladas entre múltipla escolha e dissertativas, sobre o conteúdo trabalhado na unidade. Por fim, um pós-teste englobando todo conteúdo da disciplina foi aplicado, contendo 24 questões mistas, entre múltipla escolha e dissertativas, sendo diferente do pré-teste aplicado no início do trimestre. Novamente, tanto o

pré-teste, quanto o pós-teste, tiveram suas questões identificadas com seus descritores, caso fosse necessária a posterior comparação de desempenho por conteúdos na disciplina.

Ao final do experimento, os alunos que utilizaram o Mundo Virtual (Grupo 3) responderam a um questionário com 8 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas, de forma impressa, disponível no Apêndice C. Este questionário visou apresentar informações pertinentes sobre os recursos que foram utilizados no ambiente, se a proposta havia sido aprovada pelos alunos e demais fatores relevantes.

Com relação aos alunos que não utilizaram o Mundo Virtual (Grupo 1 e Grupo 2), um questionário foi aplicado contendo 6 questões de múltipla escolha e uma questão dissertativa, disponível no Apêndice D. Este formulário teve como objetivo compreender as razões pelas quais estes usuários optaram por não utilizar o Mundo Virtual, quais dificuldades tiveram e se gostariam de ter utilizado este ambiente, caso não tenham conseguido.

Por fim, entrevistas foram conduzidas com alunos escolhidos aleatoriamente do Grupo 3, para buscar mais informações esclarecedoras acerca do uso do Mundo Virtual e da aplicação do método proposto, assim como, também foram selecionados aleatoriamente alguns alunos dos Grupos 1 e 2, para averiguar quais as motivações em não utilizar o ambiente. Tais entrevistas foram feitas no Colégio Militar juntamente com a presença do professor da disciplina, sendo gravadas com o uso do celular para posterior transcrição, em que todo este processo foi realizado com a permissão dos alunos envolvidos. A forma com que foi realizada a tabulação e aplicação da análise estatística dos resultados obtidos com as avaliações e interpretação dos questionários é apresentada na próxima subseção.

3.3.2.4. Análise dos Dados

A tabulação dos resultados obtidos com as seis avaliações aplicadas nos três grupos necessita que uma análise estatística seja efetuada, cujo objetivo é comparar os grupos e averiguar a existência de resultados significativos referentes à aplicação deste método. Os procedimentos adotados para esta etapa são exatamente os mesmos descritos e aplicados na primeira fase de experimentação.

Desta forma, o teste de hipótese não-paramétrico foi selecionado para esta análise dos dados, com a aplicação da técnica de Kruskal-Wallis, cujo objetivo foi efetuar a comparação dos 3 grupos, e, em virtude do baixo número de participantes nos grupos 1 e 3. Também foram criadas duas hipóteses iguais à primeira fase:

- Hipótese Nula (H₀): não há diferença entre o desempenho mediano dos grupos;

- Hipótese Alternativa (HA): houve diferenças entre o desempenho mediano dos grupos;

O objetivo final foi comparar as hipóteses e verificar se existiam diferenças significativas nas medianas dos 3 grupos deste experimento, verificando se o grupo que utilizou o Mundo Virtual obteve um desempenho mais significativo em relação aos demais. Para complementar a análise estatística efetuada e fornecer uma visão mais clara da opinião dos alunos, dois questionários foram aplicados:

- Para os que utilizaram o Mundo Virtual (Grupo 3), um questionário com 8 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas foi aplicado de forma impressa.
- Para os que não utilizaram o Mundo Virtual (Grupos 1 e 2), um questionário com 6 questões de múltipla escolha e uma questão dissertativa foi aplicado de forma impressa.

As questões de múltipla escolha em ambos questionários tiveram cinco alternativas que variam de 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente), conforme estabelecido na escala Likert (1932). A técnica denominada Alfa de Cronbach (1951) foi aplicada, com o objetivo de averiguar a confiabilidade das respostas dos participantes, sendo medida a correlação entre as respostas do questionário.

A tabulação e análise das questões de múltipla escolha do questionário foi efetuada utilizando a análise descritiva com uso de valores percentuais. As questões dissertativas, em ambos os questionários, assim como, as entrevistas realizadas, serviram para embasar a discussão dos resultados acerca da opinião dos participantes sobre a utilização do ambiente. A análise dos resultados será apresentada no próximo capítulo deste trabalho de Tese, cujos resultados são interpretados e uma discussão detalhada acerca destes é efetuada.

3.3.2.5. Validação do Mundo Virtual

Concomitantemente ao período de testes realizados nesta segunda fase, o autor deste trabalho vislumbrou a oportunidade de realizar uma validação do Mundo Virtual criado com indivíduos da área de Ciências. Este processo foi totalmente desconexo dos testes realizados no Colégio Militar, ou seja, este teste teve como objetivo a validação com pessoas capacitadas da área dos laboratórios criados no Mundo Virtual e de seus recursos didáticos. Um contato com a professora Aline Grunewald Nichele do Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus

Porto Alegre, possibilitou a realização de um pequeno período de avaliações referentes à usabilidade do ambiente e a percepção dos participantes quanto à sua exploração em atividades educacionais.

O grupo de alunos estava matriculado na disciplina de “Tecnologias da informação e comunicação no ensino de Ciências da Natureza” do curso Superior de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química. Participaram do experimento 14 alunos em formação, sendo este grupo formado por 79% de estudantes do sexo feminino e 21% do sexo masculino. A faixa etária predominante deste grupo esteve centrada até os 24 anos de idade, com 57% dos indivíduos, seguido por 22% que possuem entre 35 a 44 anos, 14% que possuem entre 25 a 34 anos e 7% que possuem de 45 a 54 anos de idade.

Aproximadamente 79% dos participantes estavam em formação docente, enquanto que, 21% já estavam atuando como professores, porém, de forma inicial, com 1 a 3 anos de experiência. Foi questionado a eles sobre como consideravam seu domínio e conhecimento em relação ao uso das Tecnologias Educacionais, no qual, metade dos participantes (50%) assinalou ter conhecimentos considerados básicos, enquanto que 42% julgaram ter conhecimentos intermediários e uma pessoa assinalou ter conhecimentos avançados.

Visto que 71% dos participantes disseram que nunca haviam interagido com Mundos Virtuais anteriormente, enquanto que 29% alegaram já ter utilizado algum tipo de ambiente similar a este, o objetivo proposto foi a utilização de todos os recursos criados no Mundo Virtual para a primeira e segunda fase de experimentação. O intuito era verificar como cada conteúdo poderia ser visualizado, a forma com que foram apresentados os materiais de ensino e o uso das simulações. Desta forma, os participantes poderiam avaliar o Mundo Virtual como uma alternativa a ser utilizada nas atividades didáticas, sob uma visão docente.

O experimento foi conduzido em 2 encontros presenciais em um dos laboratórios de informática da instituição de ensino, tendo duração de uma hora e quarenta e cinco minutos para cada um destes. O primeiro encontro ficou caracterizado por um processo de familiarização com o Mundo Virtual por parte dos participantes, sendo realizadas ações como a customização do *avatar*, movimentações pelo ambiente, conversação no *chat* e exploração dos laboratórios.

Ao final deste encontro, foi aplicado um questionário³² aos 14 participantes, composto por 7 questões de múltipla escolha, que estavam relacionadas às informações básicas de cada indivíduo e da primeira impressão que eles tiveram ao utilizar este Mundo Virtual. A disposição

³² Disponível em: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfFlohgPcDi_-2wheoRvz_rdfmbMMMFO4QNT8IUPdvwfVYFLw/viewform

das alternativas seguiu novamente o modelo proposto na escala Likert (1932), sendo definidas cinco opções de respostas: discordo totalmente, discordo parcialmente, indiferente, concordo parcialmente e concordo totalmente.

O segundo encontro ficou caracterizado pela utilização dos dois laboratórios dispostos no Mundo Virtual, em que, cada um continha o conteúdo trabalhado em uma das duas fases do processo de experimentação. Os participantes foram orientados a interagir com todos os recursos presentes no ambiente, verificando como eles funcionavam, e, como o conteúdo era apresentado. Neste segundo encontro, somente 11 dos 14 participantes estiveram presentes e responderam a um questionário de avaliação da interação. O questionário³³ esteve composto por 9 questões de múltipla escolha e 3 questões dissertativas, com o objetivo de coletar informações referentes à opinião deles quanto ao uso do ambiente, assim como, sobre dificuldades e vantagens que foram identificadas durante o experimento.

Em virtude do número de participantes ser baixo e o instrumento de pesquisa estar utilizando questionários baseados na escala Likert, foi optado pela realização de uma análise descritiva dos dados obtidos junto aos participantes desta pesquisa. Desta forma, uma análise qualitativa foi efetuada acerca de cada um dos questionamentos efetuados, buscando explorar a opinião dos usuários e suas impressões sobre a utilização do Mundo Virtual.

A técnica denominada Alfa de Cronbach (1951) também foi aplicada nos 2 questionários aplicados, com o intuito de averiguar a confiabilidade das respostas fornecidas pelos participantes. A análise dos resultados obtidos neste experimento, assim como, demais observações e constatações são apresentadas no capítulo de resultados desta Tese.

3.3.3. Terceira Fase

A terceira e última fase do processo de experimentação buscou seguir estritamente o protocolo de execução adotado para a primeira fase, cujo objetivo foi estabelecer um comparativo entre estes dois períodos, portanto a rigidez e similaridade dos processos foram essenciais. Esta terceira fase engloba o segundo trimestre de 2017, o qual teve duração de aproximadamente 4 meses (Maio a Agosto), sendo dividido em 3 unidades exatamente iguais à primeira fase, com os objetivos sendo explicados no início das atividades:

- constituição da matéria - átomos e moléculas;

³³ Disponível em: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdlK5aan6CnylS-aSyVnqKnRE-VWC8f9dWwlLRv39QB91ll_A/viewform

- fenômenos físicos e químicos e fontes de energia;
- solo e saúde: poluição e doenças;

Os procedimentos adotados na primeira fase foram mantidos, com a realização da aula semanal com duração de 45 minutos no período da manhã e a adoção de atividades complementares na modalidade a distância, com a utilização do Mundo Virtual. Os serviços de manutenção que estavam ocorrendo no Colégio Militar nos dois períodos anteriores haviam terminado, o que permitiu a realização de três encontros presenciais com os alunos no laboratório de informática da instituição, o que, conseqüentemente, facilitou o processo de utilização do ambiente a distância, visto que eles puderam receber melhores instruções sobre como efetuar a instalação e configuração do visualizador, adjunto aos vídeos e tutoriais disponibilizados como material de ajuda.

A liberdade de escolha dos alunos para utilizar o Mundo Virtual foi mantida, enquanto os demais que optaram em não utilizá-lo, escolheram o ambiente Moodle. Neste período, nenhum aluno ficou sem utilizar ao menos um dos ambientes, portanto somente dois grupos foram estabelecidos para esta terceira fase de experimentação, diferentemente da primeira fase, que continha um terceiro grupo que optou por não usar nenhum ambiente. Efetuada a descrição da forma com que foi conduzido o experimento, as próximas subseções apresentam detalhes referentes aos participantes desta pesquisa, forma de avaliações, coleta e análise dos dados, assim como o Mundo Virtual criado para esta fase.

3.3.3.1. Mundo Virtual criado para a Fase 3

O laboratório criado para a primeira fase foi novamente adicionado à região “Laboratório_Ciências”, com a mesma estrutura dividida em cinco tipos diferentes de salas: vídeos, textos, *slides*, questões e simulações. Com base na *expertise* obtida do experimento realizado na primeira fase, foi possível realizar modificações com o intuito de melhorar o aspecto visual do ambiente e facilitar a interação dos usuários.

A principal mudança esteve centralizada na simplificação do cenário, com o objetivo de diminuir a quantidade de elementos visuais e detalhamentos considerados desnecessários, o que tornou o cenário mais claro, e, concomitantemente diminuiu o número de objetos a serem renderizados pelo visualizador, tornando o Mundo Virtual mais leve. A entrada do laboratório foi modificada, conforme pode ser visualizado na Figura 32, centralizando os modelos de vestimentas em um único local para facilitar o acesso. Adjunto a este local, foi adicionado um

mini painel contendo toda estrutura do laboratório, para que os participantes pudessem se localizar, assim como, era possível clicar na sala desejada e ser automaticamente teletransportado para o local selecionado.

Figura 32 – Entrada do laboratório criado para a terceira fase



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

A sala de vídeos foi modificada para melhor atender aos participantes durante a interação, sendo baseadas tais mudanças nos comentários emitidos por eles nas fases anteriores. Foram colocados somente seis painéis, com um tamanho maior para facilitar a visualização do vídeo. O modo de operação, com o uso de uma textura do tipo “mídia” e acesso aos vídeos do *site* YouTube foi mantido. A Figura 33 apresenta parte da sala construída para a visualização dos vídeos, onde cada painel abordava uma unidade diferente, no qual o usuário podia se sentar para assistir ao conteúdo disponibilizado.

Com relação às salas de textos e *slides*, o modo de operação dos painéis com o uso de imagens nas texturas para a visualização dos conteúdos foi mantido, entretanto, o número de painéis foi diminuído para seis em cada sala, aumentando o espaço de movimentação do usuário na sala e também do painel de visualização dos *slides* e textos. A cadeira foi centralizada em uma posição estratégica, conforme visto na Figura 34, para que o *avatar* sentasse em um ângulo que favorecesse a visualização do conteúdo, contendo um painel de separação que fornecia uma maior privacidade, e, uma placa indicativa do conteúdo que estava sendo abordado.

Figura 33 – Exemplo de vídeos sendo visualizados no Mundo Virtual



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

A sala de questões também foi modificada, adotando o mesmo procedimento anterior, em que foi diminuído o número de painéis, e, o tamanho destes foi maximizado para melhorar a visualização dos questionários. A forma de interação com o questionário foi modificada, sendo apresentada a questão no formato de imagem para o usuário, com os botões de resposta dispostos abaixo dela e uma placa indicando a qual unidade o questionário correspondia, conforme visto na Figura 35.

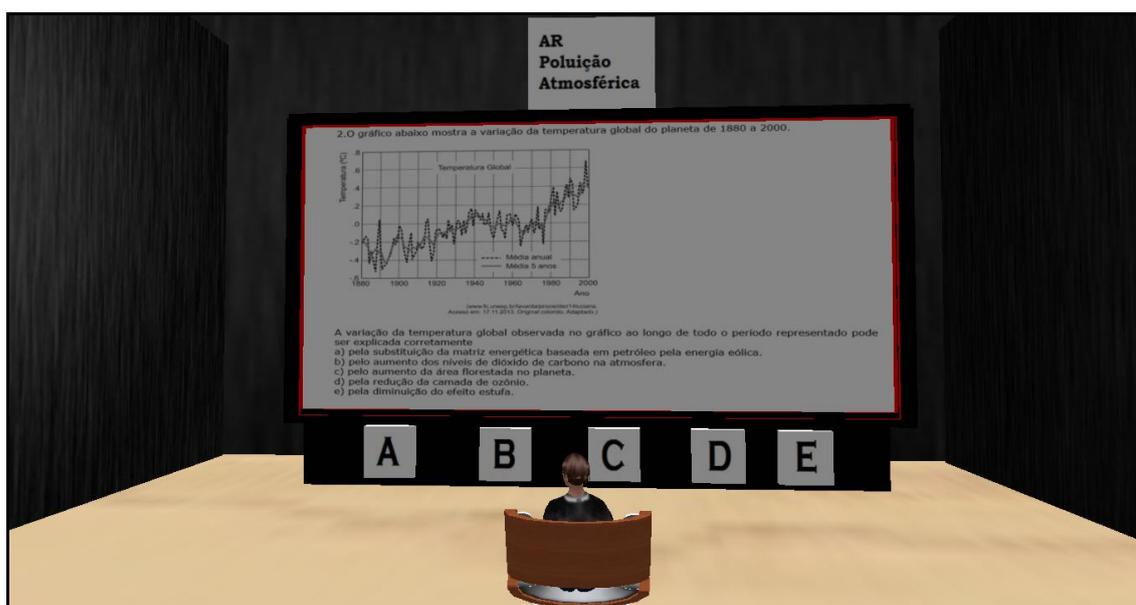
Figura 34 – Campo de visão do usuário na sala de *slides*



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Ao clicar na alternativa selecionada, a letra ficava azul e um *feedback* era fornecido no canal de *chat* do usuário, informando se sua resposta estava correta ou errada. O questionário somente iniciava quando o *avatar* sentava na cadeira, e, ao final dele, sua pontuação total era informada, em que, automaticamente, seu personagem se levantava da cadeira, indicando o fim da interação, sendo possível repetir quantas vezes julgasse necessário.

Figura 35 – Painel de questões reformulado para a terceira fase



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Com relação à sala de simulações, os experimentos criados para a primeira fase foram mantidos e melhorados para esta terceira fase, sendo melhor organizada a disposição espacial no ambiente. O totem com um botão vermelho em cada simulação para indiciar seu início, e, a apresentação das informações no canal de *chat* do usuário também foram mantidos. A Figura 36 apresenta uma ilustração da unidade de Constituição da Matéria, em que podem ser vistas representações 3D e a forma de estruturação destes elementos.

Os procedimentos adotados anteriormente para a criação das simulações foram mantidos, com uso de repositórios *online*, ferramentas e *scripts* de programação OSSL. Todas as simulações podiam ser visualizadas quantas vezes fosse de sua preferência e não existiam réplicas, portanto, o processo ocorria de forma individual, sendo que, em torno de metade destas simulações eram estáticas, enquanto as demais tinham animações.

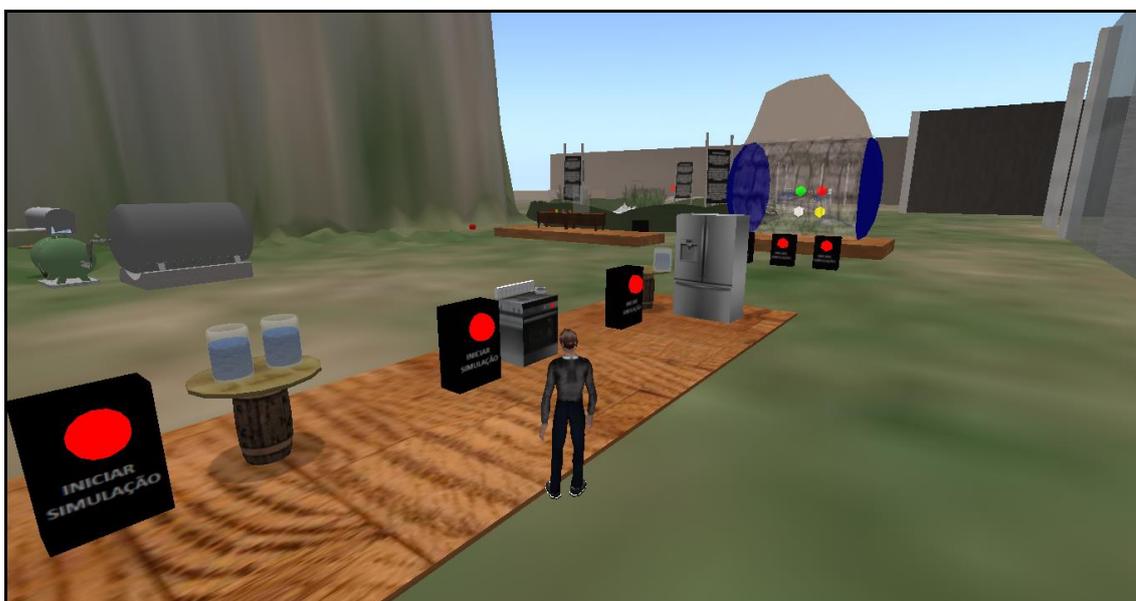
Figura 36 – Unidade de Átomos e Moléculas na sala de simulação



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

A Figura 37 ilustra alguns dos experimentos relacionados aos fenômenos químicos e físicos, os quais todos eram animados e demonstravam como cada processo ocorria. Ao fundo é possível visualizar também uma cápsula com quatro átomos que representavam as movimentações nos três estados físicos: gasoso, líquido e sólido.

Figura 37 – Simulações sobre estados físicos e químicos



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Por fim, a Figura 38 apresenta o espaço criado para as simulações referentes ao tópico de Fontes de Energia, em que, tais experimentos eram predominantemente estáticos e visuais, sem nenhuma animação adicionada a eles. Visto que, o conteúdo neste tópico é ministrado de

forma introdutória, os processos envolvendo cada tipo de fonte de energia não se configuram necessários de serem explanados, portanto, a escolha pela predominância visual na interação e textual com as explicações foi feita pelo professor da disciplina.

Figura 38 – Espaço dedicado ao conteúdo de Fontes de Energia



Fonte: captura de tela feita pelo autor utilizando o visualizador Singularity

Descritos os procedimentos adotados para a reformulação do laboratório virtual utilizado nesta terceira e última fase de experimentação, se torna importante destacar algumas mudanças realizadas no sistema de monitoramento para este período de testes.

3.3.3.1.1. Monitoramento no Mundo Virtual na terceira fase

Com relação ao sistema de monitoramento utilizado na terceira fase, todos os sensores contidos na fase anterior foram mantidos, porém, algumas melhorias foram implementadas com o intuito de fornecer um maior grau de precisão aos dados que eram coletados, tendo como base a *expertise* obtida nas duas fases anteriores. Nas ações pré-determinadas dos usuários no Mundo Virtual (voando, escrevendo, parado (estado de observação), andando e ausente), foi adicionada mais duas posições que eles poderiam desempenhar: sentado e correndo. Foi observado também, que o local de customização dos *avatars*, na entrada do laboratório, não continha nenhum sensor, sendo um espaço corriqueiramente utilizado pelos usuários.

Portanto, um sensor de monitoramento das ações do usuário igual aos demais contidos nas salas do laboratório foi inserido neste espaço, para precisar o tempo que os participantes estavam presentes naquele local interagindo e customizando seu *avatar*. Também foi

constatado que o tempo de coleta dos dados no ambiente estava muito espaçado, sendo compreendido que o intervalo de 15 segundos estava demasiadamente longo, o que acabava por resultar na perda de algumas ações feitas pelos usuários.

Desta forma, todos sensores instalados nas salas foram atualizados para coletar os dados em um intervalo de 5 segundos, buscando evitar a perda de ações que ocorriam em um intervalo menor que 15 segundos, conforme estava estabelecido anteriormente. Foram feitos testes pelo autor deste trabalho, em conjunto com demais colegas do curso de Doutorado, utilizando filmagens da tela do computador para gravar a interação no Mundo Virtual, em que foi possível notar que um maior número de ações era capturado com o intervalo de 5 segundos.

Demais melhorias foram realizadas, como a identificação única de cada painel no laboratório e a inserção do nome do conteúdo que era abordado, sendo tais dados armazenados no banco de dados, buscando especificar ainda mais o nível de detalhamento dos toques realizados pelos participantes. Assim, o professor tinha condições de saber qual objeto específico foi tocado e qual conteúdo estava sendo abordado nele, além das simulações, em que era possível identificar qual experimento foi tocado e quantas vezes, buscando aprimorar o nível de detalhamento das trajetórias conduzidas pelos alunos e sua avaliação. Efetuada as descrições acerca dos recursos e elementos criados para o laboratório virtual, assim como, o processo de monitoramento do ambiente, se torna essencial detalhar as informações referentes aos participantes nesta etapa do processo de experimentação.

3.3.3.2. Participantes

Para esta terceira fase de experimentação, apesar do protocolo de execução estar seguindo os mesmos moldes da primeira fase, os participantes são totalmente diferentes, sendo 3 turmas novas do sexto ano, contabilizando um total de 86 alunos. Em virtude de não terem realizado uma ou mais avaliações durante o trimestre, o que acaba por invalidar sua participação de maneira consistente, no que concerne ao processo de análise dos resultados, foram descartados 12 alunos. Desta forma, a amostra resultante teve um total de 74 participantes, sendo divididos em 2 grupos diferentes, englobando as três turmas, em que a disposição dos grupos ficou da seguinte forma:

- **Grupo 2:** 46 alunos que optaram por assistir às aulas presenciais e realizar atividades complementares a distância, utilizando o ambiente Moodle;

- **Grupo 3:** 28 alunos que optaram por assistir às aulas presenciais e realizar atividades complementares a distância, utilizando o Mundo Virtual;

Os nomes dos grupos foram mantidos iguais às fases anteriores para evitar distorção na leitura das análises. Nesta terceira fase de experimentação, nenhum aluno optou por não utilizar nenhum dos ambientes disponibilizados, desta forma, um terceiro grupo não precisou ser criado. Os 28 alunos que estiveram utilizando o Mundo Virtual nesta terceira fase tiveram uma aula introdutória ao ambiente, buscando a familiarização com o modo de interação e como realizar os procedimentos necessários para que pudessem acessar a distância.

Conforme pode ser visto na distribuição dos grupos, em virtude das dificuldades de acesso ao laboratório de informática do colégio terem sido resolvidas, isso acarretou na oportunidade de apresentar mais adequadamente o Mundo Virtual e tirar dúvidas dos alunos sobre seu acesso em casa. É importante destacar que os participantes utilizaram o ambiente de forma liberal e por sua própria vontade e motivação, utilizando de forma constante e realizando as atividades propostas.

3.3.3.3. Instrumento de Pesquisa

Em virtude de todo o protocolo de execução ser idêntico à primeira fase de experimentação, buscando garantir o maior grau possível de similaridade e estabelecer desta forma, uma comparação adequada e consistente, os alunos pertencentes aos dois grupos criados na realização deste experimento realizaram 5 avaliações durante o processo, aplicadas no formato impresso, em sala de aula, pelo professor da disciplina. A primeira avaliação foi um pré-teste aplicado no primeiro dia de aula do semestre sobre todos os conteúdos das 3 unidades definidas na disciplina, contendo 8 questões de múltipla escolha. É importante esclarecer que nenhum aluno havia tido aulas sobre os conteúdos abordados no experimento.

O conteúdo da disciplina foi dividido em 3 unidades, nas quais, ao final de cada uma foi aplicado um teste intermediário composto por questões mescladas de múltipla escolha e dissertativas, sobre o conteúdo trabalhado na unidade em específico. Por fim, um pós-teste englobando todo conteúdo da disciplina foi aplicado, contendo 17 questões mescladas entre múltipla escolha e dissertativas, sendo diferente do pré-teste aplicado no início do trimestre.

Ao final do experimento, os alunos que utilizaram o Mundo Virtual (Grupo 3) responderam a um questionário impresso com 8 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas, disponível no Apêndice E. Este questionário visou apresentar informações

pertinentes sobre os recursos que foram utilizados no ambiente, se a proposta havia sido aprovada pelos alunos e demais fatores considerados relevantes.

Com relação aos alunos que não utilizaram o Mundo Virtual, mas somente o Moodle (Grupo 2), um questionário impresso foi aplicado contendo 6 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas, disponível no Apêndice F. Este formulário teve como objetivo compreender as razões pelas quais estes usuários optaram por não utilizar o Mundo Virtual, quais dificuldades tiveram e se gostariam de ter utilizado, caso não tenham conseguido.

Por fim, entrevistas foram conduzidas com alunos escolhidos aleatoriamente de ambos os grupos, para buscar mais informações referentes ao uso, tanto do Mundo Virtual, quanto do Moodle, além da aplicação do método proposto. Tais entrevistas foram feitas no Colégio Militar juntamente com a presença do professor da disciplina, sendo realizado todo este processo com a permissão dos alunos envolvidos. A forma com que foi realizada a tabulação e aplicação da análise estatística dos resultados obtidos com as avaliações e interpretação dos questionários é apresentada no próximo capítulo.

3.3.3.4. Análise dos Dados

A tabulação dos resultados obtidos com as cinco avaliações aplicadas nos dois grupos necessita que uma análise estatística seja efetuada, cujo objetivo é comparar os grupos e averiguar a existência de resultados significativos referentes à aplicação deste método. Os procedimentos adotados para esta etapa são exatamente os mesmos descritos e aplicados na primeira fase de experimentação.

Desta forma, o teste de hipótese não-paramétrico selecionado para esta fase foi o de Wilcoxon-Mann-Whitney, conforme já definido na seção do Estudo Piloto, sendo utilizado neste caso por haver duas amostras (Grupo 2 e Grupo 3). Também foram criadas duas hipóteses iguais à primeira fase:

- Hipótese Nula (H_0): não há diferença entre o desempenho mediano dos grupos;
- Hipótese Alternativa (H_A): houve diferenças entre o desempenho mediano dos grupos;

O objetivo final foi comparar as hipóteses para verificar se existiam diferenças significativas nas medianas dos dois grupos pertencentes a este experimento, verificando se o grupo que utilizou o Mundo Virtual, obteve um desempenho mais significativo em relação ao

grupo do Moodle. Para complementar a análise estatística efetuada e fornecer uma visão mais clara da opinião dos alunos, dois questionários foram aplicados:

- Para os que utilizaram o Mundo Virtual (Grupo 3), um questionário com 8 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas foi aplicado de forma impressa.
- Para os que utilizaram o Moodle (Grupo 2), um questionário com 6 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas foi aplicado de forma impressa.

As questões de múltipla escolha em ambos questionários tiveram cinco alternativas que variam de 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente), conforme estabelecido na escala Likert (1932). A técnica denominada Alfa de Cronbach (1951) foi aplicada com o objetivo de averiguar a confiabilidade das respostas dos participantes, sendo medida a correlação entre as respostas do questionário.

A tabulação e análise das questões de múltipla escolha do questionário foi efetuada utilizando a técnica de clusterização K-Means, que consiste no processo de partição de um determinado conjunto de objetos em *clusters* disjuntos, cujo objetivo é agrupar os objetos semelhantes no mesmo *cluster*, enquanto objetos pertencentes a diferentes *clusters* diferem consideravelmente, em relação aos atributos deles (NAZEER e SEBASTIAN, 2009). Para definir o número de *clusters* a serem analisados utilizando o algoritmo K-Means, foi utilizada a análise do diagrama de árvore, sendo adotado o método de ligação de Ward, com medida de distância Euclidiana.

Adjunto aos questionários aplicados, também foram conduzidas entrevistas com participantes aleatórios de ambos os grupos, buscando compreender como foi a experiência de utilização do Mundo Virtual e para aqueles que usaram o Moodle, buscando entender quais os motivos que os levaram a optar por esta escolha. As questões dissertativas em ambos os questionários, assim como, as entrevistas realizadas serviram para embasar a discussão dos resultados acerca da opinião dos participantes sobre a utilização do ambiente. A análise dos resultados é apresentada no próximo capítulo, cujos resultados são interpretados e uma discussão detalhada acerca destes é efetuada.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo apresentado neste trabalho de Tese foi sendo organizado de acordo com os *feedbacks* que vinham sendo recebidos em cada uma das etapas de testes realizadas, buscando como objetivo final, o seu aprimoramento e estabelecimento conciso. Desta forma, a proposição do método pôde ser definida e refinada desde sua primeira experimentação no Estudo Piloto, e, principalmente no decorrer do Experimento Final.

Esta seção tem como objetivo apresentar e discutir os resultados obtidos em todos os testes realizados para este trabalho, sendo englobado o Estudo Piloto, a validação do Mundo Virtual e o processo de Experimentação Final. A próxima subseção irá apresentar os dados obtidos no Estudo Piloto e o detalhamento destes arranjos.

4.1. Estudo Piloto

O desenvolvimento do Estudo Piloto ocorreu em uma disciplina de “Fundamentos em Informática” entre os meses de Maio a Junho de 2016, no campus de Júlio de Castilhos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha. O tópico selecionado para o experimento esteve centralizado na introdução de conceitos referentes ao ensino de Algoritmos e Lógica de Programação.

No total, 24 alunos participaram do experimento, sem haver separação entre grupos de controle e experimento, com duas aulas semanais de aproximadamente 2 horas, em que, a primeira era ministrada pela professora utilizando quadro negro e apresentações de *slides*, enquanto a segunda tinha como característica reforçar os tópicos vistos na aula, na qual foi utilizado o Mundo Virtual como ferramenta para auxiliar no processo de aprendizagem.

Seguindo os preceitos do método estabelecido neste trabalho de Tese, a parte avaliativa do experimento foi composta por três avaliações: pré-teste, aplicado no início da unidade, um teste intermediário, e, um pós-teste para avaliar o crescimento de desempenho da turma. O nível exigido de aprovação foi de 70%, sendo comparada as notas desta turma nesta unidade, com as notas da turma do ano de 2015, neste mesmo conteúdo, em que uma abordagem mais tradicional foi aplicada, sem o uso de nenhum ambiente tridimensional.

Os dados destas avaliações foram submetidos à uma análise estatística, buscando fornecer uma visão mais concisa do desempenho dos estudantes, embora não seja conclusiva, visto que se trata de um período curto de testes e se caracterizou como um processo

demonstrativo da viabilização do método proposto, sendo este adequadamente testado no período de experimentação final desta Tese.

O teste não-paramétrico de Wilcoxon Mann-Whitney foi aplicado, buscando estipular se a comparação de desempenho das turmas apresentou diferenças significativas nas medianas analisadas em cada uma das três avaliações realizadas. A execução das análises foi efetuada no *software* de análise estatística IBM SPSS³⁴ em sua versão 18. O nível de significância adotado foi de 5%. Conjecturou-se duas hipóteses para cada uma das três avaliações analisadas:

- Hipótese Nula (H_0): não há diferença entre o desempenho mediano das turmas;
- Hipótese Alternativa (H_A): houve diferenças entre o desempenho mediano das turmas;

O sumário das análises das hipóteses em cada uma das avaliações é apresentado na Figura 39, onde é possível identificar que a hipótese nula foi mantida para o pré-teste, enquanto no teste intermediário e pós-teste, esta hipótese foi negada. Desta forma, se torna imprescindível aprofundar-se em cada uma destas situações para averiguar seus desdobramentos.

Figura 39 - Decisão de hipótese para cada avaliação

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of Pre_teste are the same across categories of Ano.	Independent-Samples Median Test	.197	Retain the null hypothesis.
2	The medians of Intermediario are the same across categories of Ano.	Independent-Samples Median Test	.000	Reject the null hypothesis.
3	The medians of Pos_teste are the same across categories of Ano.	Independent-Samples Median Test	.008	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

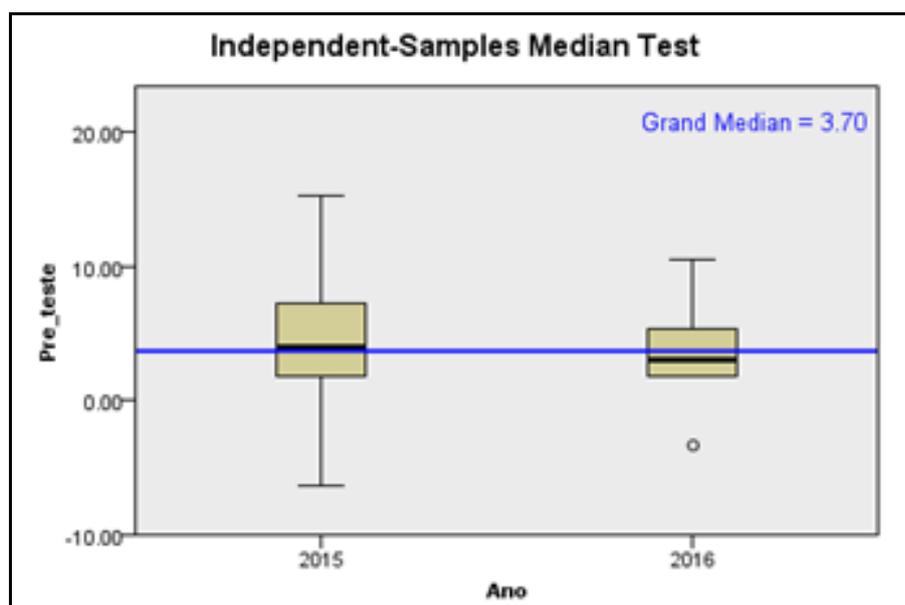
Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

No caso do pré-teste, a análise apresentou uma mediana de 3,10 para a turma de 2016, enquanto a turma de 2015 obteve uma mediana de 4,00. Desta forma, a análise realizada discriminou o valor de $p = 0,197$, ou seja, isto remete à confirmação de hipótese nula, de que as turmas de 2015 e 2016 não obtiveram diferenças significativas em suas medianas na avaliação do pré-teste.

³⁴ Ferramenta que fornece suporte para a realização do planejamento e análises estatísticas de um processo. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/marketplace/spss-statistics>

Conforme é possível visualizar na Figura 40, o “*Box Plot*”³⁵ permite observar que a distribuição das notas está mais concentrada no quadrado da turma de 2016, havendo uma menor amplitude entre o valor mínimo e máximo, o que configura uma menor variação das notas. Isso significa que, apesar da mediana da turma de 2015 ter sido maior, a variabilidade dos dados na turma de 2016 foi menor, sendo observada assim uma equiparação das notas do pré-teste entre as turmas.

Figura 40 - *Box Plot* com as medianas das turmas no pré-teste



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

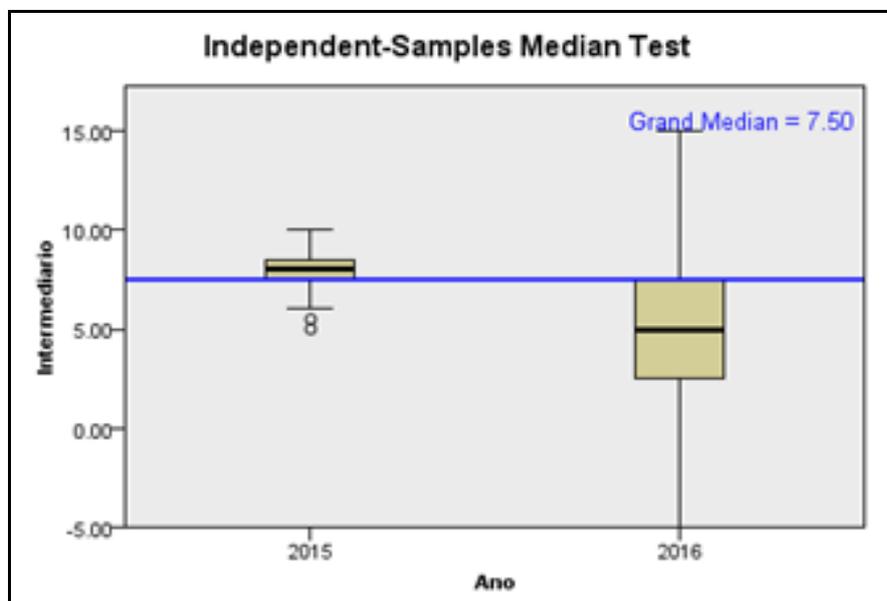
O resultado discriminado vai ao encontro às expectativas do autor deste trabalho, o que demonstrou uma equivalência entre as duas turmas para o pré-teste, visto que em ambos os casos, nenhuma havia tido aulas sobre o conteúdo no momento de realizar esta avaliação. Tal fator também agrega positivamente a análise posterior das avaliações, em virtude da similaridade nas medianas destas avaliações nas duas turmas.

Com relação ao teste intermediário, a análise efetuada retornou a mediana de 5,00 para a turma de 2016, enquanto a turma de 2015 obteve uma mediana de 8,00. Desta forma, a análise realizada discriminou o valor de $p < 0,001$, ou seja, isto remete à rejeição da hipótese nula. Conforme visto na Figura 41, o *Box Plot* desta avaliação permite visualizar que, além da mediana ter sido mais alta na turma de 2015, a distribuição das notas para este grupo teve uma alta concentração e baixa amplitude (valor máximo e mínimo próximo da concentração das

³⁵ Representação gráfica da variação dos dados observados de uma variável numérica por meio de quartis. Representa os valores máximo e mínimo, além da mediana.

notas), o que remete a uma menor variabilidade dos dados, apresentando um melhor desempenho que a turma de 2016, cujas notas tiveram uma alta amplitude e maior dispersão.

Figura 41 - *Box Plot* com as medianas das turmas no teste intermediário



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

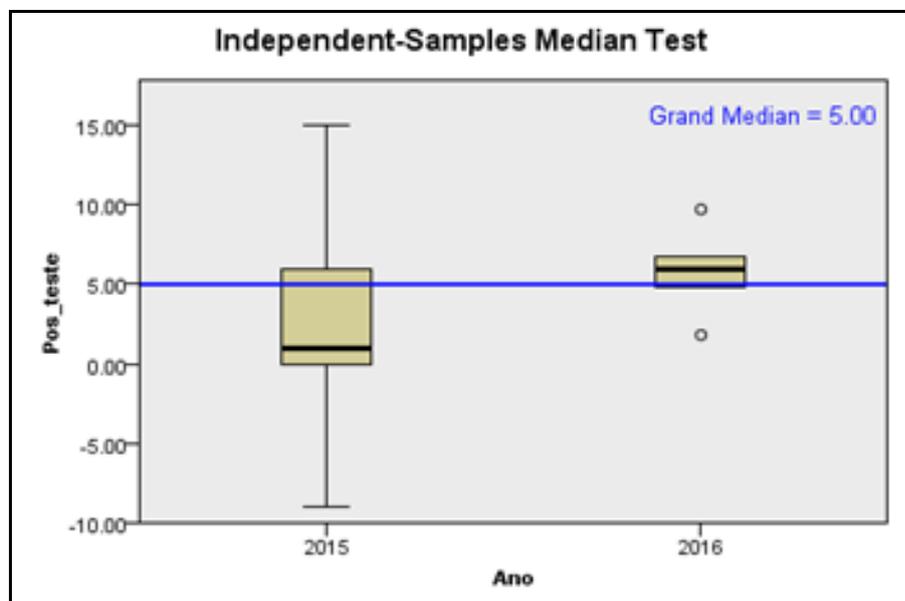
Tal análise demonstra uma tendência à melhoria de desempenho para a turma de 2015, que utilizou uma abordagem considerada mais tradicional. Na troca de informações com a professora da disciplina e com base nas observações realizadas por ela, foi possível inferir que o grupo de 2016, que utilizou o Mundo Virtual, obteve maiores dificuldades neste início do processo para se ambientar ao novo método proposto, algo que pode ser considerado adequadamente comum.

Isso resultou em maiores empecilhos para eles aprenderem a utilizar o ambiente e realizarem as atividades solicitadas pela professora, como a prática de exercícios utilizando o *software* Scratch for OpenSim, que estimulava a criação de algoritmos dentro do Mundo Virtual. Portanto, tais resultados puderam ser considerados dentro de um padrão de normalidade para esta fase do processo de testes.

Por fim, a análise do pós-teste apresentou uma mediana de 5,90 para a turma de 2016, enquanto a turma de 2015 obteve uma mediana de 1,00. Desta forma, a análise realizada discriminou o valor de $p = 0,008$, ou seja, isto remete à rejeição da hipótese nula. Conforme visto na Figura 42, o *Box Plot* demonstra o caso inverso do que foi observado no teste intermediário. Nesta avaliação, a mediana da turma de 2016 foi mais alta em relação à turma de 2015, além da distribuição das notas para este grupo ter tido uma alta concentração e baixa

amplitude, o que remete a uma menor variabilidade dos dados, apresentando um melhor desempenho que a turma de 2015, cujas notas tiveram uma alta amplitude e maior dispersão.

Figura 42 - *Box Plot* com as medianas das turmas no pós-teste



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Os dados obtidos na análise estatística permitiram inferir um melhor desempenho para a turma de 2016, que utilizou o método proposto, enquanto a turma de 2015 apresentou um decréscimo de desempenho em relação à avaliação intermediária. A adequação com o método proposto e a maior interatividade com o Mundo Virtual nesta fase do processo, podem ser considerados elementos essenciais para o panorama observado, visto que conforme observações efetuadas pela professora, eles se sentiram mais seguros em realizar os exercícios propostos e puderam explorar de forma mais consistente os recursos providos pelo ambiente, permitindo a prática de algoritmos nas atividades desempenhadas.

É importante ressaltar que, embora os conteúdos fossem os mesmos para as duas turmas, e, a quantidade de testes realizados também tenha seguido o mesmo padrão, as avaliações realizadas pelas turmas de 2015 não foram iguais às da turma de 2016. Portanto, este fator, adjunto ao curto período de testes adotado e ao fato de somente uma unidade ter sido abrangida, fazem com que este experimento seja um caso de validação do método proposto.

Desta forma, o Estudo Piloto correspondeu às expectativas esperadas deste processo, em que foi possível identificar a viabilização do método proposto, assim como potenciais problemas e adequações neste processo e no Mundo Virtual que foi criado, como a melhoria da forma com que os materiais didáticos eram disponibilizados no ambiente e a criação de um sistema de monitoramento para permitir o acompanhamento das interações dos participantes.

Os resultados positivos no pós-teste elucidaram um cenário animador, entretanto, não se tornou possível afirmar sistematicamente que o método auxilia no processo de aprendizagem, devendo este ser testado de forma mais consistente e duradoura, sendo este processo descrito a seguir na fase de experimentação final da Tese.

4.2. Experimento Final

O Estudo Piloto apresentou resultados iniciais instigadores com relação à aplicação do método proposto, o que forneceu um grau maior de motivação para o aperfeiçoamento desta pesquisa, além de fornecer um valioso *feedback* para a articulação dos procedimentos realizados neste processo de experimentação final. Em um escopo mais específico, também se tornou importante a realização de uma etapa de validação do Mundo Virtual criado na área de Ciências, com participantes desta área. O intuito foi averiguar o potencial pedagógico do ambiente desenvolvido, como a utilização de seus recursos poderia auxiliar na prática pedagógica e se os participantes adotariam este tipo de abordagem em sua rotina docente. Buscando apresentar adequadamente os resultados, primeiramente será discutida a validação do Mundo Virtual, e, posteriormente, será apresentada a análise dos testes realizados nas três fases.

4.2.1. Validação do Mundo Virtual

A validação do Mundo Virtual foi uma etapa concomitante aos testes finais realizados, cujo objetivo foi estabelecer se o ambiente desenvolvido poderia ser considerado adequado para uso na prática pedagógica, e, também buscar *feedbacks*, que permitissem realizar novas melhorias no Mundo Virtual. Para isso, articulou-se que o público alvo fosse da área de ensino abrangida no ambiente, fator que permitiu a elaboração deste experimento em uma disciplina propícia para a proposta discutida, sendo selecionada a disciplina de “Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Ciências da Natureza”.

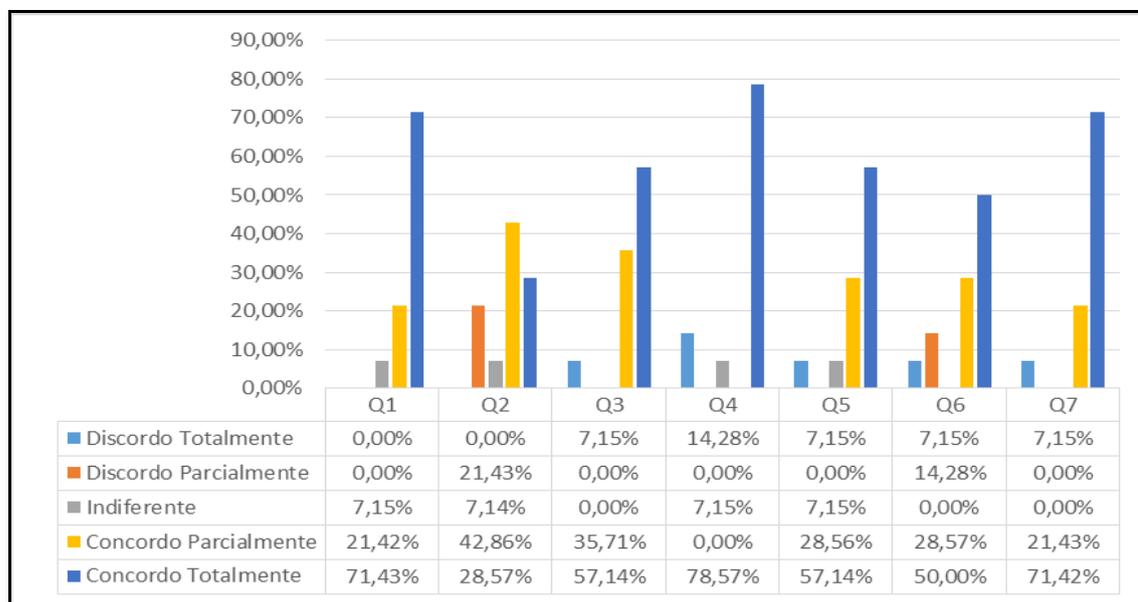
Participaram do experimento 14 alunos em formação de licenciatura, sendo utilizadas duas aulas de uma hora e quarenta e cinco minutos, no laboratório de informática da instituição. O primeiro encontro ficou caracterizado pela ambientação com o Mundo Virtual e a abrangência do conteúdo visto na primeira fase do processo de experimentação final, sendo aplicado um questionário com 7 questões objetivas.

No segundo encontro, somente onze participantes interagiram no Mundo Virtual com o conteúdo da segunda fase, sendo aplicado um questionário de 9 questões objetivas e 3 questões dissertativas ao final deste encontro. Foi optado por uma análise descritiva dos resultados, em virtude do menor número de participantes e da formatação dos dados coletados, além das análises das respostas com o uso da técnica de Alfa de Cronbach.

O primeiro questionário foi respondido por 14 participantes, cujas cinco opções de resposta variavam de concordo totalmente à discordo totalmente, seguindo os preceitos da Escala Likert. A análise das respostas com a aplicação da técnica Alfa de Cronbach resultou no valor de 0,905319, o que segundo a escala de classificação de valores proposta por George e Mallery (2003), pode ser atribuído como “Excelente”.

Esta análise fornece um maior grau de confiabilidade às respostas fornecidas pelos usuários, e, assegura que a análise das opiniões reflita de forma consistente a visão deles acerca da experiência obtida com o Mundo Virtual neste primeiro encontro. Desta forma, um gráfico contendo as porcentagens das respostas fornecidas pelos usuários em cada questão foi criado, conforme observado na Figura 43, com o intuito de facilitar a visualização dos resultados.

Figura 43 - Porcentagens das respostas no primeiro questionário



Fonte: gráfico elaborado pelo autor

A análise da primeira questão esteve centralizada na motivação do usuário em utilizar o Mundo Virtual em seu primeiro acesso, em que, a maioria dos participantes concordou com esta afirmação, ressaltando que era visível a ansiedade e curiosidade deles em começar a utilizar o ambiente, visto que se tratava de uma prática diferenciada na disciplina. Oliver et al. (2009) explicam que, para manter a sensação de imersão, é importante que o sistema reaja em tempo

real e de forma consistente às interações dos usuários, visando assim, evitar que estes se sintam desmotivados e tenham uma experiência negativa ao utilizar o Mundo Virtual.

A segunda questão esteve ligada às ações básicas que são realizadas durante o primeiro acesso dos usuários, na qual buscou-se saber se os participantes conseguiram realizar a personalização dos seus respectivos *avatares*. A maioria dos participantes concordou que foi possível realizar a customização de seu personagem, visto que estavam dispostas diferentes vestimentas na entrada do laboratório, para facilitar este processo ao usuário. É importante ressaltar que uma pequena parcela discordou desta afirmação, sendo explicado por algumas dificuldades no momento de realizar este processo, como algumas roupas que não carregaram corretamente no personagem e dificultou a customização do mesmo.

Foi averiguado na terceira questão, se os objetos inseridos no Mundo Virtual puderam ser visualizados pelos usuários de forma completa e consistente, visto que em alguns momentos, o ambiente pode não carregar em sua totalidade todos os elementos dispostos. Isso pode ser explicado, na maioria das vezes, pela lentidão na velocidade de conexão da Internet. A maioria dos usuários concordou que este processo ocorreu sem problemas, sendo observados somente alguns casos esporádicos, em que o ambiente demorou um pouco mais para renderizar seus elementos, porém, sem afetar a interação dos participantes.

No mesmo contexto está a questão 6, que buscou saber se a navegação no laboratório esteve fácil e intuitiva. Em torno de 70% dos participantes concordaram com esta afirmação, enquanto os demais acabaram discordando, sendo justificado por eles, devido à ausência de placas ou setas sinalizadoras e tutoriais dentro do ambiente para explicar como interagir com os recursos e visualizá-los.

Buscando relacionar estas questões, também foi perguntado aos participantes na questão 7, se eles consideravam válida a inserção de um agente virtual no ambiente para auxiliar na interação e solucionar dúvidas acerca dos tópicos abordados. A maioria dos participantes concordou com esta possibilidade, considerando útil a ajuda de um agente auxiliar durante o processo de interação. Nunes et al. (2014) explicam que um agente virtual pode desempenhar um papel importante na interação com o *avatar* do aluno, atuando como um guia virtual ou guardião, fornecendo informações, orientando o aluno no ambiente para ajudar com as atividades e responder a perguntas feitas por eles.

No que diz respeito à questão 4, foi possível constatar que o uso do *chat* ocorreu de forma positiva e satisfatória, possibilitando que os usuários pudessem se comunicar no ambiente e trocar informações e dúvidas. Encerrando a análise deste primeiro questionário, a quinta questão abordou a sensação de imersão dos usuários no ambiente. Tal pergunta esteve

contextualizada no quanto os usuários se sentiram concentrados, interagindo com foco total no ambiente, sendo que o resultado obtido pode ser considerado positivo, visto que os recursos presentes no ambiente fizeram com que os usuários se sentissem dessa forma e quisessem continuar a utilizar o Mundo Virtual.

Os resultados obtidos no primeiro questionário aplicado refletem adequadamente o que foi observado no primeiro encontro, o qual serviu para os usuários se ambientarem a utilizar o Mundo Virtual, tirarem suas dúvidas e realizarem uma interação exploratória com os recursos relacionados ao conteúdo da primeira fase de testes. A análise demonstrou um *feedback* positivo dos participantes, destacando as críticas construtivas referentes à melhoria das roupas dos *avatares*, redução de elementos gráficos para evitar lentidão ao carregar os objetos e a inserção de sinalizações e placas explicativas, sendo que estes procedimentos foram adotados para a terceira fase do processo de experimentação.

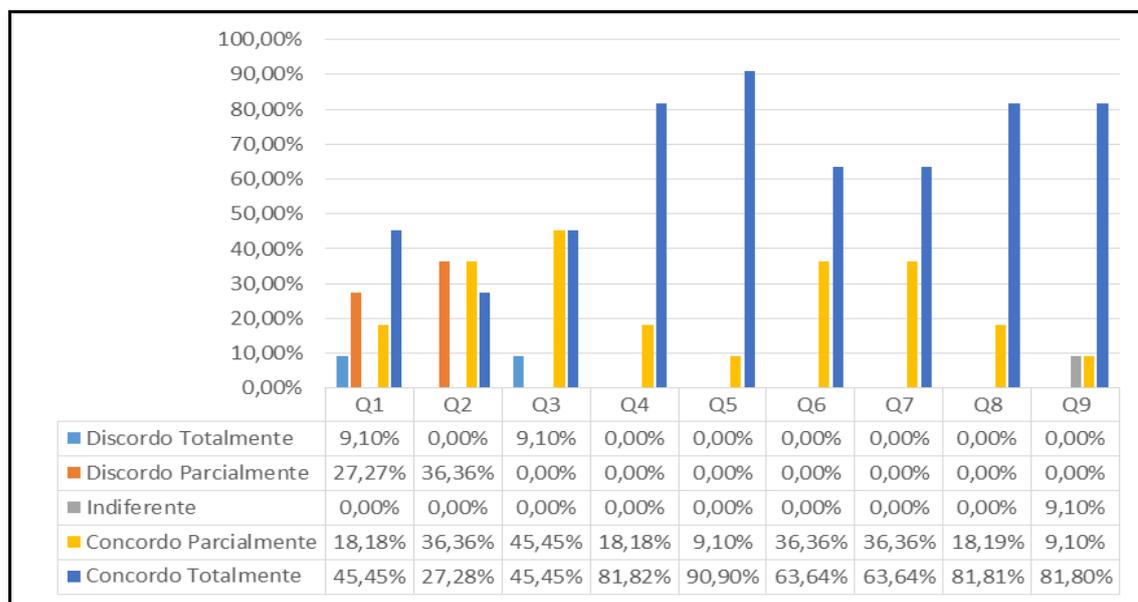
Com relação ao segundo questionário, o cálculo do Alfa de Cronbach teve como resultado final o valor de 0,886707, sendo classificado como Bom. Similarmente ao primeiro questionário, essa análise proveu um grau elevado de confiabilidade às respostas fornecidas pelos usuários, sendo realizada sua análise a seguir.

O segundo questionário contendo 9 questões objetivas e 3 dissertativas foi respondido por 11 participantes, cujas cinco opções de resposta objetiva variavam de concordo totalmente à discordo totalmente, seguindo os preceitos da Escala Likert. Para este escopo, um gráfico contendo as porcentagens das respostas fornecidas pelos usuários em cada questão também foi criado, conforme visto na Figura 44, com o intuito de facilitar a visualização dos resultados.

A primeira questão do segundo questionário teve como objetivo verificar novamente se o cenário estava claro e todos elementos foram renderizados corretamente, em que um pouco mais de 60% das respostas foram positivas. Os demais usuários assinalaram negativamente, em virtude do cenário ter apresentado uma demora maior do que o normal para carregar todos objetos, tal fator resultante da velocidade de conexão da Internet, a qual foi possível constatar claramente que estava mais lenta, do que em relação ao primeiro encontro, e, desta forma acabou por prejudicar o processo de renderização do Mundo Virtual.

O mesmo cenário pode ser visualizado na segunda questão, em que novamente em torno de 60% das respostas confirmaram que a interação com os recursos de *slides*, textos, vídeos e questões foi satisfatório. Os demais usuários novamente ressaltaram a questão da baixa velocidade de conexão da Internet, o que resulta em “travamentos” no momento de carregar a imagem do *slide* ou texto, reproduzir um vídeo ou iniciar um questionário.

Figura 44 - Porcentagens das respostas no primeiro questionário



Fonte: gráfico elaborado pelo autor

Neste aspecto, Fernandes et al. (2007) destacam algumas preocupações envolvendo o tráfego de dados, download e *streaming* durante a interação dos usuários no Mundo Virtual. Por exemplo, o uso de voz, música, vídeo e dados em um único Mundo Virtual com uma quantidade significativa de usuários conectados de diferentes locais, pode impactar negativamente na qualidade dos serviços oferecidos.

Apesar das dificuldades identificadas com relação à velocidade de conexão da Internet, as respostas da questão três ressaltaram que nos momentos em que tais recursos operaram corretamente, os usuários assinalaram em sua maioria que eles estavam adequados. Assim, se torna possível inferir que os recursos didáticos operaram de forma correta e funcional, o que é de suma importância, visto que é por meio destes que os alunos poderão visualizar os conteúdos teóricos e praticar o conhecimento adquirido. Tüzün e Özdiñç (2016) explicam que os Mundos Virtuais têm o potencial de permitir que os indivíduos obtenham dados mais significativos e de longo prazo, em comparação com os ambientes multimídia interativos e tradicionais.

A questão 4 tratou especificamente das simulações construídas para as duas fases de testes do experimento, questionando se elas foram construídas corretamente e estavam operando de forma a refletir corretamente o fenômeno relacionado. A opinião dos participantes era considerada valiosa, visto que se tratavam de futuros docentes em formação na área de Ciências, os quais assinalaram predominantemente que as simulações estavam adequadas e refletiam corretamente os fenômenos ocorridos no mundo real.

É importante ressaltar novamente a afirmação de Valente e Mattar (2007), que explicam que estes ambientes permitem a inclusão e prática de atividades para dar origem à aprendizagem experiencial através de simulações, modelagem de cenários complexos. Dentro deste escopo, a questão 5 teve como objetivo verificar a percepção dos participantes, quanto ao uso das simulações no Mundo Virtual, para auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos. Os resultados demonstraram uma aceitação completa dos participantes com relação a este aspecto, destacando o valor que este tipo de elemento pode trazer para auxiliar o aluno em seu processo de aprendizagem.

As seguintes questões estão descentralizadas do escopo anterior analisado, estando seu foco principal no potencial pedagógico existente no uso deste tipo de abordagem. Com isso, a sexta questão investigou a opinião dos usuários sobre o seu interesse em utilizar os Mundos Virtuais em sua prática docente, sendo o resultado amplamente positivo, o que vai de encontro às observações realizadas presencialmente, em que era notável a motivação e interesse dos participantes enquanto utilizavam o ambiente.

Segundo Sgobbi et al. (2014), os Mundos Virtuais se configuram como um novo passo nesta proposta pedagógica, sendo espaços onde os estudantes não só interagem com o objeto de estudo, como também experimentam a presença virtual, que os conduz a uma imersão, na situação de ensino e aprendizagem, garantindo maior engajamento nas atividades propostas. Dentro deste contexto, a sétima questão buscou saber se os participantes consideravam que este tipo de ambiente poderia despertar o interesse do aluno sobre o assunto abordado, em que as respostas demonstraram a ampla aceitação desta projeção, o que acaba por ressaltar também a aceitação do grupo de participantes com relação a este tipo de ambiente proposto.

A oitava questão vai de encontro à proposta apresentada neste trabalho de Tese, em que os participantes foram questionados, se as atividades complementares realizadas no Mundo Virtual, poderiam auxiliar no aprendizado do conteúdo apresentado em sala de aula. O resultado foi amplamente positivo e instigador, visto que um dos principais objetivos presentes na construção deste protótipo é justamente auxiliar de forma complementar a prática docente e aos alunos em seu processo de aprendizagem.

Por fim, a nona questão solicitou a opinião dos participantes quanto a continuar utilizando o Mundo Virtual após o experimento realizado, em que o *feedback* recebido foi positivo. Os usuários desde o início do experimento estavam motivados em utilizar o ambiente e tal questionamento reafirma a vontade deles em continuar a experimentar tal tipo de abordagem, o que refletiu um cenário instigador para a continuidade dos trabalhos.

Discorrida a análise acerca das respostas objetivas deste questionário, também foi possível efetuar uma interpretação das respostas descritivas fornecidas pelos participantes. A primeira questão teve como objetivo entender quais foram os problemas e dificuldades existentes durante a interação dos participantes, sendo que um dos principais pontos ressaltados foi a dificuldade inicial em se adaptar ao sistema, como seria esperado, já que os usuários não haviam tido nenhum contato anterior. É importante lembrar que este tipo de dificuldade também foi ressaltada pelos participantes do Estudo Piloto, visto que para alguns usuários, este processo de ambientação pode ser mais oneroso, até se acostumar a interagir.

A lentidão em alguns momentos para interagir com o *avatar* e demais objetos presentes no Mundo Virtual também foi destacada, principalmente no momento de praticar os exercícios, sendo este problema justificado pelas variações na velocidade de conexão com a Internet, que ocorreram durante o experimento. Por fim, no momento de visualizar as simulações é apresentado um texto no *chat* explicando para o usuário o que está ocorrendo, sendo que alguns participantes disseram que sentiram um pouco de dificuldade em acompanhar a simulação e ler o texto de forma simultânea.

De acordo com a teoria da carga cognitiva discutida por Sweller (1994), quando a apresentação do material instrucional é complexa ou inconsistente, pode produzir carga cognitiva estranha, reduzindo a capacidade dos aprendizes de processar adequadamente as tarefas de aprendizagem (isto é, a carga cognitiva relevante) e impedindo o processo de aprendizagem (MERCHANT et al., 2012). Torna-se importante buscar equilibrar este aspecto visando melhorar o processo de assimilação dos conteúdos por parte do indivíduo, visto que o Mundo Virtual é amplamente visual e pode possuir muitos elementos gráficos diferentes, devendo ter o cuidado no momento da construção, para evitar este tipo de sobrecarga ao usuário.

Descritas as principais dificuldades identificadas pelos participantes, a segunda questão descritiva abordou quais as diferenças que os usuários notaram ao utilizar o Mundo Virtual, visto que na disciplina eles estavam usando o ambiente Moodle. Os principais pontos destacados acerca do Mundo Virtual é que ele foi considerado mais visual, instigador, interativo, dinâmico, divertido e instigou uma aprendizagem mais ativa, podendo ser considerada positiva esta avaliação com relação ao Moodle. Também foi ressaltado pelos alunos, que ambos os ambientes não devem concorrer entre si, mas serem usados de forma conjunta para complementar o aprendizado dos estudantes, o que também está de acordo com a proposta apresentada no método de ensino descrito neste trabalho de Tese.

A terceira questão teve um caráter mais amplo, no qual foi questionada a opinião dos participantes sobre o experimento realizado, em que foi ressaltado que o Mundo Virtual pode

ser considerado instigador, motivador e educativo nesse contexto que foi aplicado. O consenso dos participantes é que este ambiente pode ser usado de forma presencial juntamente com o professor ou a distância, permitindo em ambos os casos explorar de forma diferenciada e com maior interatividade os conteúdos abordados.

Desta forma, os resultados apresentados no decorrer desta seção demonstraram um cenário predominantemente positivista, cuja validação do Mundo Virtual pôde ser considerada satisfatória, visto que se tratavam de indivíduos da área de Ciências e futuros docentes, o que trouxe uma visão diferenciada sobre o ambiente. Os recursos e materiais didáticos foram testados e aprovados, assim como, a ideia de adotar este tipo de ambiente na prática docente.

As maiores dificuldades identificadas, como a lentidão do ambiente, uso do *chat* conjuntamente com a apresentação da simulação, além da melhor sinalização dos locais e instruções de uso, se configuraram como críticas construtivas, que auxiliaram significativamente para a adoção de melhorias na terceira fase do processo de experimentação, visto que estes testes foram realizados já durante o período da segunda fase. Portanto, percorridas as principais observações e constatações acerca deste processo de validação do Mundo Virtual, as próximas seções apresentam os resultados do experimento final realizado para validação do método proposto neste trabalho de Tese.

4.2.2. Primeira Fase

A primeira fase do processo de experimentação final deu início ao procedimento de validação do método proposto, buscando investigar os possíveis desdobramentos na aplicação desta proposta e seu impacto no processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, nesta fase foram realizados testes com 3 turmas do sexto ano do Colégio Militar de Porto Alegre na disciplina de Ciências, totalizando 75 alunos.

Os alunos foram separados em 3 grupos diferentes durante o período de testes, classificando-os de acordo com a utilização do Moodle ou Mundo Virtual, além daqueles que optaram por não utilizar nenhum destes ambientes. De acordo com o método proposto, os alunos tiveram uma explanação inicial sobre os objetivos do trimestre e como seriam conduzidas as atividades, em que as aulas no período da manhã eram ministradas pelo professor da disciplina, com quadro negro e apresentação de *slides*, enquanto no período alternativo a este, os alunos tinham a liberdade de escolher pela utilização de um dos dois ambientes disponibilizados, ou, por nenhum deles, sendo caracterizada esta interação como complementar/reforço ao conteúdo visto em sala de aula.

Os alunos que não utilizaram nenhum ambiente, reportaram que estudavam em casa com base nas anotações feitas por eles durante a aula presencial. Quanto aos que utilizaram o Moodle, eles acessavam os materiais disponibilizados pelo professor na disciplina criada no ambiente, como vídeos, *slides*, textos e questões. Similarmente, os alunos que utilizaram o Mundo Virtual, tinham acesso neste ambiente à textos, vídeos, *slides* e questões, adjunto às simulações, o que se caracterizou como um diferencial em relação ao Moodle.

Todos os alunos realizaram cinco tipos diferentes de avaliações: um pré-teste, um teste intermediário para cada uma das três unidades e um pós-teste. O nível exigido de aprovação na disciplina foi de 50%. Para averiguar o desempenho dos três grupos nestas avaliações, se configurou necessário efetuar uma análise calcada em procedimentos estatísticos adequados.

Desta forma, o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi aplicado, buscando testar se a comparação de desempenho dos três grupos apresentou diferenças significativas nas medianas analisadas em cada uma das cinco avaliações realizadas. A execução das análises foi efetuada no *software* de análise estatística IBM SPSS em sua versão 18. O nível de significância adotado foi de 5%. Conjecturou-se duas hipóteses para cada uma das avaliações analisadas:

- Hipótese Nula (H₀): não há diferença entre o desempenho mediano dos grupos;
- Hipótese Alternativa (H_A): houve diferenças entre o desempenho mediano dos grupos;

O primeiro teste realizado teve como objetivo identificar se as três turmas tiveram desempenhos homogêneos nas avaliações realizadas, averiguando se era necessário realizar análises separadas por turmas. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos na análise, na qual temos as três turmas que participaram do experimento e as cinco avaliações realizadas.

Tabela 3 - Análise das avaliações realizadas pelas três turmas

Turma	Pré-teste	Aval. 1	Aval. 2	Aval. 3	Pós-teste
601	36,64	34,84	36,38	31,00	36,68
602	37,78	37,52	38,54	39,84	38,36
603	39,58	41,64	39,08	43,16	38,96
p-valor	0,888163	0,53501	0,896316	0,119964	0,928565

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

O p-valor obtido para cada uma das avaliações realizadas pelas turmas está acima do nível de significância estabelecido de 0,05, desta forma podemos assumir que todas as turmas foram homogêneas quanto ao seu desempenho nas avaliações. Isso permite que a análise seja

feita de forma conjunta com os alunos das três turmas, separando somente os participantes nos três grupos já descritos anteriormente.

A partir desta constatação, foi efetuada uma comparação das avaliações dos alunos em relação aos três grupos criados, para verificar se houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, caso o p-valor apresente um valor menor que 0,05. A Tabela 4 apresenta os resultados das análises efetuadas, em que o Grupo 1 se refere aos participantes que não utilizaram nenhum ambiente, enquanto o Grupo 2 concentra os alunos que utilizaram o Moodle e o Grupo 3 contém os participantes que usaram o Mundo Virtual.

Tabela 4 – Comparação das avaliações dos alunos nos três grupos

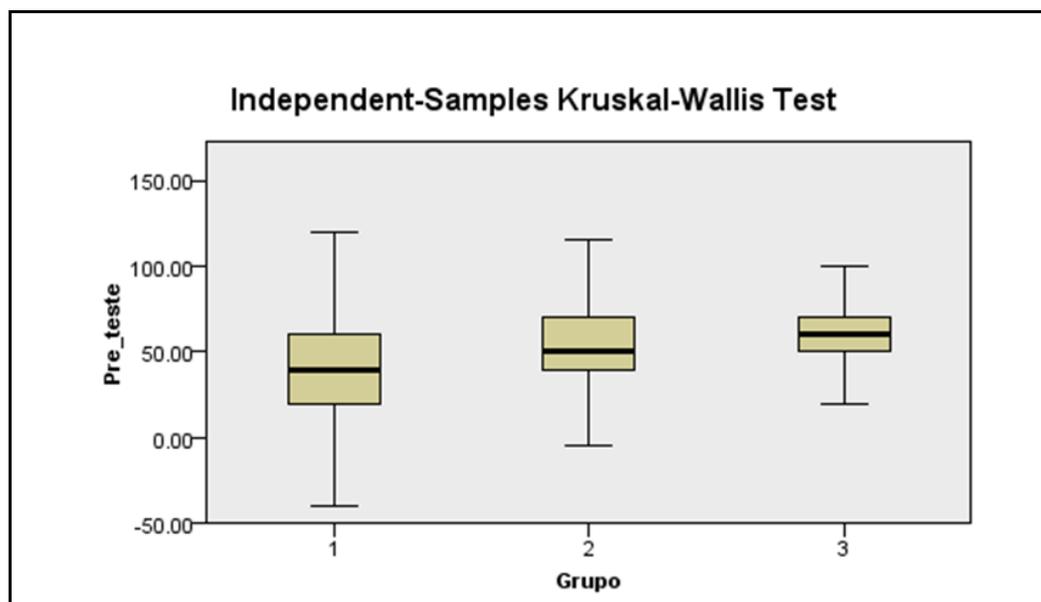
Grupo	Pré-teste	Aval. 1	Aval. 2	Aval. 3	Pós-teste
1	29,42	27,88	25,81	33,00	26,08
2	38,04	38,50	39,71	39,15	38,46
3	46,42	46,23	43,73	38,65	48,19
p-valor	0,132	0,093	0,068	0,654	0,033

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

O pré-teste realizado não demonstrou diferenças significativas, desta forma, a hipótese nula para este caso foi mantida, não sendo identificadas diferenças significativas nas distribuições. A Figura 45 apresenta o *Box Plot* com os resultados das medianas nos três grupos, em que se torna possível visualizar que, a mediana do Grupo 3 (60,00) possui maior valor em relação ao Grupo 1 (40,00) e Grupo 2 (52,00). Além disso, apesar do resultado não ter sido significativo, o *Box Plot* demonstra que a distribuição das notas no Grupo 3 possui uma maior concentração e o máximo e mínimo valor possuem uma menor amplitude, o que configura uma menor variação das notas.

No caso dos Grupos 1 e 2, podemos notar que a distribuição das notas nos quadrados é mais variável que no Grupo 3 e as medianas possuem valores menores, apesar de não ser significativo. Adjunto a isto, os valores máximo e mínimo nos Grupos 1 e 2 possuem uma maior amplitude, o que se caracteriza por haver uma maior variação das notas. Portanto, foi possível observar uma pequena variação positiva de desempenho para o Grupo 3, com relação aos demais, porém, isto não inferiu significativamente nos resultados.

Figura 45 – *Box Plot* com as medianas dos três grupos no pré-teste



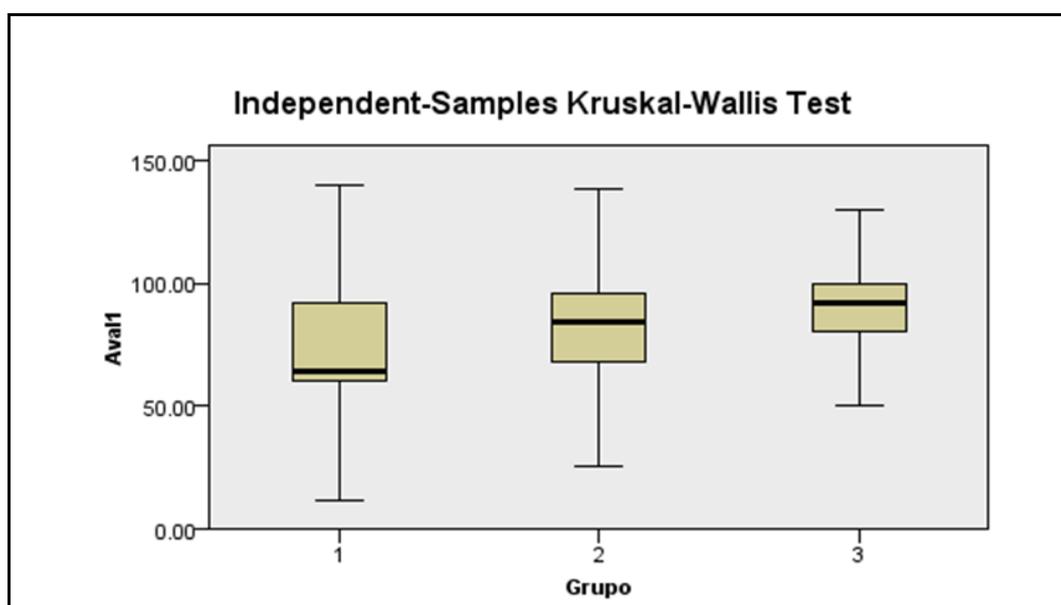
Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Tal resultado pôde ser considerado esperado, visto que no pré-teste, os alunos ainda não haviam estudado o conteúdo abordado na prova e não haviam interagido com os ambientes virtuais, estando em situações similares. Nos testes intermediários, também não foi possível constatar diferenças significativas nas medianas observadas, desta forma, a hipótese nula para estes casos foi mantida.

É possível visualizar na Figura 46, que o *Box Plot* da primeira avaliação permitiu identificar que o Grupo 3 possui uma maior mediana (92,00) e melhor concentração em suas notas, do que os demais grupos, assim como, a amplitude é menor, e, conseqüentemente, a variabilidade dos dados se mostrou pequena, quando comparada com o Grupo 1 (64,00) e Grupo 2 (84,00). Desta forma, apesar da não significância, se torna possível observar que o desempenho dos estudantes do Grupo 3 apresentou resultados ligeiramente vantajosos em relação aos demais grupos.

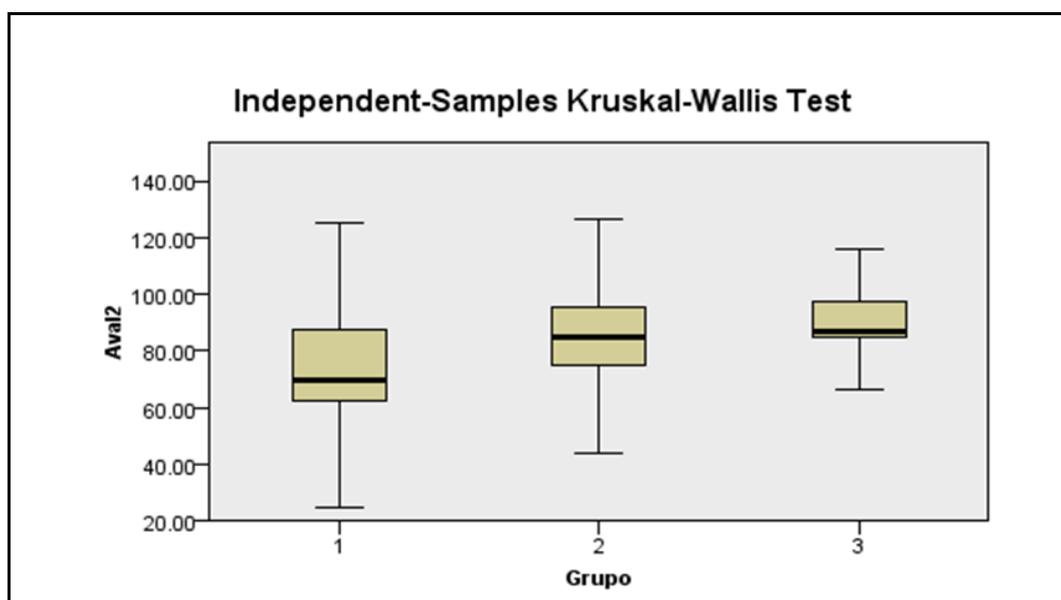
O *Box Plot* (Figura 47) do segundo teste intermediário permite inferir novamente que o Grupo 3 apresentou uma maior concentração na distribuição das notas e menor amplitude que os demais grupos, entretanto, sua mediana (87,00) se manteve pouco acima do Grupo 2 (85,00), porém, ambos os grupos foram superiores em relação ao Grupo 1 (70,00). Desta forma, o Grupo 3 apresenta neste teste, uma menor variabilidade que os demais, com resultados ligeiramente positivos, principalmente em relação ao Grupo 1, mas ressaltando a equivalência com a mediana do Grupo 2.

Figura 46 - *Box Plot* com as medianas dos três grupos no primeiro teste intermediário



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

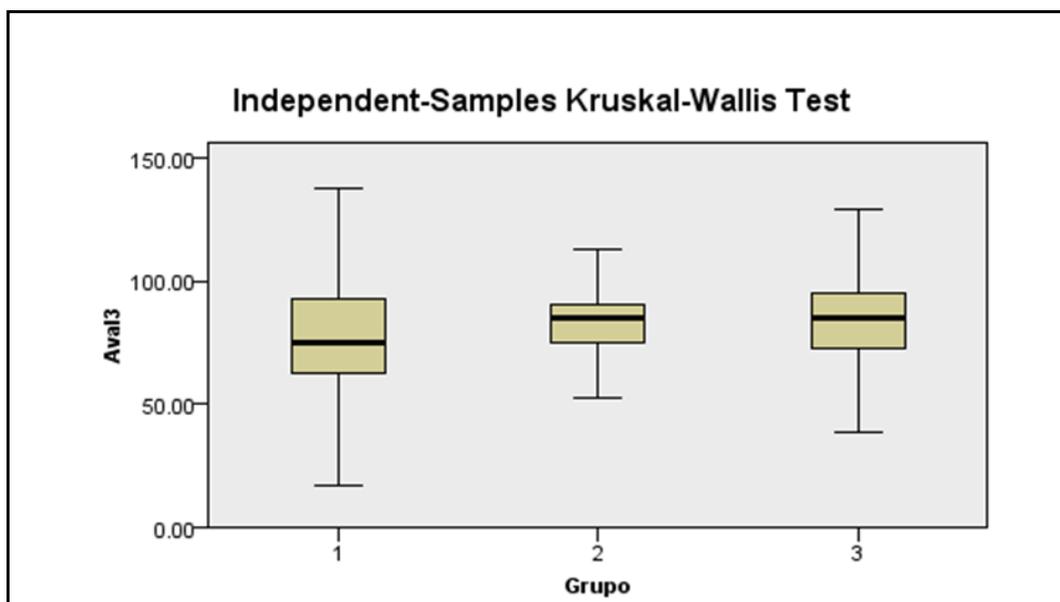
Figura 47- *Box Plot* com as medianas dos três grupos no segundo teste intermediário



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

No caso do terceiro teste intermediário (Figura 48), o *Box Plot* demonstra a equivalência das medianas entre o Grupo 2 (85,00) e Grupo 3 (85,00), sendo mais altas que o Grupo 1 (75,00). A distribuição das notas se mostrou mais concentrada e com menor amplitude no Grupo 2, sendo observados resultados ligeiramente mais positivos em relação aos demais grupos, entretanto, se torna importante ressaltar a equivalência com a mediana do Grupo 3.

Figura 48- *Box Plot* com as medianas dos três grupos no terceiro teste intermediário



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Nos testes intermediários, os conteúdos abordados eram menores e mais específicos, o que acaba por resultar nesta equiparação de notas, podendo ser considerada uma situação dentro da normalidade. É importante ressaltar que este tipo de acompanhamento do grupo de alunos pôde ser considerado positivo, em virtude de o método proposto adotar a aplicação de avaliações iniciais e intermediárias para cada módulo, buscando apresentar uma visão geral da turma e individual dos alunos, para que o professor possa reforçar as solicitações de atividades de reforço com o Mundo Virtual e Moodle. Nesta disciplina de Ciências, um grupo foi criado na rede social Facebook³⁶ contendo todos os alunos das três turmas, conforme pode ser visto na Figura 49³⁷, assim como, todos estavam matriculados na disciplina criada no ambiente Moodle.

Tais espaços virtuais intermediaram o envio de avisos no formato de mensagens e postagens fixas sobre a necessidade de acessar o ambiente e visualizar os conteúdos. Demais mensagens, como o aviso de novas roupas para os *avatars*, conforme pode ser visto na ilustração, também foram feitas no grupo da rede social e no Moodle por mensagem.

³⁶ Disponível em: <https://www.facebook.com/>

³⁷ O nome do grupo está como 7º ano de 2017, pois a captura da tela foi realizada no ano de 2017, visto que este grupo foi mantido no ano posterior à 2016 para as três turmas.

Figura 49 – Ilustração contendo uma postagem no grupo do Facebook



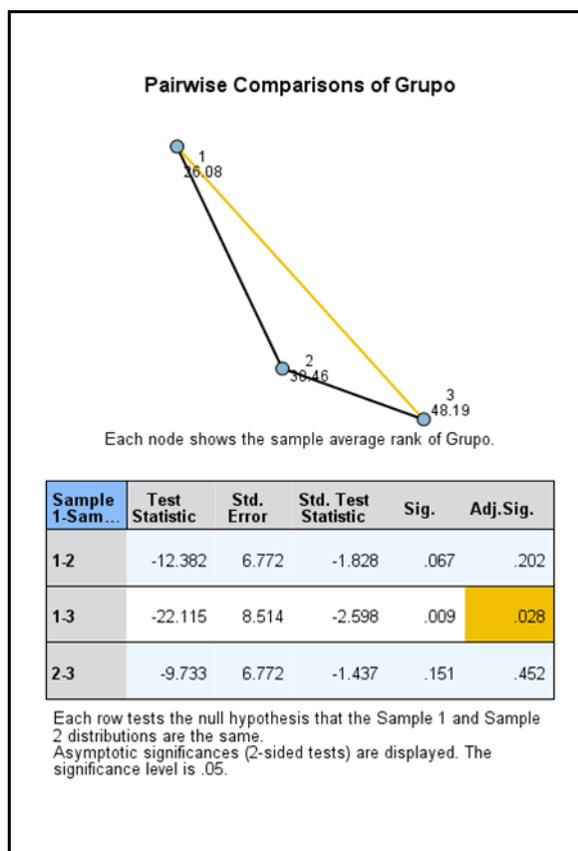
Fonte: captura de tela realizada da rede social Facebook

Com relação à avaliação do pós-teste, ficou evidenciado pela análise estatística, que pelo menos dois grupos apresentaram diferenças significativas quanto às medianas, visto que o p-valor de 0,033 foi menor que 0,05. Ao comparar as medianas dos grupos quanto à avaliação do pós-teste, houve diferença significativa apenas entre os Grupos 1 e 3, conforme pôde ser constatado nas comparações dois a dois vistas na Figura 50, na qual o p-valor foi de 0.028.

Desta forma, a análise estatística constatou que os participantes que utilizaram o Mundo Virtual (Grupo 3) foram significativamente melhores que os participantes que não utilizaram nenhum tipo de ambiente (Grupo 1), o que resulta em rejeitar a hipótese nula de que não houveram diferenças nas distribuições das medianas neste caso. Na comparação efetuada entre o Grupo 1 e o Grupo 2, não foi constatada essa diferença significativa, o que resulta em manter neste caso a hipótese nula estabelecida anteriormente.

A constatação de uma diferença significativa no pós-teste entre o Grupo 1 e o Grupo 3 pôde ser considerado positivo, sendo justificado pela utilização do Mundo Virtual como atividade complementar, cujas características como a interatividade e visualização de objetos 3D animados, podem ser citadas como diferenciais no processo de aprendizagem destes estudantes. Para uma melhor visualização e comparação das notas obtidas com o pós-teste, a Tabela 5 apresenta os valores mínimos, máximos, as medianas, as médias e os respectivos desvios padrões do pós-teste em cada grupo.

Figura 50 – Comparações dois a dois realizadas no pós-teste dos grupos



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

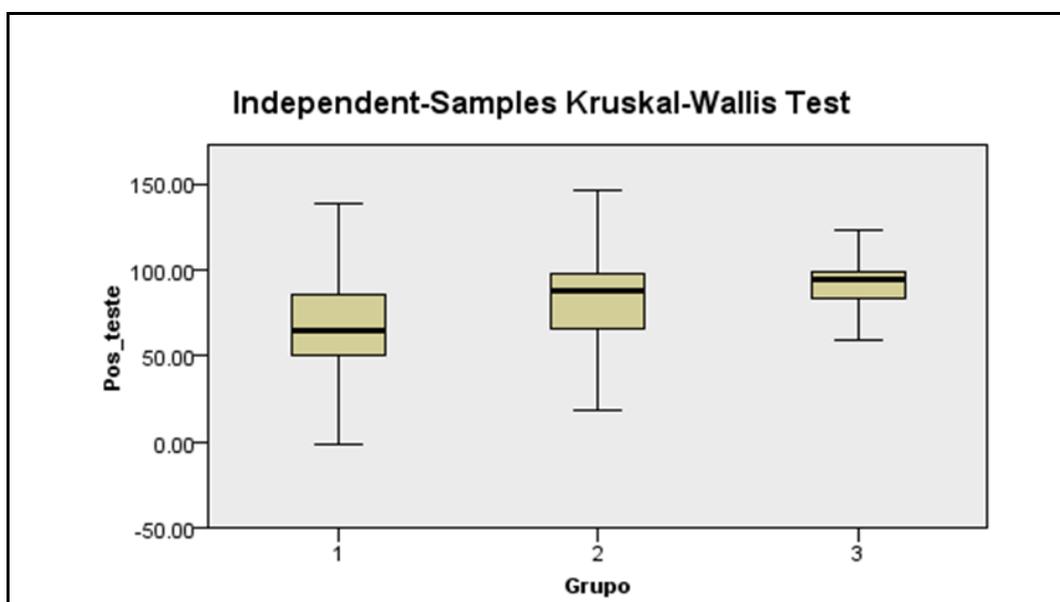
A Figura 51 representa também os resultados da análise realizada por meio de *Box Plot*, a qual permite visualizar que a distribuição das notas no Grupo 3 está bem concentrada em relação ao Grupo 1, com maior valor em sua mediana e menor amplitude, resultando em uma variabilidade menor, que acarretou na constatação da diferença significativa entre estes grupos.

Com relação à comparação do Grupo 2 e Grupo 3, a interpretação do *Box Plot* permite visualizar que o valor da mediana no Grupo 3 foi um pouco maior, com maior concentração das notas em sua distribuição e menor amplitude, o que representa menor variação em relação ao Grupo 2. Entretanto, esta variação não foi suficiente para constatar diferenças significativas, sendo umas das causas plausíveis do ponto de vista estatístico, devido ao baixo número de participantes que utilizaram o Mundo Virtual (N = 13), fator que dificulta a compreensão com maior precisão de alterações significativas na análise.

Tabela 5 – Resultados dos três grupos no pós-teste

Groups	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25th	50th (Median)	75th
Grupo 1	13	66,9231	21,27777	35,00	100,00	51,0000	65,0000	86,0000
Grupo 2	49	79,6939	20,58641	30,00	100,00	66,0000	88,0000	98,0000
Grupo 3	13	88,3077	16,40317	41,00	100,00	83,0000	94,0000	99,0000

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Figura 51 – *Box Plot* com as medianas dos três grupos no pós-teste

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Adjunto a este fato, está a questão dos participantes do Grupo 2 já estarem familiarizados com a utilização do ambiente Moodle para estudos complementares, sendo uma abordagem adotada anteriormente na disciplina, enquanto o Mundo Virtual se tratava de uma nova abordagem a ser utilizada pelos alunos e no formato a distância, o que poderia dificultar o processo de adaptação e levar um tempo maior de adequação. Com base nas medianas dos grupos e análise estatística efetuada do pós-teste, se torna possível inferir que apesar da não comprovação significativa de melhora nos resultados, o Grupo 3 que utilizou o Mundo Virtual obteve um resultado que pôde ser considerado satisfatório.

Tais resultados puderam ser considerados adequados neste período inicial, visto que se tratava da primeira fase de testes do método proposto, em que a equiparação das medianas, distribuição dos dados e variabilidade foram melhores para o Grupo 3, com relação ao Grupo

1, em todas as avaliações realizadas, ressaltando a significativa melhora no pós-teste. Com relação à comparação entre os Grupos 2 e 3, com exceção do terceiro teste intermediário, em todos os demais as medianas foram ligeiramente maiores, com uma distribuição das notas mais concentrada e menor amplitude para os participantes do Grupo 3, o que apesar de não ter sido significativo, demonstrou de forma positiva uma menor variabilidade e instigadoras perspectivas para as próximas fases de testes.

Tal visão se deve ao fato de que o objetivo não foi constatar se o Mundo Virtual era melhor que o ambiente Moodle, mas se este ambiente poderia apresentar resultados positivos equivalentes ou até melhores que o Moodle, se caracterizando desta forma como uma ferramenta complementar aos estudos no método proposto. Os resultados desta primeira fase do ponto de vista avaliativo puderam ser considerados positivos e satisfatórios, em que o método proposto possui um instigador potencial a ser explorado como alternativa complementar no processo de ensino e aprendizagem, o que resultou na continuidade dos testes.

É importante ressaltar que ficou disponível para o professor a análise dos tópicos abordados de forma separada entre o pré-teste e o pós-teste realizado, permitindo desta forma que o professor pudesse avaliar como foi o desempenho dos três grupos ou das três turmas, conforme sua preferência, em cada um dos tópicos abordados no trimestre. Para o escopo desta Tese, em virtude da análise estatística efetuada e demais verificações envolvendo este período de testes, se julgou dispensável realizar este tipo de análise para ser apresentada neste trabalho, justificando que sua apresentação não somaria de forma impactante na análise e avaliação do método proposto. A subseção a seguir apresenta o mapeamento do grupo de alunos que utilizaram o Mundo Virtual, levando em consideração os registros coletados pelo sistema de monitoramento adotado nesta primeira fase de testes.

4.2.2.1. Análise do monitoramento das interações no Mundo Virtual

Os resultados apresentados anteriormente foram positivos e instigadores, do ponto de vista da avaliação da aprendizagem dos participantes que utilizaram o método proposto com o Mundo Virtual, em relação aos demais grupos de alunos. Neste contexto, se torna importante abordar o processo de monitoramento do Mundo Virtual realizado nesta primeira fase, apresentando algumas visões mais generalizadas sobre os dados coletados e sua análise.

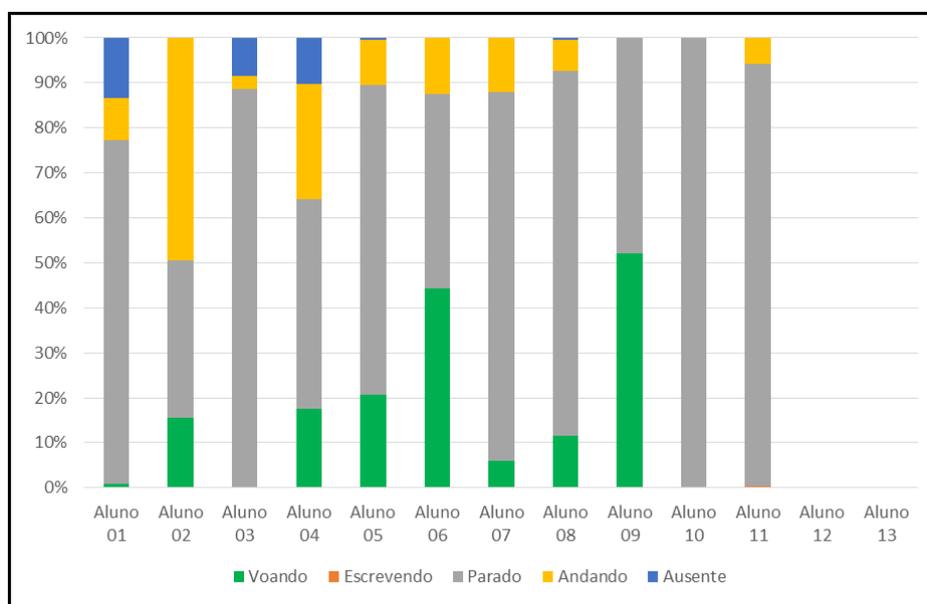
Este processo foi essencial para identificar quem conseguiu realizar o acesso e utilizar o Mundo Virtual, assim como foi o nível de interação de cada participante. No caso do Moodle, os *logs* de acesso permitiram visualizar quem optou por utilizar este ambiente, sendo que os

alunos que não estavam presentes em nenhum destes registros, foram considerados parte do Grupo 1, sendo confirmada posteriormente estas análises com os próprios participantes.

Conforme descrito na seção metodológica deste trabalho, mais especificamente no espaço dedicado ao detalhamento da forma de monitoramento do Mundo Virtual na primeira fase, foram criados sensores para coleta dos dados referentes à assiduidade dos alunos, das interações, do desempenho nos questionários e da conversação no canal de *chat*. Tais dados eram armazenados nas respectivas tabelas do banco de dados do Mundo Virtual, sendo possível realizar o *download* dos dados destas tabelas para efetuar a análise desejada. Buscando apresentar de forma mais clara este processo, foi selecionado como amostra o intervalo de uma semana aleatória do período de testes nesta primeira fase, para demonstrar os dados coletados dos 13 usuários, referentes aos sensores de interação.

A Figura 52 apresenta o gráfico criado para demonstração da distribuição percentual das ações de cada usuário no Mundo Virtual, com base nos tempos coletados pelos sensores distribuídos em todo o ambiente. Este gráfico criado não leva em consideração o tempo total que ele ficou realizando determinada ação, em cada uma das cinco salas criadas no Mundo Virtual, mas, o tempo total de cada tipo de ação desempenhada em qualquer lugar do ambiente.

Figura 52 – Gráfico com os dados temporais x ações



Fonte: gráfico elaborado pelo autor

Neste caso, o professor poderia avaliar como cada aluno está distribuindo o seu tempo de interação dentro do ambiente, sendo possível interconectar as notas de cada aluno no respectivo período. Por exemplo, ele pode efetuar as análises de interação do período da

primeira avaliação intermediária e cruzar com as notas desta prova, buscando visualizar como cada aluno foi, e, se existem interconexões com seu grau de interação.

Nesta ilustração, se torna possível visualizar como cada aluno distribuiu seu tempo de interação no período abrangido, podendo ser visto que os alunos 12 e 13 não acessaram o ambiente naquela semana, portanto não houveram dados coletados. Uma tendência do gráfico é a predominância da ação “Parado” (estado de observação), a qual remete ao tempo em que o usuário está sem se movimentar no ambiente, mas realizando algum tipo de visualização, por exemplo, lendo *slides* ou textos, respondendo às questões, vendo vídeos ou olhando alguma simulação. Uma análise temporal de cada tipo de interação por sala demonstraria mais especificamente esta questão.

Portanto, é possível afirmar que os usuários estiveram interagindo a maior parte do tempo com os conteúdos no ambiente, o que vai de encontro com as demais distribuições no gráfico, que foram as ações de voar e andar pelo ambiente para se deslocar entre as salas. No caso da ação “Escrevendo”, isso remete à ausência de conversação no *chat*, enquanto a ação “Ausente” só ocorre quando o usuário minimiza seu visualizador e não retorna em alguns minutos, assim o *avatar* automaticamente emite um *status* em cima do seu nome indicando que ele está ausente.

Demais dados foram coletados durante a primeira fase, como os momentos de acesso e saída do Mundo Virtual de cada aluno, permitindo assim visualizar quem acessou e em qual momento, de forma a controlar a assiduidade dos alunos. Registros de conversação no *chat* também foram armazenados, podendo ser visualizado o que os alunos conversaram no ambiente e se estavam comunicando-se entre si, tirando dúvidas e realizando comentários.

Estes registros foram sendo visualizados durante o período de testes da primeira fase, em que de acordo com a necessidade identificada devido ao baixo número de interações, eram enviadas mensagens via grupo do Facebook e Moodle com incentivo para participação dos alunos, buscando estimular a aprendizagem complementar neste ambiente.

Os registros das tentativas nos questionários localizados na Sala de Questões também foram armazenados, conforme visto na Figura 53, em que o professor podia verificar como estava sendo o desempenho dos alunos nas tentativas realizadas, e, em qual questão estavam ocorrendo mais erros e acertos. Os dados armazenados englobavam o nome e identificador do aluno, o enunciado das questões e o *score* total, além das alternativas assinaladas e se acertou ou errou cada uma, assim como, o laboratório e o registro temporal também eram armazenados.

Figura 53 – Dados coletados do ambiente sobre os questionários

ID	user_id	user_name	question_text	score	timestamp
12	427c6e4a-0d59-4178-896f-72fae06ed83c	admin admin	1 - Assinale a alternativa correta com base na im...	3 de 8	2016-05-20 18:47:02
13	54a83f3f-d6bd-465d-9a57-06dbbe28475e	gregor louys	1 - Assinale a alternativa correta com base na im...	3 de 8	2016-05-20 18:59:56
14	427c6e4a-0d59-4178-896f-72fae06ed83c	admin admin	1 - Assinale a alternativa correta com base na im...	3 de 8	2016-05-20 19:00:11
16	a0ae0046-600b-4305-a520-0a6824ae6e53	carolina checheliski	1 - Assinale a alternativa correta com base na im...	0 de 0	2016-06-02 14:10:08
17	a0ae0046-600b-4305-a520-0a6824ae6e53	carolina checheliski	1 - Assinale a alternativa correta com base na im...	5 de 8	2016-06-02 14:13:26
19	253cfd20-00a9-46f8-80b4-0b3cc49b25e2	aluno grilli	1 - Assinale a alternativa correta com base na im...	0 de 0	2016-06-03 22:29:48

Fonte: captura de tela realizada pelo autor

Todos os dados coletados no ambiente foram utilizados para averiguar as interações dos usuários no Mundo Virtual durante o período de testes da primeira fase, verificando como estava sendo o nível de acesso, em quais salas estavam interagindo mais e como estava sendo o desempenho nos questionários, além dos registros do *chat*. Os dados de interação podem ser visualizados de diferentes formas e pontos de vista, podendo ser formuladas também as trajetórias de aprendizagem dos alunos em diferentes períodos, conforme preferência do professor. Os trajetos percorridos pelos participantes neste espaço pré-determinado das salas no Mundo Virtual, possibilita identificar tendências e preferências quando ao tipo de material de ensino e como prefere organizar seus estudos, seja de forma sequencial ou aleatória.

Tais análises permitiram identificar que uma das salas mais utilizadas pelos participantes foi a de simulações, enquanto as demais utilizadas foram as salas de *slides* e questões. Em conversa com o professor da disciplina e com base em alguns comentários dos alunos, foi possível entender que a sala de simulações trazia um maior impacto e despertava maior interesse deles, pois se tratava do principal diferencial do Mundo Virtual em relação ao Moodle, no conteúdo abordado, assim como, a sala de questões servia de apoio para praticar o conhecimento sobre os experimentos visualizados. A próxima subseção apresenta a análise das respostas do questionário aplicado com os alunos que utilizaram o Mundo Virtual.

4.2.2.2. Análise do Questionário de Avaliação do Mundo Virtual

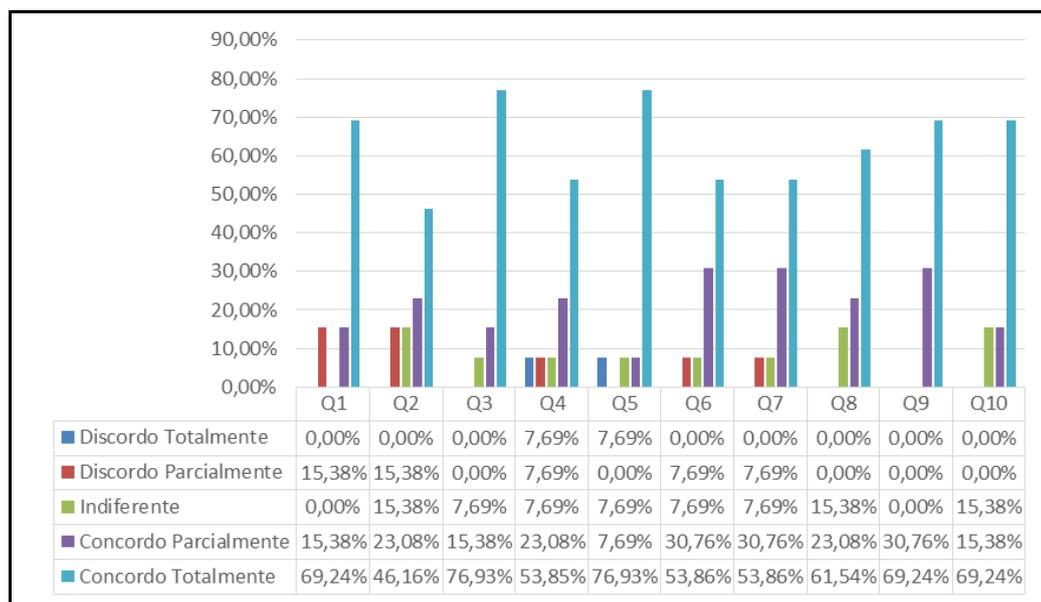
O questionário aplicado com os participantes que utilizaram o Mundo Virtual ensejou esclarecer a opinião deles, quanto aos tipos de materiais disponibilizados no ambiente, seus recursos, a forma de organização do método proposto e sua visão sobre o impacto no processo de aprendizagem, não levando em consideração o foco na área de Ciências, mas o ambiente em si e seus recursos, adjunto ao método implementado. O questionário foi composto por 10 questões objetivas e 2 questões dissertativas, sendo respondido pelos 13 participantes, tendo como base a escala Likert nas cinco alternativas (discordo totalmente à concordo totalmente).

Para garantir a confiabilidade das respostas fornecidas pelos usuários e fornecer maior credibilidade à análise das respostas fornecidas, a técnica do Alfa de Cronbach foi aplicada nas respostas dos usuários. O resultado final do Alfa foi 0,91482058, sendo este valor considerado altamente confiável, em virtude de estar aproximado de 1 (alta confiabilidade), constatando assim, que as respostas dos usuários podem ser utilizadas para avaliar o ambiente utilizado.

A Figura 54 apresenta a distribuição percentual das opiniões dos usuários em cada uma das questões, buscando apresentar de forma mais clara os resultados obtidos no questionário. Portanto, o primeiro questionamento abordou se o Mundo Virtual tinha sido aprovado pelos participantes, em que as respostas tiveram um predomínio de concordância, com somente dois participantes discordando desta afirmação. Esta constatação se torna importante, a partir do princípio que não houve rejeição por parte dos usuários, fator que pode ser considerado essencial para o experimento, visto que um sentimento de rejeição pode se tornar difícil de converter após um período de testes, inviabilizando a continuação do uso do Mundo Virtual.

A segunda pergunta buscou avaliar se o cenário estava claro e todos os objetos puderam ser visualizados de forma consistente, enquanto a quarta pergunta abordou se os participantes puderam interagir de forma adequada com os recursos multimídias do laboratório (*slides*, textos, questões e vídeos). Foi observada uma equivalência entre concordância e discordância nas respostas dos usuários, sendo constatado que os problemas envolvendo a visualização do cenário e interação com os recursos multimídias foram resultantes de inconsistências geradas pela velocidade de conexão da Internet e capacidade de *Hardware* limitada, em que, os usuários relataram que quando a conexão apresentava lentidão ou usavam em um computador com menor capacidade de processamento gráfico, ocorriam estes tipos de dificuldades. Pesquisas nesta área, como a Fernandes et al. (2007) e Bakri et al. (2015), constataram que o baixo tráfego de rede e limitações no *Hardware* podem resultar em problemas de visualização e lentidão ao utilizar o Mundo Virtual.

Figura 54 – Dados do questionário aplicado



Fonte: gráfico elaborado pelo autor

O terceiro questionamento esteve centralizado em abordar se os alunos tiveram a impressão de estarem em uma sala de aula virtual. Foi possível interpretar que os participantes reportaram de forma positiva a sensação de estarem em um ambiente educativo, similar a uma sala de aula virtual, sendo este um dos objetivos deste experimento ao organizar a disposição do laboratório em salas com diversos conteúdos multimídias. Yilmaz et al. (2015) destacam que estes componentes multimídias podem ajudar na interatividade e diversidades de opções no ambiente, ressaltando que estudantes com diferentes necessidades e preferências podem se sentir bem situados.

A quinta questão buscou averiguar se os usuários conseguiram se comunicar utilizando o *chat* do ambiente, cujas respostas mostraram um padrão positivo, o que indica a utilização deste recurso sem demais problemas. Okutsu et al. (2013) ainda ressaltam que o *chat* permite a comunicação direta com usuários específicos, com todos os membros do grupo ou com todos os presentes no mundo virtual, o que amplia consideravelmente a rede de contatos do estudante.

Similarmente, na sexta questão os usuários responderam de forma predominantemente positiva, que a interação visual com seu *avatar* e a comunicação com os demais usuários no Mundo Virtual, forneceram um grau mais elevado de realidade dentro do ambiente. Vasalou et al. (2007) e Gonzalez-Sanchez et al. (2013) afirmam que usuários têm a tendência de personalizar seus *avatars* de acordo com sua própria aparência, o que influencia a comunicação interpessoal *online*, permitindo um envolvimento mais íntimo e conversas com fortes laços interpessoais.

Além dos recursos multimídias disponibilizados no ambiente, também foram abordados aspectos referentes às simulações criadas, em que os questionamentos 7, 8 e 9 abordaram respectivamente, se as simulações operaram de forma correta, se forneceram uma maior semelhança com a realidade, e, se auxiliaram a visualizar o experimento de forma mais prática.

Os percentuais das respostas dos usuários demonstram que eles assinalaram positivamente aos três questionamentos realizados, destacando em seus comentários que as simulações os ajudaram a visualizar de forma mais clara o experimento, além de facilitar o estudo para as avaliações. A revisão de literatura efetuada por Potkonjaka et al. (2016) demonstrou que as simulações em laboratórios virtuais podem ser consideradas válidas e têm um potencial de aprendizagem positivo, reforçando que o progresso das tecnologias neste tipo de ambiente pode ajudar a ampliar rapidamente o uso de aplicativos de sistemas virtuais baseados em laboratório, e, pode eventualmente reduzir a necessidade de laboratórios do mundo real de forma significativa.

A última questão abordou a opinião dos alunos sobre o método aplicado nesta primeira fase, sendo o percentual de respostas predominantemente positivo, o que indica que o grupo de alunos aprovou a adoção deste tipo de proposta e indicou que gostaria de continuar a realizar atividades complementares no Mundo Virtual nos próximos semestres. Em convergência a essa constatação, está o desempenho positivo destes estudantes nas avaliações realizadas, conforme descrito anteriormente na análise estatística.

A opinião fornecida pelos usuários nas questões dissertativas também pôde ser levada em consideração, em que foi ressaltado o uso das simulações e questionários como recursos positivos no momento de estudar para as avaliações, assim como descreveram ter gostado de utilizar este tipo de ambiente e manifestaram o desejo de continuar a utilizar nos próximos semestres. Os problemas citados anteriormente também foram destacados por eles, como a lentidão e exigência de uma conexão com a Internet de boa qualidade.

Desta forma, a primeira fase do processo de experimentação foi considerada satisfatória e positiva, cujos resultados foram instigadores para a continuação dos testes. Como cenário, ficou caracterizado o bom desempenho dos estudantes que utilizaram o Mundo Virtual nas avaliações realizadas, demonstrando evoluções em seu processo de aprendizado, agregado à aceitação do método proposto, e, positiva avaliação do Mundo Virtual criado e seus respectivos recursos, adjunto ao funcionamento adequado do processo de monitoramento neste ambiente. Os resultados da segunda fase são apresentados nas subseções a seguir.

4.2.3. Segunda Fase

A segunda fase de experimentação teve como objetivo dar continuidade ao processo de validação do método proposto, a fim de persistir na avaliação dos benefícios, desvantagens e melhorias que poderiam ser constatadas com a aplicação desta pesquisa. Nesta fase, quatro novos alunos foram inseridos no grupo que esteve presente na primeira fase de testes, totalizando 79 anos englobados em três turmas do sexto ano, na mesma disciplina de Ciências e com o mesmo professor ministrando as aulas.

Novamente, os alunos foram separados em três grupos diferentes durante este período de testes, de acordo com a utilização de um dos dois tipos de ambiente disponibilizados, ou, pela não utilização de nenhum deles. O processo de condução do método durante este período de experimentação foi exatamente o mesmo adotado para a primeira fase, com a explanação inicial dos objetivos, divisão em unidades dos conteúdos abordados e aulas sendo ministradas pelo professor com quadro negro e apresentação de *slides*, ficando a liberdade de escolha na forma de condução das atividades complementares, com a utilização do ambiente Moodle ou do Mundo Virtual, assim como poderiam optar por não interagir com nenhum destes, tendo a disposição os mesmos tipos de materiais didáticos citados anteriormente para cada ambiente.

Neste período, um pouco mais extenso do que o anterior, todos os alunos realizaram seis tipos diferentes de avaliações: um pré-teste, um teste intermediário para cada uma das quatro unidades e um pós-teste. O nível exigido de aprovação na disciplina foi de 50%. Para averiguar o desempenho dos três grupos nestas avaliações, se configurou necessário efetuar uma análise calcada em procedimentos estatísticos adequados.

Desta forma, o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi aplicado novamente, visto que a articulação dos testes e divisão dos tipos de grupos se manteve igual, buscando estipular se a comparação de desempenho dos três grupos apresentou diferenças significativas nas medianas analisadas, em cada uma das seis avaliações realizadas. A execução das análises foi efetuada no *software* de análise estatística IBM SPSS em sua versão 18. O nível de significância adotado foi de 5%. Conjecturou-se novamente as mesmas duas hipóteses para cada uma das avaliações analisadas:

- Hipótese Nula (H₀): não há diferença entre o desempenho mediano dos grupos;
- Hipótese Alternativa (H_A): houve diferenças entre o desempenho mediano dos grupos;

Assim como na primeira fase, o primeiro teste realizado teve como objetivo identificar se as três turmas tiveram desempenhos homogêneos nas avaliações, averiguando se era necessário realizar análises separadas por turmas. A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos, abrangendo as três turmas que participaram do experimento e as seis avaliações realizadas.

Tabela 6 - Análise das avaliações realizadas pelas três turmas na segunda fase

Turma	Pré-teste	Aval. 1	Aval. 2	Aval. 3	Aval. 4	Pós-teste
601	38,37	36,78	43,52	38,19	39,06	36,63
602	41,20	39,22	37,84	43,32	39,42	40,62
603	40,52	43,94	38,48	38,74	41,48	42,80
p-valor	0,894519	0,501272	0,606895	0,674331	0,913613	0,605553

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

O p-valor obtido para cada uma das avaliações realizadas pelas turmas está acima do nível de significância estabelecido de 0,05, desta forma, é possível assumir que todas as turmas foram homogêneas quanto ao seu desempenho nas avaliações. Isso permite que a análise seja feita de forma conjunta com os alunos das três turmas, separando somente os participantes nos três grupos já descritos anteriormente.

A partir desta constatação, assim como na análise realizada na primeira fase, foi efetuada uma comparação das medianas das avaliações dos alunos em relação aos três grupos criados, para verificar se houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, caso o p-valor apresente um valor menor que 0,05. A Tabela 7 apresenta os resultados das análises efetuadas, em que o Grupo 1 se refere aos participantes que não utilizaram nenhum ambiente, enquanto o Grupo 2 concentra os alunos que utilizaram o Moodle, e, o Grupo 3 contém os participantes que usaram o Mundo Virtual.

Tabela 7 - Comparação das avaliações dos alunos nos três grupos na segunda fase

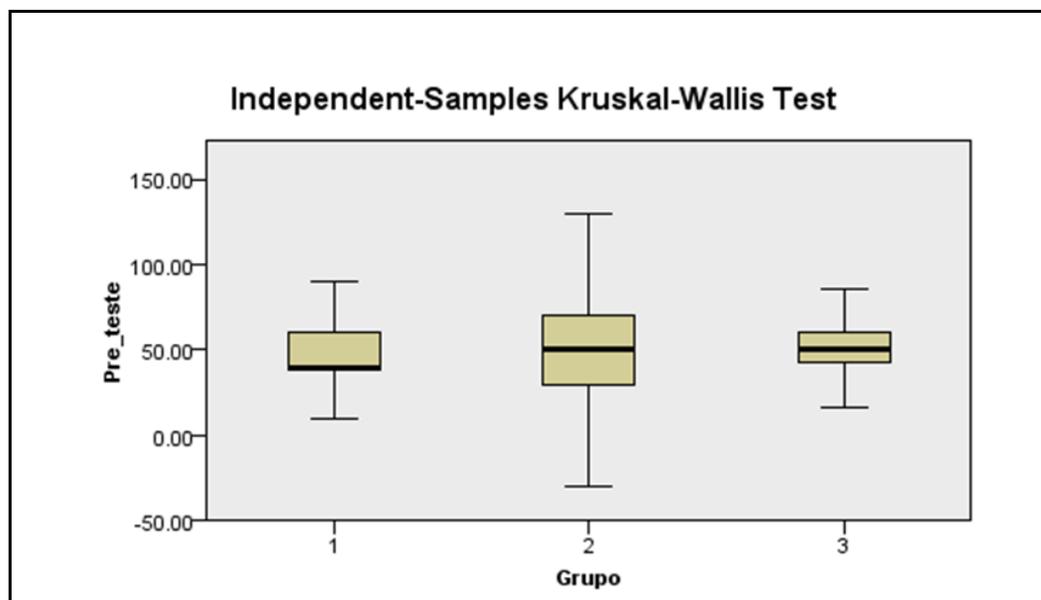
Grupo	Pré-teste	Aval. 1	Aval. 2	Aval. 3	Aval. 4	Pós-teste
1	36,06	35,59	36,82	31,74	36,09	31,41
2	40,88	41,08	40,90	41,14	40,81	41,94
3	42,44	42,06	40,69	49,88	42,88	45,13
p-valor	0,710	0,661	0,808	0,143	0,701	0,205

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Assim como na primeira fase de experimentação, o pré-teste também não demonstrou diferenças menores que 0,05 no p-valor, que pudessem embasar a constatação de uma melhoria significativa de desempenho. Portanto, a hipótese nula para este caso foi mantida, não sendo

identificada diferenças significativas nas distribuições. A Figura 55 apresenta o *Box Plot* com os resultados das medianas nos três grupos, na qual é possível identificar que o Grupo 3 (50,00) obteve uma maior mediana em relação ao Grupo 1 (40,00) e igual ao Grupo 2 (50,00).

Figura 55 - *Box Plot* com as medianas dos três grupos no pré-teste da segunda fase

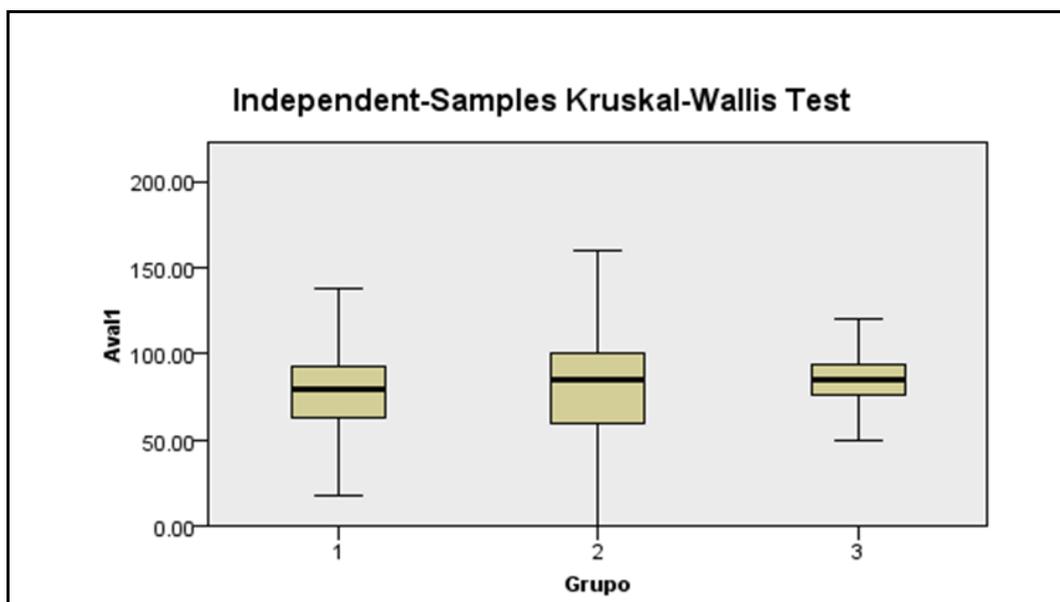


Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

A tendência da primeira fase se manteve para esta segunda, em que os resultados novamente foram os esperados e considerados adequados para esta fase, visto que se tratava de um teste inicial sobre os conteúdos que os alunos iriam aprender, havendo uma equivalência aceitável nas medianas. Nesta fase, foram realizados quatro testes intermediários, visto que os conteúdos eram mais extensos e, portanto, um número maior de avaliações se configurou necessário para haver um adequado monitoramento do desempenho dos estudantes.

Nos testes intermediários, assim como na primeira fase, também não foi possível constatar diferenças significativas nas medianas observadas, desta forma, a hipótese nula para estes casos foi mantida. A mediana do primeiro teste intermediário foi igual entre o Grupo 2 (85,00) e o Grupo 3 (85,00), conforme visto na Figura 56, sendo maiores que a do Grupo 1 (80,00). A distribuição das notas esteve mais concentrada e com menor amplitude no Grupo 3, demonstrando assim um resultado com menor variabilidade em relação aos demais grupos, apesar da não significância, que pode estar justificada pelo baixo tamanho das amostras nesta fase no Grupo 3.

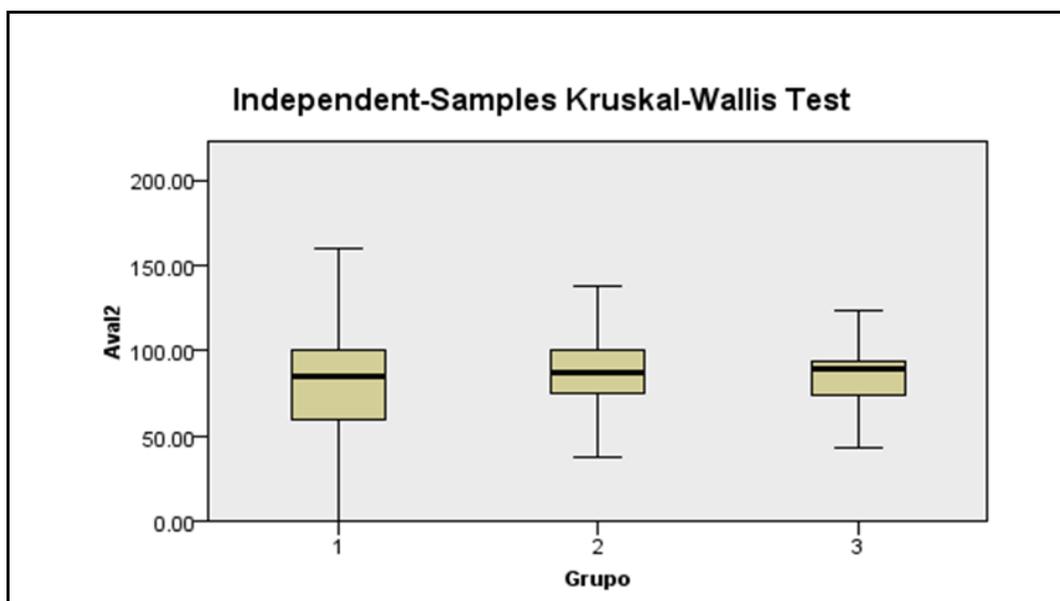
Figura 56 - *Box Plot* do primeiro teste intermediário da segunda fase



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Com relação ao segundo teste intermediário, o valor da mediana no Grupo 3 (90,00) é superior às medianas no Grupo 1 (85,00) e no Grupo 2 (87,50), conforme visto na Figura 57. Seguindo esta tendência, a distribuição das notas no Grupo 3 e sua amplitude foi ligeiramente melhor, que em relação aos demais grupos, mesmo sem haver diferenças significativas.

Figura 57 – *Box Plot* do segundo teste intermediário na segunda fase

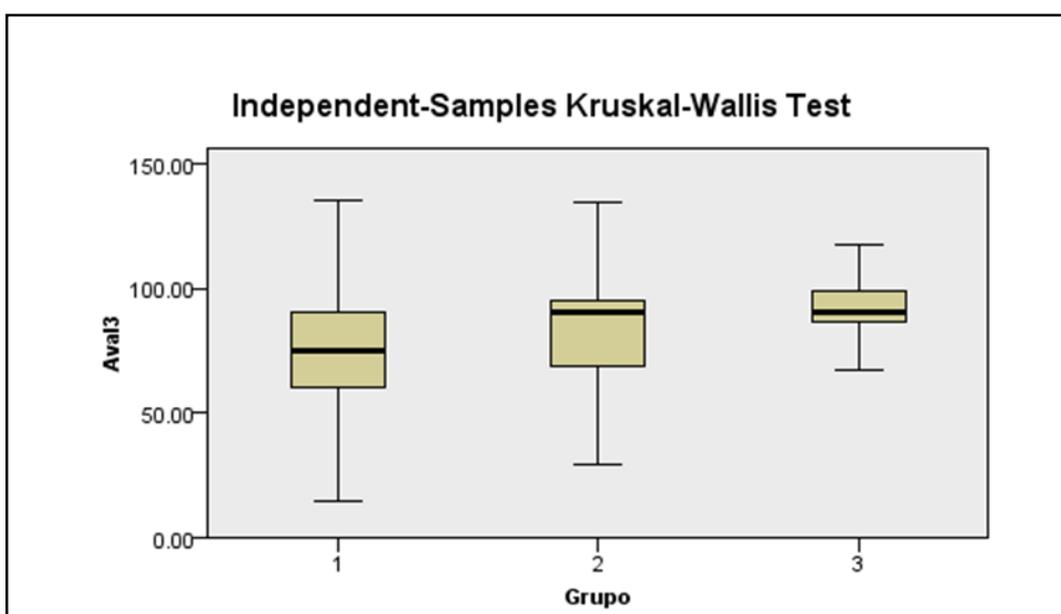


Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

O *Box Plot* do terceiro teste intermediário (Figura 58) apresentou resultados ligeiramente melhores para o Grupo 3, em que a mediana (90,00) possui o mesmo valor que o Grupo 2 (90,00), e, ambos possuem maior valor que o Grupo 1 (75,00), entretanto, a

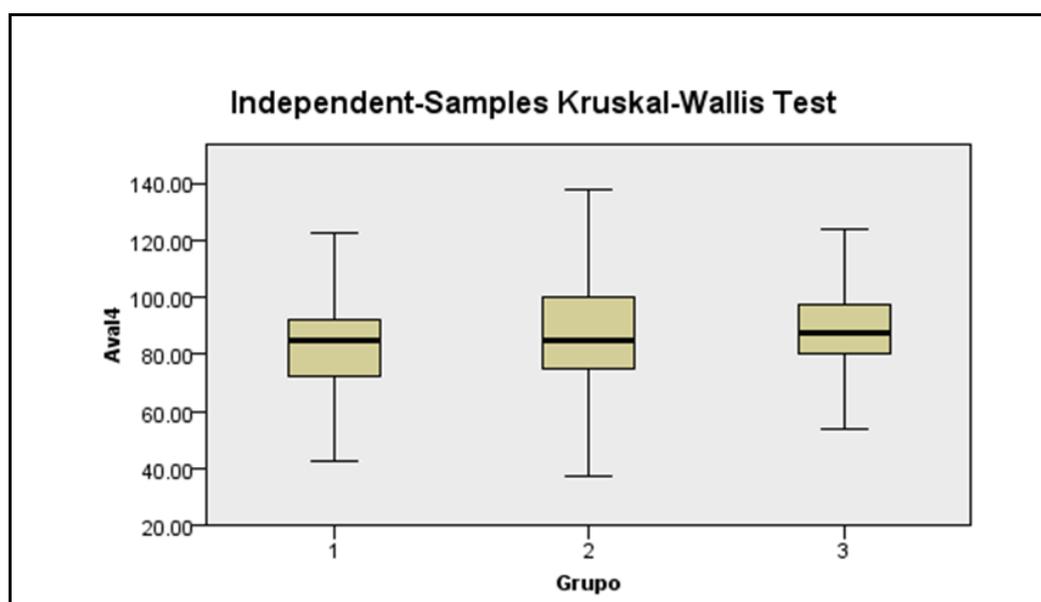
distribuição dos dados no Grupo 3 está mais concentrada e uma menor amplitude é destacada, o que ressalta a menor variabilidade das notas em relação aos demais. Um cenário similar é apresentado no *Box Plot* do quarto teste intermediário (Figura 59), no qual a mediana do Grupo 3 (87,50) é superior aos Grupos 1 e 2 (mesmo valor de 85,00), com uma ligeira melhor concentração das notas para este grupo e menor amplitude, novamente resultando em desempenhos um pouco mais superiores neste grupo quando comparado com os demais.

Figura 58 - *Box Plot* do terceiro teste intermediário na segunda fase



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Figura 59 - *Box Plot* do quarto teste intermediário na segunda fase



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Os resultados dos testes intermediários, apesar de não terem sido constatadas diferenças significativas, puderam ser considerados aceitáveis e demonstraram uma ligeira vantagem para o Grupo 3. Na visão do professor da disciplina e nas observações realizadas, foi possível notar que os conteúdos são mais específicos e focalizados somente na unidade em questão, sendo o teste realizado pouco tempo depois do tópico ter sido ministrado pelo professor. Isso pode auxiliar no resultado de um desempenho sem grandes diferenças significativas entre os grupos, além do baixo número na amostra para as análises.

É importante ressaltar que o grupo criado na rede social Facebook, contendo todos os alunos das três turmas, assim como a disciplina criada no ambiente Moodle, foram mantidas nesta segunda fase de testes. Os mesmos procedimentos foram adotados, sendo publicadas postagens para a realização de atividades complementares e envio de mensagens pelo Moodle.

Com relação à avaliação do pós-teste, ficou evidenciado pela análise estatística efetuada, que não houve diferenças significativas constatadas nas medianas dos grupos, visto que o p-valor de 0,205 foi maior que 0,05 nesta avaliação. Desta forma, a hipótese nula estabelecida foi mantida, visto que nenhum dos três grupos teve diferenças significativas observadas.

Para uma melhor visualização e comparação das notas obtidas com pós-teste, a Tabela 8 apresenta os valores mínimos, máximos, as medianas, as médias e os respectivos desvios padrões do pós-teste em cada grupo. A Figura 60 representa também os resultados da análise realizada por meio de *Box Plot*, a qual permite visualizar que há uma igualdade entre as medianas do Grupo 2 e 3, diferente do que foi observado no pós-teste da primeira fase, o que demonstra a equivalência de desempenho entre os participantes do Moodle e o Mundo Virtual.

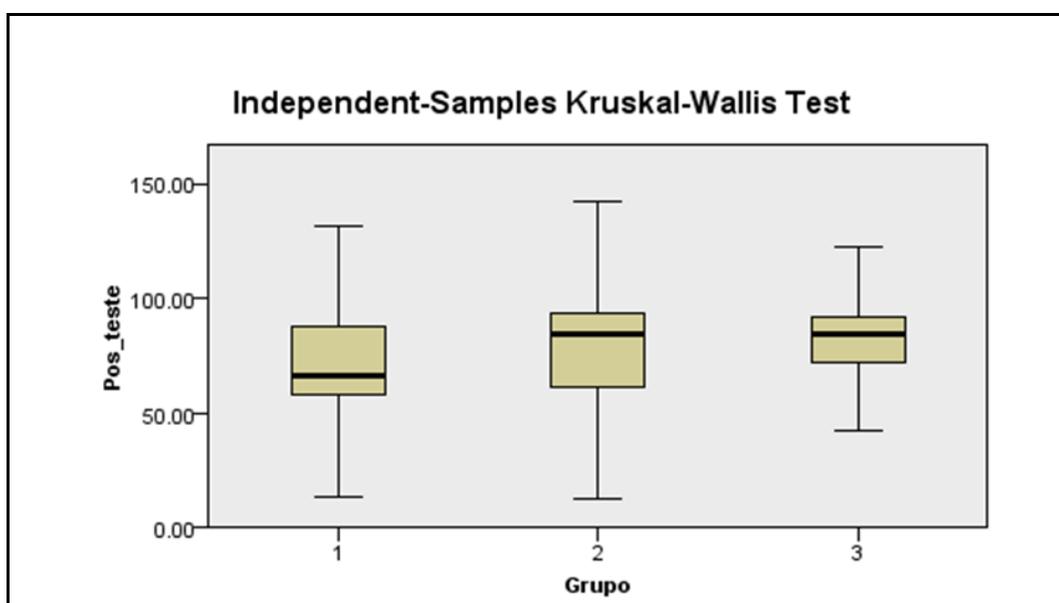
Com relação à mediana do Grupo 1 em relação às demais, apesar do valor mais baixo, não foi possível constatar diferenças significativas, sendo causas plausíveis para isto a maior variação de valores no Grupo 1 e baixo número das amostras analisadas, em função da liberdade de escolha e de utilização dos ambientes, em que, caso esta amostra tivesse sido maior, poderia aumentar as possibilidades de averiguação de diferenças significativas entre as medianas.

Torna-se importante ressaltar que apesar da não constatação significativa, o Grupo 3 apresentou uma maior concentração na distribuição das notas neste teste, com menor amplitude, o que indica menor variabilidade. Portanto, é possível considerar que o desempenho dos estudantes no Grupo 3 foram superiores que o Grupo 1, mas não houve significância estatística. No caso da comparação entre o Grupo 2 e 3, as medianas foram iguais, sendo as diferenças visualizadas na concentração dos dados e amplitude, o que reforça a inferência de que o Grupo 3 teve desempenhos tão bons ou melhores que o Grupo 2.

Tabela 8 - Resultados dos três grupos no pós-teste da segunda fase

Groups	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25th	50th (Median)	75th
Grupo 1	17	70,5294	17,65332	38,00	97,00	58,0000	66,0000	87,5000
Grupo 2	54	78,0926	18,65301	38,00	100,00	61,2500	84,5000	93,5000
Grupo 3	8	83,1250	9,84795	69,00	95,00	72,2500	84,5000	92,2500

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Figura 60 – *Box Plot* com as medianas dos grupos no pós-teste da segunda fase

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Neste caso, por se tratar de uma segunda fase, os resultados também puderam ser considerados satisfatórios, apesar da diferença significativa não constatada. Isso é explicado pelo fato de que o desempenho mediano do Grupo 3 foi melhor em todas avaliações, quando comparado com o Grupo 1, enquanto sua relação com o Grupo 2 foi mais equiparada. No quesito da distribuição dos dados e menor amplitude, em todas as avaliações, o Grupo 3 demonstrou melhores distribuições e menores amplitudes, o que resulta em uma menor variabilidade dos dados em relação aos demais grupos analisados.

Tal observação foi centralizada na premissa da primeira fase, em que o objetivo não foi constatar se o Mundo Virtual era melhor que o ambiente Moodle, mas se este ambiente poderia apresentar resultados positivos equivalentes ou até melhores, se caracterizando desta forma como uma ferramenta complementar aos estudos no método proposto. No caso desta segunda fase, novamente os resultados puderam ser considerados positivos e satisfatórios, em que o

método proposto continuou a demonstrar um instigador potencial a ser explorado como alternativa complementar no processo de ensino e aprendizagem.

Assim como na primeira fase, o professor teve disponível os dados provenientes do pré-teste e pós-teste, caso julgasse necessário avaliar como foi o desempenho dos três grupos ou das três turmas, conforme sua preferência, em cada um dos tópicos abordados no trimestre. Novamente foi estabelecido que para o escopo desta Tese, em virtude da análise estatística efetuada e demais verificações envolvendo este período de testes, se julgou dispensável realizar este tipo de análise para ser apresentada neste trabalho, justificando que sua apresentação não somaria de forma impactante na análise e avaliação do método proposto. A subseção a seguir apresenta o mapeamento do grupo de alunos que utilizaram o Mundo Virtual, levando em consideração os registros coletados pelo sistema de monitoramento adotado nesta segunda fase.

4.2.3.1. Análise do monitoramento das interações no Mundo Virtual

Os resultados discorridos anteriormente mostraram um cenário positivo, em que as análises efetuadas na segunda fase puderam ser consideradas satisfatórias do ponto de vista avaliativo, envolvendo a aprendizagem dos participantes que usaram o método proposto com o Mundo Virtual. Assim como realizado na primeira fase, o monitoramento dos alunos desempenhou um importante papel na condução das atividades complementares neste ambiente, sendo descrita a seguir alguns pontos essenciais.

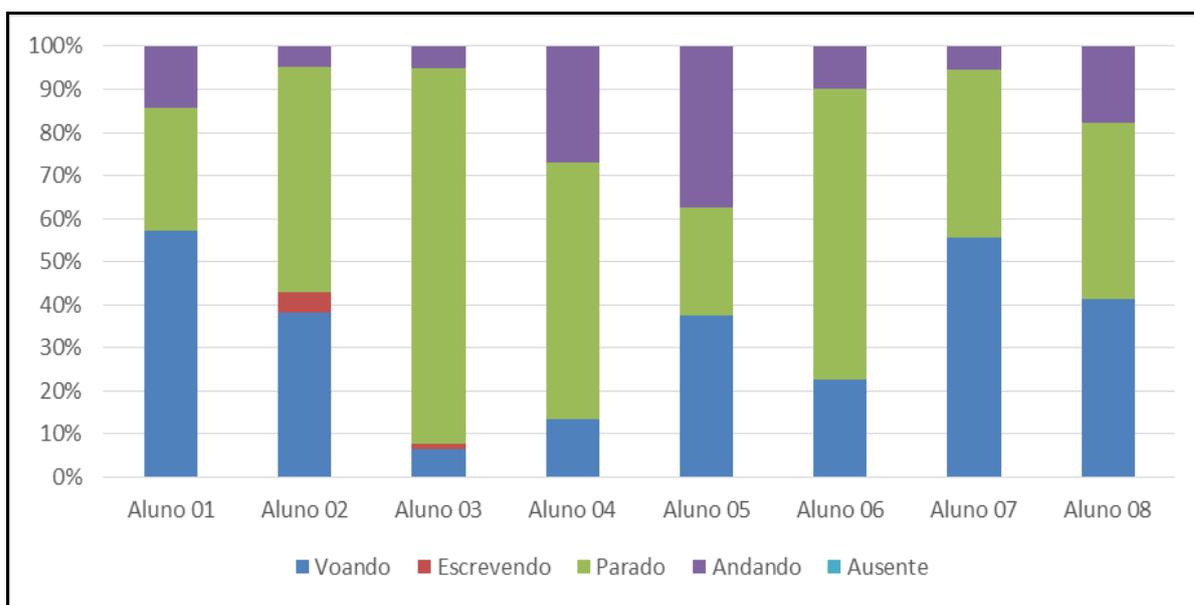
O mesmo procedimento que foi adotado na primeira fase de experimentação para efetuar a identificação dos participantes esteve mantido, sendo que o sistema de monitoramento continuou a realizar o mesmo tipo de coleta de dados. Adicionalmente, um novo sensor para capturar os objetos que foram tocados pelos usuários foi adicionado, buscando relacionar sua interação nas salas com estes registros e fornecer um maior grau de precisão.

Assim como na primeira fase, com o objetivo de apresentar de forma clara estes processos, foi selecionado como amostra o intervalo de uma semana aleatória do período de testes desta segunda fase, para demonstrar os dados coletados dos 8 usuários, referentes aos sensores de interação e toques nos objetos.

O gráfico apresentado na Figura 61 demonstra como cada aluno ocupou seu tempo de interação durante o período selecionado, sendo separado pelo tipo de ação realizada. A distribuição percentual majoritária ficou dividida entre as ações “Parado” (estado de observação) e “Voando”, que no caso, a primeira ação é interpretada como os momentos em que o usuário esteve visualizando algum tipo de material ou simulação, respondendo o

questionário ou assistindo a um vídeo. A segunda ação remete a movimentação do usuário no Mundo Virtual, mas pode ser atribuída também a visualização de materiais de ensino, os quais podem ser visualizados com o personagem voando, o *avatar* estaria voando, mas sem se movimentar, por exemplo, somente “flutuando”.

Figura 61 – Dados temporais x ações realizadas

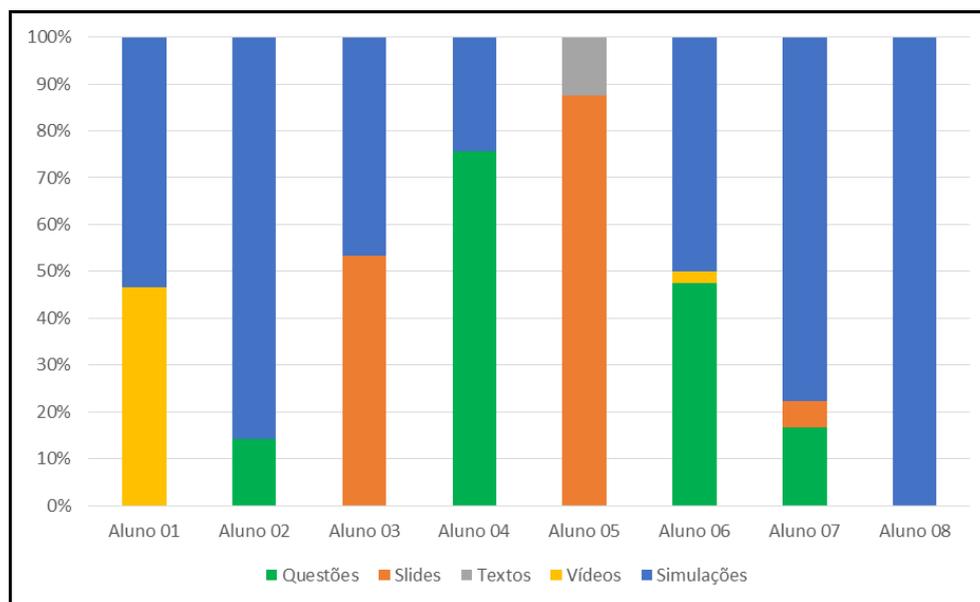


Fonte: gráfico elaborado pelo autor

As percepções observadas das interações dos usuários no Mundo Virtual, costumeiramente, remetem a predominância das ações “Parado” (estado de observação) e “Voando”, visto que a primeira ocorrerá no momento de visualizar os materiais de ensino, enquanto a segunda também remete tanto à visualização dos materiais e à movimentação do *avatar*, que é mais rápida do que ir andando até os locais desejados no ambiente. Buscando correlacionar as ações dos usuários com as salas visitadas por eles neste período, de forma a interpretar suas trajetórias de aprendizagem neste escopo, a Figura 62 apresenta a distribuição percentual de tempo dos usuários em cada uma das salas do laboratório.

A ilustração demonstra uma predominância da sala de simulações na distribuição do tempo de interação dos usuários no ambiente, conforme já identificado anteriormente na primeira fase de experimentação. Os demais tempos ficaram distribuídos entre as salas de questões e *slides*, mesmo caso identificado da primeira fase, enquanto os vídeos e textos não foram explorados de forma constante pelos usuários.

Figura 62 – Dados temporais x Salas



Fonte: gráfico elaborado pelo autor

Ao correlacionar os tipos de ações dos usuários com as salas que ele permaneceu a maior parte de seu tempo, foi possível identificar uma relação lógica entre as duas análises. Os usuários que permaneceram a maior parte do tempo na sala de simulações, tiveram a predominância das ações “Parado” (estado de observação) e “Voando”, o que infere na interação com os objetos desta sala. No caso da sala de questões, a predominância esteve na ação “Parado” (estado de observação), assim como na sala de *slides*, o que logicamente remete aos usuários estarem sentados nas cadeiras realizando a leitura dos conteúdos e respondendo ao questionário.

Buscando corroborar com as descrições realizadas anteriormente, foi realizada uma interconexão com a tabela que armazena os toques dos usuários nos objetos, em que foi possível constatar que houve um alto índice de toques nos objetos das salas de simulações, advindos dos usuários que tiveram maior percentual de tempo nesta sala, com as interações “Voando” e “Parado” (estado de observação). Mesma situação foi observada com os questionários e na sala de “*slides*”, em que os usuários tiveram alto índice de toques nas opções de avançar e retornar os *slides*, o que indica a realização da leitura. No caso dos vídeos, por não ser um recurso com necessidade da realização de toques, esta análise se concentra somente no tempo disposto nesta sala.

Desta forma, efetuando a análise desta amostra, se torna possível mapear diferentes ângulos referentes às trajetórias de aprendizagem percorridas pelos usuários no Mundo Virtual, possibilitando ao professor observar as ações realizadas, locais visitados, tipos de materiais

mais estudados, os tipos de simulações mais requisitadas, dentre diversos outros pontos possíveis de serem analisados. Assim como na primeira fase, tais registros também auxiliaram na condução de atividades de reforço, emissão de avisos via grupo do Facebook e ambiente Moodle, para instigar uma maior participação dos usuários no Mundo Virtual. A próxima subseção apresenta a análise das respostas do questionário aplicado com os alunos que utilizaram o Mundo Virtual.

4.2.3.2. Análise do Questionário de Avaliação do Mundo Virtual

Para esta segunda fase de testes foram aplicados dois questionários específicos, em que o primeiro foi voltado para os alunos que utilizaram o Mundo Virtual, enquanto o segundo esteve centralizado nos usuários do ambiente Moodle. Adjunto a estes instrumentos de coleta de dados, também foram conduzidas entrevistas com os participantes de todos os grupos, sendo selecionados de forma aleatória.

O primeiro questionário esteve composto por 8 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas, sendo respondido pelos 8 participantes, tendo como base a escala Likert nas cinco alternativas (discordo totalmente à concordo totalmente). Novamente, o questionário esteve voltado para esclarecer a opinião deles quanto aos tipos de materiais disponibilizados, recursos do ambiente, a forma de organização do método proposto e sua visão sobre o impacto no processo de aprendizagem, não levando em consideração o foco na área de Ciências.

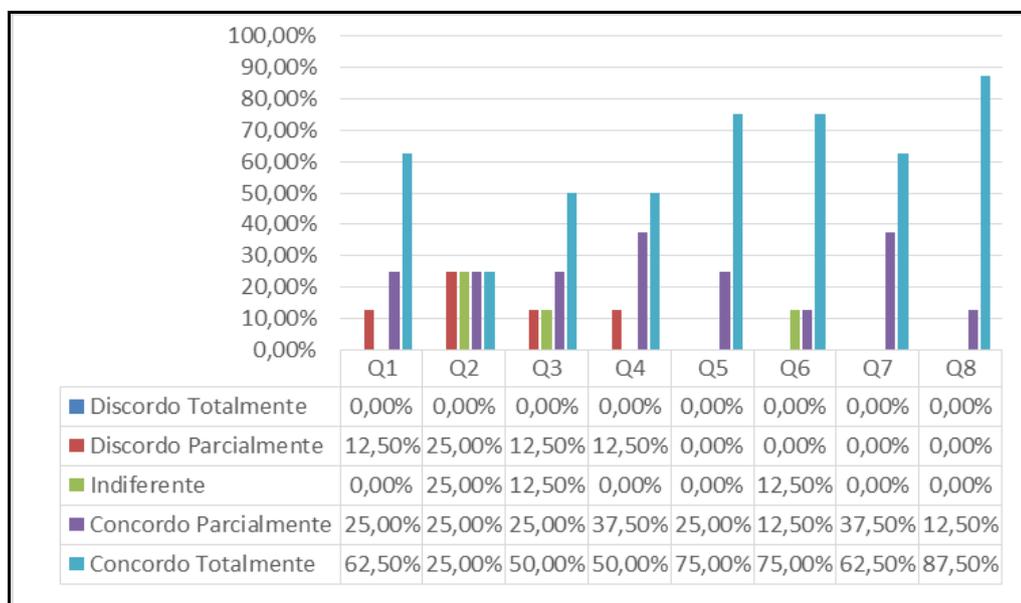
Para garantir a confiabilidade das respostas fornecidas pelos usuários e fornecer maior credibilidade à análise das respostas fornecidas, a técnica do Alfa de Cronbach foi aplicado nas respostas dos usuários. O resultado final do Alfa foi 0,73880468, sendo este valor considerado aceitável, em virtude de estar mais aproximado de 1 (alta confiabilidade), constatando assim que as respostas dos usuários podem ser utilizadas para avaliar o ambiente utilizado.

A Figura 63 apresenta a distribuição percentual das opiniões dos usuários em cada uma das questões, buscando apresentar de forma mais clara os resultados obtidos no questionário. Portanto, o primeiro questionamento buscou averiguar se os usuários puderam visualizar integralmente o cenário no Mundo Virtual, visto que podem ocorrer casos do ambiente não renderizar por completo seus objetos, devido a problemas de velocidade de conexão da Internet ou limitações de *Hardware* da máquina utilizada.

Os participantes relataram de forma predominante que este tipo de problema não ocorreu, ou caso tenha ocorrido, não interferiu na interação com o Mundo Virtual. Tal resultado pode ser considerado positivo, visto que na primeira fase, ocorreram alguns problemas

relacionados a este escopo, sendo nesta segunda fase realizados alguns ajustes, como a melhoria da capacidade de *Hardware* do servidor e diminuição do tamanho das imagens e objetos utilizados no ambiente, com o intuito de melhorar a capacidade de processamento.

Figura 63 – Percentuais das respostas no questionário aplicado



Fonte: gráfico elaborado pelo autor

Com relação à segunda questão, ela esteve centralizada na interação com os materiais didáticos do ambiente, como *slides*, textos e vídeos, visando averiguar se houveram problemas relacionados ao uso destes recursos. É possível visualizar no gráfico que as respostas estiveram divididas, sendo possível entender o motivo com base nos comentários realizados pelos participantes, em que alguns relataram problemas em visualizar os *slides* e vídeos.

Ao contrário do tópico anterior, em que a conexão de Internet não acarretou problemas para carregar os objetos, neste caso, como os *slides* e textos são imagens dispostas no ambiente, em alguns momentos estas imagens demoram a renderizar, o que acarreta em um sentimento de frustração do usuário, pois ele está durante um processo de leitura do conteúdo. O mesmo caso ocorre para os vídeos, que podem demorar a carregar, gerando uma frustração ao usuário.

A terceira questão está relacionada aos questionários dispostos no ambiente, em que se torna possível visualizar algumas discordâncias nas respostas. Este cenário é devido a problemas envolvendo o *script* criado para o questionário, em que os usuários relataram alguns casos de erros no carregamento das questões ou fornecimento da resposta, assim como era permitido que outros colegas solicitassem o reinício do questionário, enquanto estava ativo para outro aluno. Tais problemas foram identificados e resolvidos para a terceira fase de testes.

As questões 4, 5 e 6 foram centralizadas no uso das simulações, abordando se elas funcionaram corretamente, se estavam refletindo de forma fidedigna o experimento da vida real e se auxiliaram a entender o processo de funcionamento do fenômeno, aliando a teoria com a prática. Em todos os casos, houve uma predominância positiva das respostas, em que os usuários não relataram problemas ao interagir com este recurso, concordando que as simulações auxiliaram a aprender sobre o fenômeno retratado. Alguns usuários comentaram que nas simulações animadas, o processo ocorre enquanto o texto explicativo é fornecido, em que eles relataram que em alguns momentos isso dificulta o entendimento, sendo necessário repetir o processo algumas vezes para a melhor compreensão.

A sétima questão buscou saber se os usuários consideraram que o formato de atividades complementares (não presencial) realizadas no Mundo Virtual, auxiliou no aprendizado do conteúdo visto em sala de aula. As respostas foram predominantemente positivas, o que remete à aceitação por parte dos usuários em utilizar o ambiente e demonstra que eles conseguiram se adaptar adequadamente, permitindo usufruir dos recursos no Mundo Virtual para aprimorar seu processo de aprendizagem dos conteúdos abordados. Jonassen (1999) descreve os ambientes de aprendizagem construtivistas, estando os Mundos Virtuais neste contexto, como aqueles nos quais o aluno exerce um papel ativo na construção do conhecimento, sendo-lhe proporcionadas situações que envolvem investigação, experimentação, formulação de hipóteses, e outras ações que propiciem reflexão e autoria.

Neste escopo, a oitava questão esteve relacionada a aprovação dos usuários quanto ao método proposto, em que suas respostas foram de concordância geral, o que reflete a aceitação deste grupo quanto a proposta implementada. Este retorno fornecido pelos usuários pôde ser considerado instigador, visto que a aceitação do método proposto, nesta segunda fase, remete a interpretação de que o método está articulado de forma adequada.

Dentre os comentários fornecidos pelos usuários nas questões dissertativas, a primeira abordou os problemas identificados por eles durante a interação com o Mundo Virtual, em que o principal ponto esteve centralizado na questão dos “travamentos” ocorridos e na lentidão do ambiente. Este fato acaba por dificultar a interação, visto que os recursos podem funcionar de maneira inadequada e interromper o ciclo de operação, resultando em frustrações para o usuário.

É importante ressaltar que os usuários relataram que tais problemas não ocorreram seguidamente, o que acabou por não interferir de forma constante na interação com o ambiente. Quanto a opinião dos participantes sobre o ambiente, eles reportaram terem gostado muito, classificando a ideia como excelente, ressaltando que as simulações ajudaram a entender o conteúdo, e, as questões auxiliaram no momento de revisar os conhecimentos.

Neste escopo, as entrevistas conduzidas também buscaram entender melhor a percepção dos usuários sobre o Mundo Virtual, em que eles ressaltaram a aprendizagem com um caráter mais ativa e prática, em que eles se tornam formadores do seu conhecimento. Os usuários ressaltaram que a interação com as simulações reflete bem esta impressão, em que eles tem a liberdade de escolher qual objeto visualizar, além de ter a liberdade de acessar o ambiente no momento que considerar mais adequado. Tais diferenciais se destacam em relação ao Moodle, em que os usuários consideraram que o método esteve adequado, ressaltando que preferem ter ambos os ambientes à disposição, visto que cada um tem características diferentes e os dois auxiliam no processo de aprendizagem.

Discorridas as percepções acerca do questionário e entrevistas aplicadas com os participantes que utilizaram o Mundo Virtual, se faz necessário analisar as respostas do questionário aplicado com o grupo que usou o ambiente Moodle. Ele foi composto por 6 questões de múltipla escolha e uma questão dissertativa, além das entrevistas realizadas com os usuários deste ambiente.

No caso da primeira questão, ela não seguiu os preceitos da escala Likert, na qual foram abordadas as principais dificuldades identificadas pelos usuários ao utilizar o Mundo Virtual. As opções fornecidas foram: “Lentidão do Computador”, “Velocidade da Internet”, “Ausência de Interesse”, “Falta de Tutoriais” e “Não Gostou do Ambiente”. O usuário poderia assinalar mais de uma alternativa, se necessário.

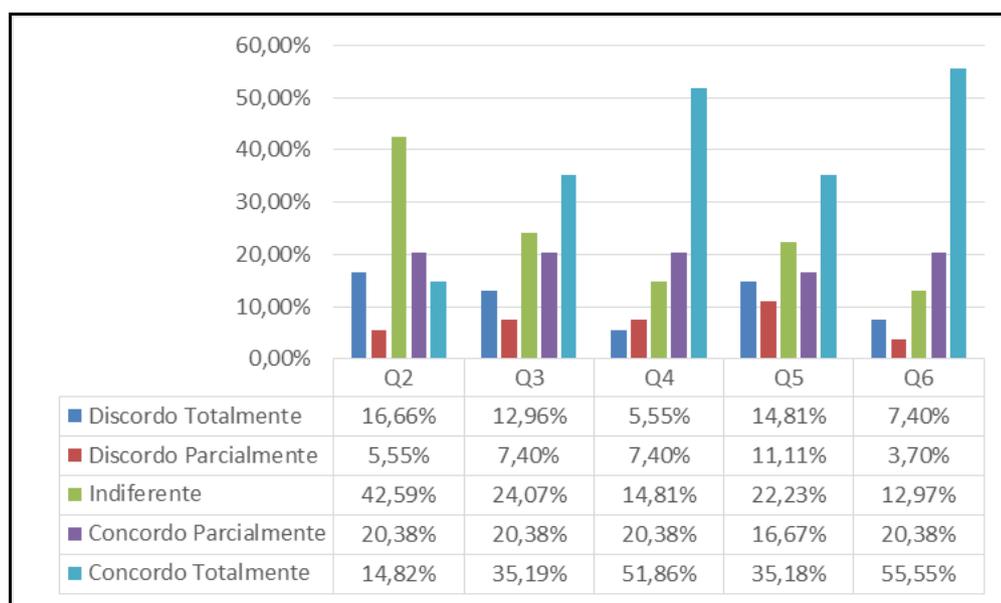
Dos 54 participantes, um total de 25 assinalaram não ter tido interesse em utilizar o Mundo Virtual, o que pode ser considerado normal, visto que em um grupo de alunos, existem muitas diversidades, quanto aos materiais preferenciais e formas de aprendizagem. 17 alunos assinalaram que o computador utilizado não suportou o Mundo Virtual, por isso não conseguiu utilizar o ambiente, assim como 8 alunos reportaram problema envolvendo a velocidade de conexão da Internet. Isso remete a 25 alunos que se mostraram dispostos a utilizar o Mundo Virtual, mas em função de problemas envolvendo recursos tecnológicos, não conseguiram usufruir desta opção.

Em função das manutenções ocorridas no laboratório de informática do colégio e da necessidade dos alunos utilizarem em suas casas, isso reduziu significativamente o número de participantes no Mundo Virtual, mas esta análise permite inferir que se fossem solucionadas tais dificuldades, este número poderia aumentar, visto que os alunos demonstraram interesse em usar o ambiente. Por fim, somente 2 assinalaram não terem entendido os tutoriais disponibilizados, enquanto outros 2 alunos assinalaram não terem gostado do Mundo Virtual, o que pode ser considerado um número muito pequeno de participantes em relação à amostra.

No que concerne às demais 5 questões de múltipla escolha do questionário aplicado, para garantir a confiabilidade das respostas fornecidas pelos usuários, a técnica do Alfa de Cronbach foi aplicada. O resultado final do Alfa foi 0,06051395. Apesar do valor mais baixo, com menor confiabilidade, os resultados puderam ser utilizados para realizar a análise.

A Figura 64 apresenta os resultados percentuais das respostas fornecidas pelos usuários nas demais questões. O segundo questionamento buscou saber se os usuários se sentiram frustrados por não terem conseguido acessar o Mundo Virtual, em que em torno de 34% deles concordaram com tal afirmação, enquanto os demais foram indiferentes ou discordaram. Tal percentual reflete de forma adequada a situação descrita na primeira questão, em que um grupo de alunos não conseguiu acessar o ambiente, devido a problemas envolvendo a velocidade de conexão da Internet ou limitações de *Hardware* no computador utilizado.

Figura 64 – Percentuais das respostas no segundo questionário aplicado



Fonte: gráfico elaborado pelo autor

Dentro deste contexto, o terceiro questionamento esteve centralizado no desejo do usuário em utilizar o Mundo Virtual, caso as dificuldades tivessem sido resolvidas. O percentual de aceitação foi mais alto que na segunda questão, o que mostra que uma parcela maior de usuários teria utilizado o ambiente, se não houvessem problemas. Adjunto a este contexto, a quarta questão teve como objetivo averiguar, se caso, houvessem mais encontros presenciais no laboratório de informática, estes usuários iriam utilizar o Mundo Virtual. O percentual em torno de 70% de aceitação demonstra que o ambiente foi bem benquisto pelos usuários, mas que problemas externos envolvendo o acesso e instalação acabaram por inviabilizar a interação no Mundo Virtual.

A quinta questão confrontou os usuários, ao buscar averiguar se o ambiente Moodle já estava adequado e não era necessário um novo ambiente. Em torno de 50% dos participantes consideraram este fato verdadeiro, sendo que em alguns comentários, eles reportaram que preferiam ter a disposição ambas as opções, havendo a possibilidade de escolher qual ambiente utilizar de acordo com o conteúdo abordado. Em virtude de ser um ambiente já utilizado no colégio, amplamente difundido no meio acadêmico e de conhecimento dos participantes, isso remete à aceitação deles, diferentemente do Mundo Virtual, que se tratou de uma nova alternativa a ser explorada e que exigia um processo de instalação e configuração, além de recursos de *Hardware* e velocidade de conexão mais aprimorados do que o Moodle.

Por fim, a sexta questão abordou um elemento citado por eles durante a primeira e segunda fase, que foi o princípio de adicionar ao ambiente um caráter mais lúdico, envolvendo conceitos de jogos. Em torno de 75% dos participantes concordou que seria interessante adicionar mais elementos de jogabilidade ao Mundo Virtual, e, que isso traria maior interesse da parte deles em utilizar o ambiente. Tal aspecto pode ser considerado normal, visto que nesta faixa de idade (11 a 15 anos) em que estavam localizados, o uso de jogos pode vir a ser um atrativo instigador para a utilização do ambiente.

Levando em consideração a análise realizada nas questões anteriores, os comentários providos pelos usuários na questão dissertativa estiveram relacionados às dificuldades em acessar o ambiente em suas residências. A predominância das respostas esteve na questão de não conseguir instalar o visualizador do Mundo Virtual, assim como aspectos relacionados à velocidade de conexão da Internet e falta de suporte do computador também estiveram presentes nos comentários fornecidos. Demais usuários também citaram que preferiam utilizar o ambiente Moodle, estando satisfeitos com este tipo de abordagem.

Neste contexto, as entrevistas também auxiliaram a entender melhor os problemas e posturas dos usuários, quanto a utilização destes ambientes. Uma amostra de 8 alunos selecionados aleatoriamente participou das entrevistas realizadas, em que a maioria deles relatou que gostaria de ter utilizado o Mundo Virtual em sua residência, porém não conseguiu acessar o ambiente devido a problemas de Internet, limitações de *Hardware* e/ou dificuldades em instalar e configurar o visualizador. Isso é um aspecto positivo a ser observado, que vai de encontro com a observação de que uma parcela deste grupo gostaria de ter utilizado o Mundo Virtual, sendo impedido devido a problemas externos.

4.2.4. Terceira Fase

A terceira e última fase do processo de experimentação ocorreu no ano de 2017, em que, após a realização das duas primeiras fases e a obtenção de resultados positivos e instigadores, o autor deste trabalho julgou necessário efetuar a realização de mais um período de testes, com diferentes alunos na mesma disciplina e com o mesmo professor. O experimento foi executado nos mesmos moldes da primeira fase executada em 2016, para fins comparativos e ensejando obter uma maior amostra para análise dos dados.

Nesta terceira fase, foram realizados testes com 3 turmas do sexto ano do Colégio Militar de Porto Alegre na disciplina de Ciências, totalizando 74 alunos. Os alunos foram separados em 2 grupos diferentes durante o período de testes, classificando-os de acordo com a utilização do Moodle ou Mundo Virtual. De acordo com o método proposto e assim como realizado na primeira fase, os alunos tiveram uma explanação inicial sobre os objetivos do trimestre e como seriam conduzidas as atividades, em que as aulas no período da manhã eram ministradas pelo professor da disciplina com quadro negro e apresentação de *slides*, enquanto no período alternativo a este, os alunos tinham a liberdade de escolher pela utilização de um dos dois ambientes disponibilizados, sendo caracterizada esta interação como complementar/reforço ao conteúdo visto em sala de aula.

O Grupo 2, que utilizou o Moodle, acessava os materiais disponibilizados pelo professor na disciplina criada no ambiente, como vídeos, *slides*, textos e questões. Similarmente, os alunos que utilizaram o Mundo Virtual (Grupo 3), tinham acesso neste ambiente à textos, vídeos, *slides*, questões e simulações, o que se caracterizou como um diferencial em relação ao Moodle. Todos os alunos realizaram cinco tipos diferentes de avaliações: um pré-teste, um teste intermediário para cada uma das três unidades e um pós-teste. O nível exigido de aprovação na disciplina foi de 50%, ressaltando que os conteúdos presentes nas três unidades eram os mesmos da primeira fase.

Para averiguar o desempenho dos dois grupos nestas avaliações, se configurou necessário efetuar uma análise calcada em procedimentos estatísticos adequados. Desta forma, o teste não-paramétrico de Wilcoxon Mann-Whitney foi aplicado, buscando estipular se a comparação de desempenho dos dois grupos apresentou diferenças significativas nas medianas analisadas em cada uma das cinco avaliações realizadas. A execução das análises foi efetuada no *software* de análise estatística IBM SPSS em sua versão 18. O nível de significância adotado foi de 5%. Conjecturou-se duas hipóteses para cada uma das avaliações analisadas:

- Hipótese Nula (H₀): não há diferença entre o desempenho mediano dos grupos;

- Hipótese Alternativa (HA): houve diferenças entre o desempenho mediano dos grupos;

Assim como nas duas fases anteriores, foi necessário averiguar se as três turmas tiveram desempenhos homogêneos nas avaliações realizadas, verificando se era necessário realizar análises separadas por turmas. A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos na análise, na qual temos as três turmas que participaram do experimento e das cinco avaliações realizadas.

Tabela 9 – Análise das avaliações realizadas pelas três turmas

Turma	Pré-teste	Aval. 1	Aval. 2	Aval. 3	Pós-teste
601	60,00	84,00	90,00	100,00	83,00
602	50,00	88,00	87,50	87,50	83,00
603	60,00	92,00	90,00	85,00	83,00
p-valor	0,085	0,658	0,55	0,108	0,745

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

O p-valor obtido para cada uma das avaliações realizadas pelas turmas está acima do nível de significância estabelecido de 0,05, desta forma, é possível assumir que todas as turmas foram homogêneas quanto ao seu desempenho nas avaliações. Isso permite que a análise seja feita de forma conjunta com os alunos das três turmas, separando somente os participantes nos dois grupos já descritos anteriormente.

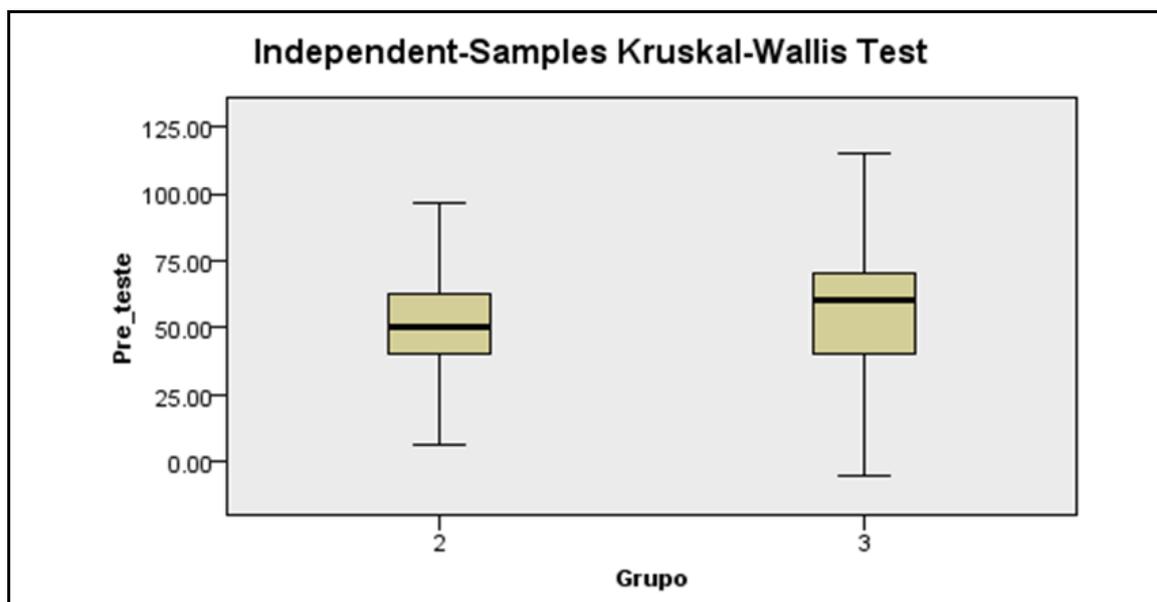
A partir desta constatação, foi efetuada uma comparação das medianas das avaliações dos alunos em relação aos dois grupos criados, para verificar se houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, caso o p-valor apresenta um valor menor que 0,05. A Tabela 10 apresenta os resultados das análises efetuadas, em que o Grupo 2 concentra os alunos que utilizaram o Moodle e o Grupo 3 tem os alunos que usaram o Mundo Virtual.

Tabela 10 – Comparação das medianas das avaliações dos alunos nos dois grupos

Grupo	Pré-teste	Aval. 1	Aval. 2	Aval. 3	Pós-teste
2	50	84	85	90	83
3	60	94	90	90	84,5
p-valor	0,265	0,044	0,297	0,347	0,309

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

O pré-teste realizado não demonstrou diferenças significativas, portanto, a hipótese nula para este caso foi mantida. A Figura 65 apresenta o *Box Plot* com os resultados das medianas nos dois grupos, em que se torna possível visualizar que a mediana do Grupo 3 (60,00) possui maior valor em relação ao Grupo 2 (50,00).

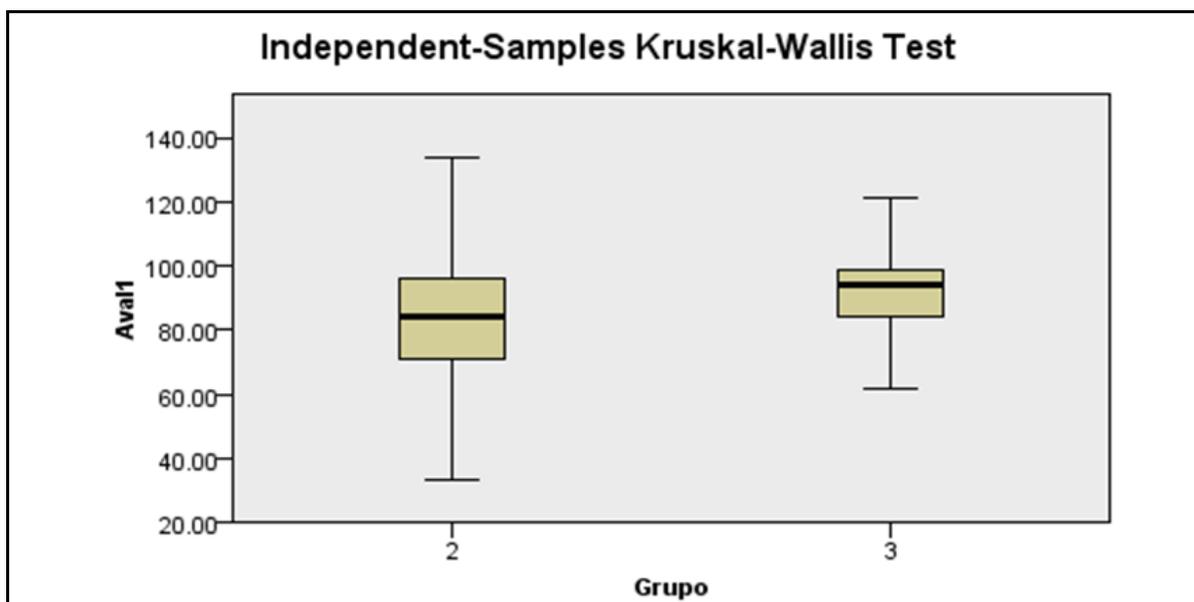
Figura 65 – *Box Plot* do pré-teste da terceira fase

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

No primeiro teste intermediário (Figura 66), foi possível constatar diferenças significativas nas medianas observadas, assim foi rejeitada a hipótese nula neste caso. A mediana do Grupo 3 (94,00) foi superior à mediana do Grupo 2 (84,00), adjunto a esta observação, a concentração das notas no Grupo 3 está melhor distribuída, assim como possui uma menor amplitude, o que reforça a menor variabilidade dos dados, a ponto de se tornar significativa quando comparada com os resultados do Grupo 2.

Este melhor desempenho reforça a utilização do Mundo Virtual de forma mais adequada pelos participantes, visto que nesta terceira fase, foi possível realizar um encontro presencial para demonstrar como utilizar este ambiente e os alunos puderam interagir de forma mais adequada, assim como tirar mais dúvidas de como realizar os procedimentos de instalação e configuração para utilização a distância. A melhor adequação do laboratório de informática e do próprio Mundo Virtual possibilitou que este processo ocorresse de forma mais satisfatória, o que consequentemente refletiu para este desempenho dos alunos nesta avaliação.

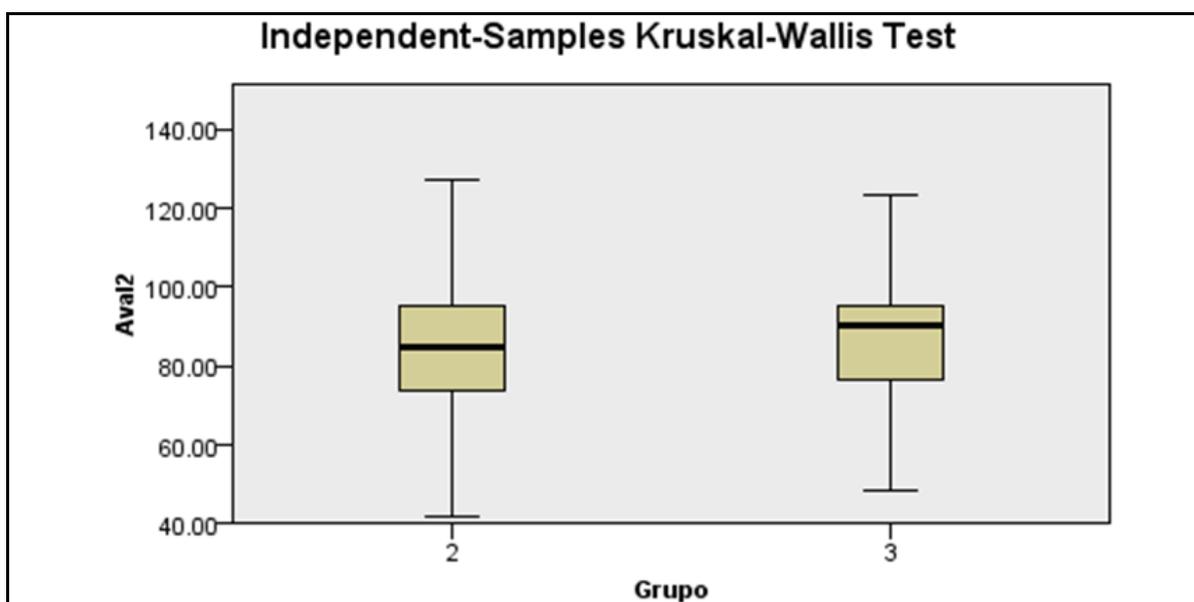
Figura 66 – *Box Plot* do primeiro teste intermediário da terceira fase



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Com relação ao segundo teste intermediário, o valor da mediana do Grupo 3 é de 90,00, sendo superior à mediana do Grupo 2 (85,00), conforme visto na Figura 67, porém não foi constatada diferença significativa. Apesar disto, a distribuição das notas está concentrada de forma similar nos dois grupos, assim como sua amplitude, o que indica que ambos tiveram variações parecidas. Portanto, a vantagem no Grupo 3 não é significativa, estando centralizada na superioridade do valor da mediana, o que ligeiramente remete à um melhor desempenho dos participantes deste grupo.

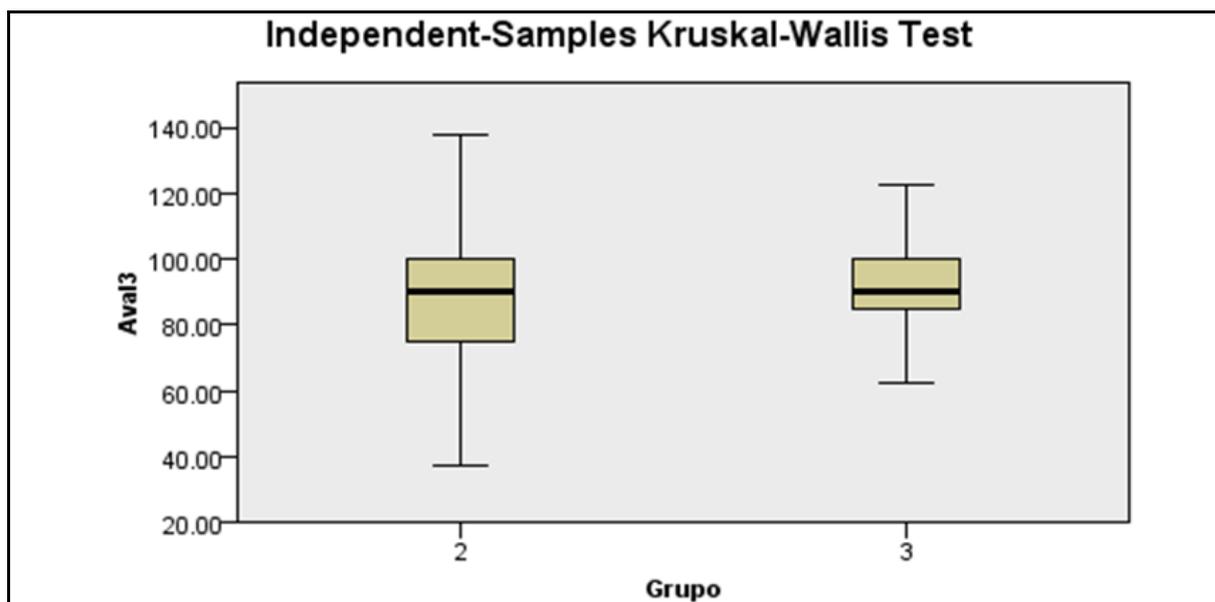
Figura 67 - *Box Plot* do segundo teste intermediário da terceira fase



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

O Box Plot da terceira avaliação intermediária (vide Figura 68) apresentou a igualdade das medianas dos dois grupos (90,00), não havendo diferença significativa. Entretanto, o diferencial está centralizado na distribuição mais concentrada nos dados no Grupo 3, assim como na menor amplitude, o que acarreta em uma menor variabilidade e demonstra que as notas foram mais constantes nesta faixa da mediana, do que em relação ao Grupo 2.

Figura 68 - *Box Plot* do terceiro teste intermediário da terceira fase



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

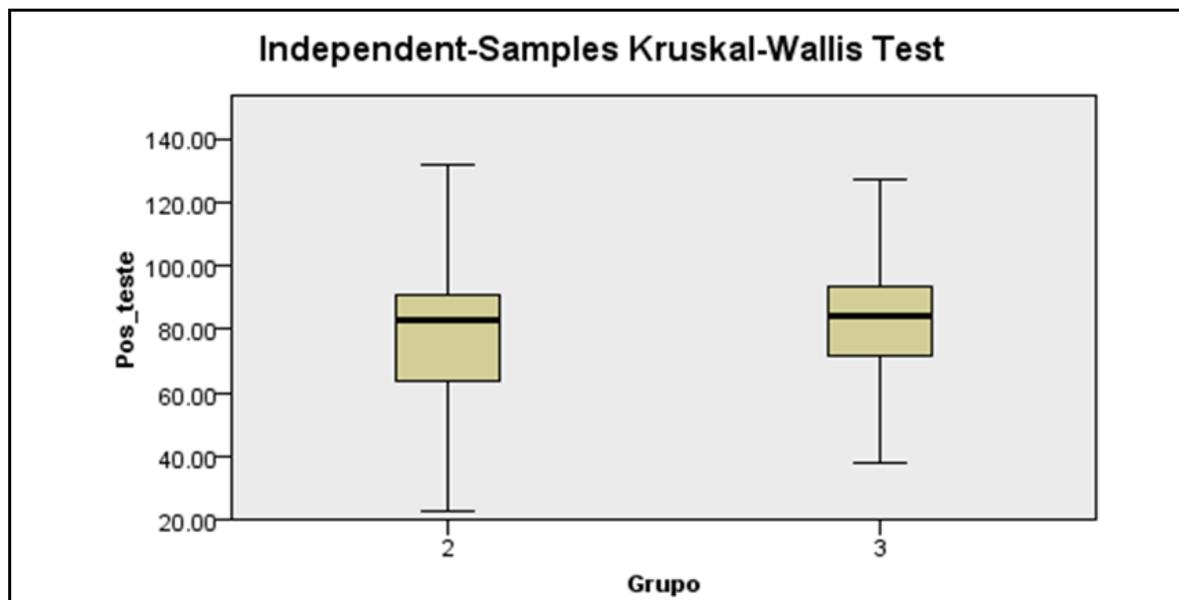
É importante ressaltar que nesta terceira fase, não foi criado um grupo no Facebook para as três turmas, visto que os próprios participantes relataram preferir receber avisos por mensagens do Moodle, em virtude de vários deles não ter uma conta criada nesta rede social. Portanto, somente avisos via Moodle foram emitidos para os alunos com o objetivo de reforçar a realização de atividades e esclarecer dúvidas acerca da utilização dos ambientes.

Por fim, o pós-teste realizado nesta terceira fase apresentou uma mediana pouco superior do Grupo 3 (84,50), em relação ao Grupo 2 (83), conforme visto na Figura 69. Assim como, a distribuição dos dados está melhor concentrada no grupo que utilizou o Mundo Virtual, apresentando menor amplitude e conseqüentemente uma menor variância das notas, em relação ao grupo que utilizou o ambiente Moodle. Isso infere em observar uma melhoria de desempenho do Grupo 3 com relação ao Grupo 2, ressaltando que esta observação não apresentou diferenças significativas no pós-teste.

Desta forma, a análise da terceira fase de testes reforçou o cenário apresentado nas duas fases anteriores, em que foi possível inferir um desempenho igual ou melhor do grupo que utilizou o Mundo Virtual com relação ao grupo que utilizou o Moodle, mesmo que de forma

não significativa. Nesta fase, o desempenho nos testes intermediários foi superior para os participantes que estiveram interagindo com o Mundo Virtual, sendo na primeira avaliação constatada uma superioridade de forma significativa, assim como o pós-teste apresentou indícios de igualdade ou superioridade para este grupo.

Figura 69 - *Box Plot* do pós-teste da terceira fase



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

As distribuições das notas se mostraram melhores concentradas no grupo do Mundo Virtual, assim como tiveram menores amplitudes e menor variabilidade nas avaliações intermediárias e no pós-teste. Desta forma, pela terceira vez foi possível constatar resultados da aplicação do método que puderam ser considerados positivos e satisfatórios, sendo destacado o instigador potencial a ser explorado como alternativa complementar no processo de ensino e aprendizagem, sendo finalizada a fase de experimentação da Tese.

Assim como nas duas primeiras fases, ficou disponível para o professor a análise dos tópicos abordados de forma separada entre o pré-teste e o pós-teste realizado, sendo que para o escopo desta Tese, em virtude da análise estatística efetuada e demais verificações envolvendo este período de testes, se julgou dispensável realizar este tipo de análise para ser apresentada neste trabalho. A subseção a seguir apresenta o mapeamento do grupo de alunos que utilizaram o Mundo Virtual, levando em consideração os registros coletados pelo sistema de monitoramento adotado nesta terceira fase de testes.

4.2.4.1. Análise do monitoramento das interações no Mundo Virtual

As duas primeiras fases resultaram em efeitos positivos, tanto do ponto de vista avaliativo, quanto ao contexto relacionado sobre a utilização do Mundo Virtual e seus recursos. Neste escopo, o sistema de monitoramento adotado também operou de forma adequada, sendo possível analisar os usuários durante a disciplina e efetuar o tratamento dos dados posteriormente a ela, buscando mapear as trajetórias de aprendizagem dos participantes.

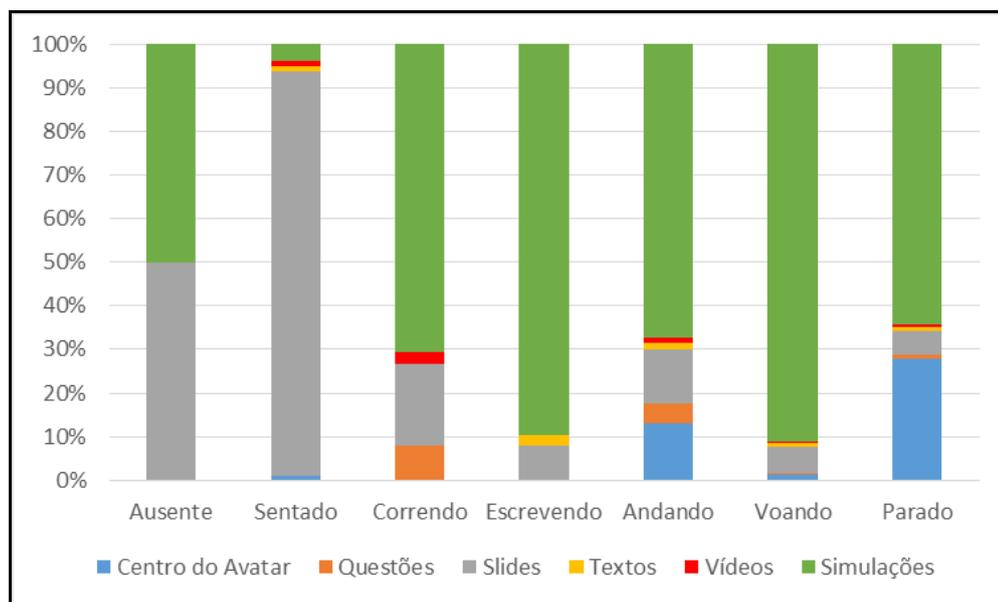
Neste caso, se torna importante ressaltar que, apesar do adequado funcionamento do sistema de monitoramento, alguns ajustes foram identificados e corrigidos para esta terceira fase de experimentação. Além dos cinco tipos de ações analisadas na segunda fase, duas novas foram adicionadas: sentado e correndo, buscando aprimorar a coleta de dados das ações realizadas pelos usuários.

Um novo local também foi adicionado ao monitoramento dos sensores, que se trata do centro do *avatar*, local de customização do personagem, visto que a liberdade de expressão também pode ser identificada na customização dos *avatars*, que podem adotar formas idealizadas do próprio usuário, ou mesmo animais, seres que envolvem a mistura de humanos e animais, objetos inanimados e outros personagens provenientes da fantasia humana (MIRLISS et al., 2012). Agregado a isto, o tempo de coleta das informações foi reduzido de 15 segundos para 5 segundos, buscando fornecer uma maior precisão.

Esclarecidos alguns pontos essenciais, o mesmo procedimento anterior foi adotado para esta terceira fase, porém, devido ao maior número de participantes, foi selecionado como amostra todo o período de testes desta fase, com o objetivo de demonstrar os dados coletados dos 28 usuários, referentes aos sensores de interação e toques nos objetos. O gráfico apresentado na Figura 70 demonstra a distribuição temporal das ações de todos os usuários em cada uma das salas criadas no Mundo Virtual.

A primeira constatação fornecida pelo gráfico remete a predominância das ações na sala de simulações, o que conseqüentemente resulta em concluir que tal sala foi o local mais visitado pelos usuários, centralizando o tempo das ações deles durante a interação no Mundo Virtual. Com exceção da ação de estar sentado, as demais tiveram predominância na sala de simulações. Tal fator pode ser explicado pelo fato desta turma estar conhecendo o Mundo Virtual, em que as simulações se destacam como recursos diferenciados em relação aos demais, os quais eles já possuíam conhecimento. Este diferencial pode ter influenciado para que esta amostra tivesse uma predominância das ações nesta sala.

Figura 70 – Dados das salas X tempo X ações



Fonte: gráfico criado pelo autor com o *software* Excel

A sala de *slides* acabou sendo a segunda mais visitada pelos usuários, em que a predominância da ação de estar sentado nesta sala, resulta adequadamente na interpretação de que os usuários estavam lendo os conteúdos dos *slides*, durante o período de interação nesta sala. É importante ressaltar na análise realizada, que a ação de estar “Ausente” foi identificada somente nestas duas salas e por um curto período de tempo, desta forma, apesar do gráfico mostrar a divisão percentual em 50%, na questão temporal, este período foi considerado sem interferência na interação dos usuários.

O centro do *avatar* também teve uma abrangência maior na ação de estar “Parado” (estado de observação), a qual pode ser interpretado pelo fato dos usuários estarem neste espaço selecionado as vestimentas para customização do *avatar*. As demais salas tiveram um percentual de tempo pequeno, destacando a sala de questões, que teve um percentual baixo, o que indica que os usuários desta terceira fase não se sentiram muito atraídos por este tipo de recurso.

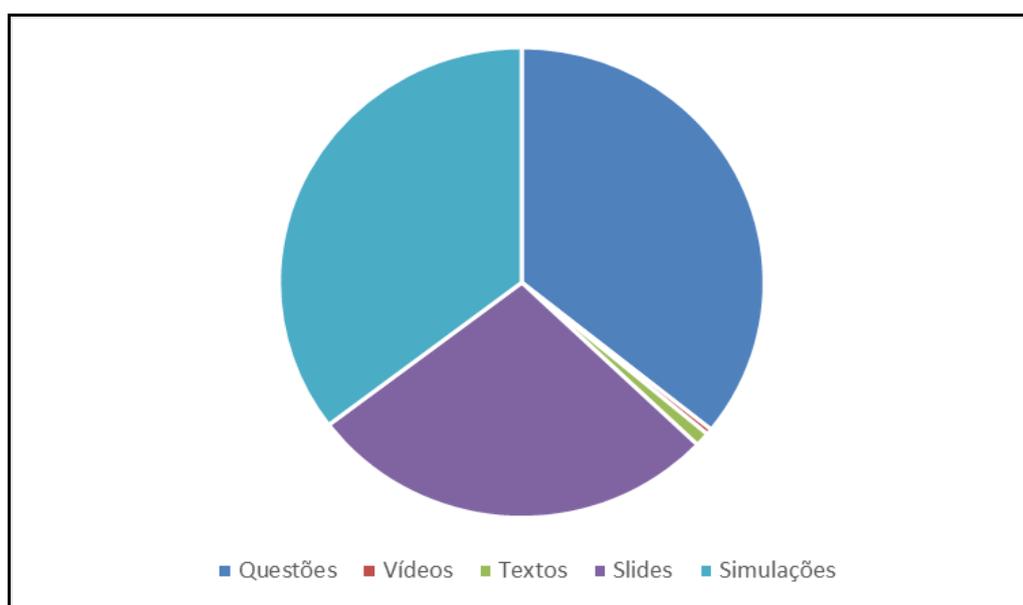
Adjunto às análises descritas anteriormente, foi realizada uma interconexão com a tabela que armazena os toques dos usuários nos objetos em cada sala, com o intuito de corroborar com as constatações apontadas anteriormente. O gráfico de pizza (Figura 71) apresenta a distribuição do número total de toques em cada sala, sendo possível visualizar que as salas de questões e simulações tiveram uma quantidade de toques similares.

A análise anterior demonstrou que a sala de simulações foi a mais visitada pelos participantes e onde eles passaram a maior parte do tempo, o que é corroborado pela grande

quantidade de toques identificados neste gráfico. É importante ressaltar que cada toque nesta sala representa o início da apresentação de uma simulação, visto que foram dispostos totens com um botão para iniciar este processo em cada experimento.

No caso da sala de questões, se a análise fosse realizada somente levando em consideração o número de toques, ela geraria uma falsa impressão de um alto índice de interação nesta sala. Isso ocorre porque os questionários adicionados no Mundo Virtual tinham diversas questões, sendo cada toque para iniciar, marcar a alternativa e finalizar o questionário armazenado na tabela, cujo intuito era saber se os participantes responderam à tarefa por completo. Desta forma, realizando uma análise com base nos registros das respostas dos questionários, foi possível identificar que poucos usuários interagiram nesta sala, o que remete corretamente à análise temporal desta sala que foi demonstrada anteriormente.

Figura 71 – Distribuição dos toques nas salas



Fonte: gráfico criado pelo autor com o *software* Excel

De forma similar, tal situação também foi identificada na sala de *slides*, na qual houve um maior número de toques identificados. Para cada *slide* que era visto, o usuário clicava para avançar ou retornar, gerando um novo dado armazenado na tabela. Isso poderia gerar uma falsa impressão, como no caso anterior, mas a análise realizada dos registros demonstrou que o tempo de interação nesta sala esteve adequado, não sendo interferido pelo maior número de toques identificados neste gráfico.

Discorridas tais análises, se torna possível destacar que o mapeamento das trajetórias de aprendizagem do grupo de alunos pôde ser efetuado de maneira adequada, e, apresentou um cenário claro e explicativo sobre a forma de interação deles. Tais análises também poderiam ser

realizadas de forma individual, buscando saber a situação de algum aluno com dificuldades ou melhor desempenho do que em relação aos demais.

Nesta fase, o sistema de monitoramento também foi essencial para a identificação de alunos com baixo índice de interação e possibilitou o envio de mensagens individuais pelo Moodle para instigar a utilização do Mundo Virtual. A próxima subseção apresenta a análise das respostas do questionário aplicado com os alunos que utilizaram o Mundo Virtual.

4.2.4.2. Análise do Questionário de Avaliação do Mundo Virtual

Nos mesmos moldes da fase anterior, para cada grupo foi aplicado um questionário específico, em que os participantes que utilizaram o Mundo Virtual responderam às questões relacionadas ao uso do ambiente e seus recursos, enquanto o segundo grupo respondeu a um questionário sobre a utilização do Moodle, e, os motivos por não terem usado o Mundo Virtual. Adjunto a estes instrumentos de coleta de dados, também foram conduzidas entrevistas com os participantes de todos os grupos, sendo selecionados de forma aleatória.

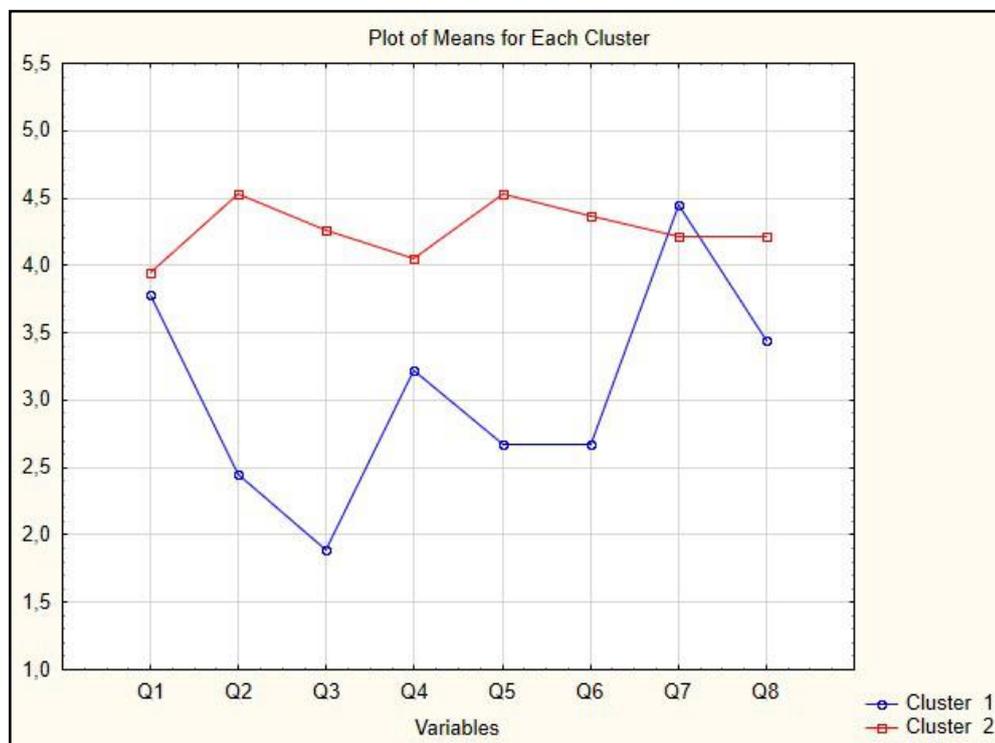
O primeiro questionário esteve composto por 8 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas, sendo respondido pelos 28 participantes, tendo como base a escala Likert nas cinco alternativas (discordo totalmente à concordo totalmente). Novamente, o questionário esteve voltado para esclarecer a opinião deles quanto aos tipos de materiais disponibilizados, recursos do ambiente, a forma de organização do método proposto e sua visão sobre o impacto no processo de aprendizagem, não levando em consideração o foco na área de Ciências.

Para garantir a confiabilidade das respostas fornecidas pelos usuários e fornecer maior credibilidade à análise das respostas fornecidas, a técnica do Alfa de Cronbach foi aplicado nas respostas dos usuários. O resultado final do Alfa foi 0,7244253, sendo considerado aceitável, em virtude de o valor estar aproximado de 1 (alta confiabilidade), constatando assim que as respostas dos usuários podem ser utilizadas para avaliar o ambiente utilizado.

Em virtude do maior número de participantes em ambos os grupos nesta terceira fase, o autor deste trabalho optou por realizar uma análise utilizando a técnica de clusterização K-Means. O número de *clusters* foi definido utilizando a análise do diagrama de árvore, sendo adotado o método de ligação de Ward, com medida de distância Euclidiana. Desta forma, a análise do primeiro questionário é apresentada na Figura 72, em que foram definidos dois *clusters* para efetuar a classificação das respostas dos usuários, sendo denominados de “Cluster 1”, contendo 9 usuários, e, “Cluster 2”, contendo 19 usuários.

O primeiro questionamento esteve centralizado na visualização consistente dos objetos no Mundo Virtual e sua correta renderização, em que as respostas em ambos *clusters* estiveram aproximadas de 4, o que remete à concordância. Nesta fase, o Mundo Virtual foi inspecionado de forma geral, buscando reduzir o tamanho dos objetos e deixar o ambiente mais leve para a interação dos usuários, portanto este índice de avaliação pode ser considerado satisfatório, visto que não foram reportando maiores problemas envolvendo esta questão.

Figura 72 – Análise de cluster do primeiro questionário



Fonte: gráfico elaborado pelo autor com o *software* Statistica

A segunda questão esteve focalizada na interação com os recursos de *slides*, vídeos e textos, havendo uma divisão clara na opinião dos usuários, em que os usuários do Cluster 2 se mostraram satisfeitos quanto a este aspecto, enquanto os participantes do Cluster 1 demonstraram um certo nível de insatisfação. O mesmo caso ocorreu no terceiro questionamento, que abordou a interação com os questionários disponibilizados no ambiente.

Schaf et al. (2012) entendem que, além do espaço e recursos para a realização de experimentos, é necessário que o estudante conte também com o suporte adequado de materiais didáticos condizentes com os objetivos de aprendizagem. Os comentários dos usuários do Cluster 1 esclareceram os problemas ocorridos, sendo que principalmente os vídeos demoraram muito a carregar, o que pode ter sido ocasionado em função da velocidade de conexão limitada,

isto gerou uma frustração dos usuários, sendo o mesmo caso reportado nos *slides* e textos, que demoraram mais que o normal a carregar.

O quarto e quinto questionamento focaram no correto funcionamento das simulações, buscando saber se refletiram os fenômenos corretamente e se auxiliaram a fixar o conteúdo teórico visto de forma prática nestas simulações. As respostas do Cluster 2 foram positivas, concordando com tais asserções, enquanto as respostas do Cluster 1 estiveram centralizadas na zona de indiferença, em que a maioria dos usuários preferiu se manter mais neutro quanto a esta afirmação. Este cenário descrito pode ser considerado positivo, visto que foram as mesmas simulações utilizadas na primeira, porém algumas melhorias e correções foram implementadas, como os textos explicativos e detalhamento dos objetos utilizados, buscando melhorar o nível de interação do usuário. Dalgarno et al. (2010) destaca que este tipo de ambiente pode ser uma ótima ferramenta motivacional para trabalhar as mudanças de comportamento, visto que esses ambientes trabalham com interações e podem servir como base para a aprendizagem.

A sexta questão teve como objetivo averiguar se os usuários consideraram que o uso do Mundo Virtual, tanto no laboratório de informática, quanto em suas residências, auxiliou no processo de aprendizagem. As respostas foram predominantemente positivas no Cluster 2, enquanto o Cluster 1 novamente se manteve indiferente quanto a esta questão.

Nos Mundos Virtuais, através de seus *avatares*, usuários vivenciam experiências como se fossem parte integrante destes espaços, percorrendo o mundo, interagindo com objetos, comunicando-se com outros *avatares* através da linguagem oral ou textual, e tendo a oportunidade de acompanhar cada ação executada no mundo em tempo real (AVILA, 2016). Desta forma, se pode considerar positiva este *feedback* fornecido pelos participantes, visto que a maioria assinalou que este tipo de ambiente auxiliou no aprendizado.

A sétima questão teve como foco saber se os usuários aprovaram o método proposto neste trabalho de Tese, sendo predominantemente positivo o retorno fornecido pelos participantes, o que confirma que este método foi aprovado por este grupo de usuários. Tal retorno pode ser considerado essencial para a corroboração dos resultados obtidos junto às análises estatísticas efetuadas.

Neste contexto, os usuários reportaram em sua maioria na oitava questão, que se tivessem ocorrido mais aulas no laboratório de informática, isto facilitaria a interação com o Mundo Virtual. Apesar do funcionamento do laboratório no colégio nesta terceira fase, um maior número de aulas acabou se tornando uma situação mais complexa, visto que estaria alterando a forma de condução do professor de forma mais significativa ainda, o que mudaria a estrutura de funcionamento adotada pelo colégio, situação considerada inviável.

Com relação às questões dissertativas, a primeira abordou os problemas e dificuldades identificados pelos usuários durante o período de testes, em que a maioria reportou problemas de travamento durante a utilização do ambiente em suas residências, ressaltando que isto ocorreu em função das limitações de *Hardware* de seus computadores. Demais dificuldades foram citadas, mas de forma isolada, como algumas limitações na visualização dos *slides* ou demora em carregar o questionário, além de não conseguir customizar o *avatar*.

No que concerne à segunda questão dissertativa, os usuários emitiram suas opiniões sobre o Mundo Virtual e o que gostaram nele, sendo predominante a sensação de aprovação, reportando que gostaram de utilizar o ambiente, apesar de alguns problemas. Também destacaram as simulações dos experimentos vistos de forma teórica em sala de aula, classificando como uma nova forma de aprender.

Neste contexto, se torna importante apresentar alguns dos principais pontos elucidados pelos usuários que utilizaram o Mundo Virtual nas entrevistas conduzidas. Buscando descrever uma compilação das conversas ocorridas com os participantes, foi possível identificar que eles destacaram o aspecto visual e interativo do ambiente, sendo características consideradas como diferenciais em relação ao Moodle.

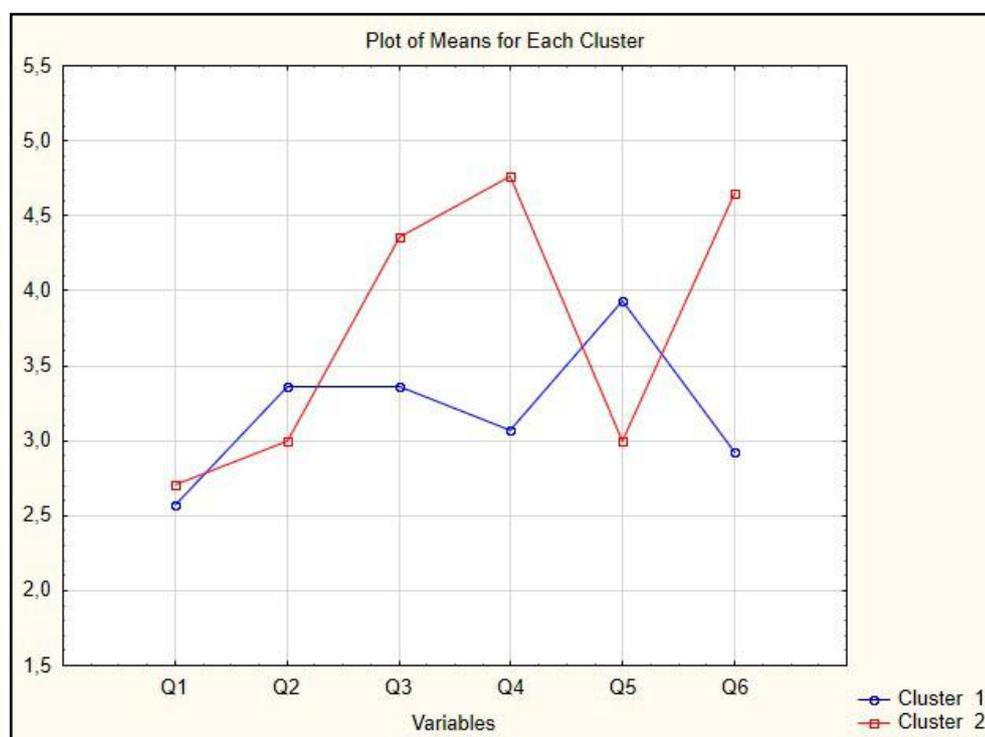
O Mundo Virtual também foi considerado por eles como divertido e cooperativo, em virtude da possibilidade de conversar com os colegas para sanar dúvidas em tempo real dentro do próprio ambiente com a utilização do *chat*. Também foram destacados os recursos de *slides*, questões e simulações, principalmente esta última, como principais atrativos, reforçando a impressão de que o Mundo Virtual “prende mais a atenção”, sendo aprovado o método aplicado, em que o Moodle se torna mais teórico, e, o Mundo Virtual fornece um caráter mais prático.

Discorridas as análises acerca deste grupo, se torna essencial analisar os dados resultantes do questionário aplicado com os participantes que utilizaram o ambiente Moodle. Este instrumento foi composto por 6 questões de múltipla escolha e 2 questões dissertativas, tendo como base a escala Likert nas cinco alternativas (discordo totalmente à concordo totalmente). Um total de 30 dos 46 alunos responderam a este questionário, visto que os demais estavam ausentes no dia da aplicação ou preferiram não responder às questões dispostas.

Para garantir a confiabilidade das respostas fornecidas pelos usuários e fornecer maior credibilidade à análise das respostas fornecidas, a técnica do Alfa de Cronbach foi aplicada nas respostas dos usuários. O resultado final do Alfa foi 0,83221675, sendo considerado bom, em virtude de o valor estar aproximado de 1 (alta confiabilidade), constatando assim que as respostas dos usuários podem ser utilizadas para avaliar o ambiente utilizado.

A análise do segundo questionário é apresentada na Figura 73, em que foram definidos dois *clusters* para efetuar a classificação das respostas dos usuários, sendo denominados de “Cluster 1”, contendo 13 usuários, e, “Cluster 2”, contendo 17 usuários. O primeiro questionamento buscou saber as razões pelas quais os usuários não utilizaram o Mundo Virtual, em que a predominância das respostas ficou centralizada na limitação da velocidade de conexão da Internet e de *Hardware*, assim como no processo de instalação do visualizador. Tal cenário já havia sido constatado nas fases anteriores, o que dificulta o uso do Mundo Virtual.

Figura 73 – Análise de Cluster do segundo questionário



Fonte: gráfico elaborado pelo autor com o *software* Statistica

A segunda questão está inserida no contexto anterior, buscando averiguar se os usuários se sentiram frustrados em não conseguir utilizar o Mundo Virtual em função dos problemas citados. A predominância das respostas nos dois *clusters* ficou centralizada na indiferença, ou seja, eles consideraram que poderiam ter utilizado o ambiente, mas que isto acabou não lhes prejudicando durante a disciplina. Corroborando para este cenário, foi possível constatar que na terceira questão, o segundo *cluster* assinalou que caso não houvessem tais dificuldades, teria utilizado o Mundo Virtual, enquanto os indivíduos do Cluster 1 estiveram indiferentes quanto a esta questão, o que vai de encontro com os fatos analisados no segundo questionamento.

Mesma situação foi constatada na quarta questão, em que os usuários do Cluster 2 afirmaram que teriam utilizado o Mundo Virtual, caso houvessem aulas com este ambiente no laboratório de informática do colégio, enquanto os demais indivíduos do Cluster 1 preferiram

se manter indiferentes quanto a este aspecto. Estes mesmos usuários assinalaram na quinta questão que o Moodle já estava adequado, o que claramente demonstra sua preferência por este ambiente, enquanto o inverso ocorreu com o Cluster 2, em que os indivíduos se mostraram aptos a utilizar o Mundo Virtual.

Por fim, a sexta questão abordou a questão lúdica, com a criação de desafios e pequenos jogos dentro do Mundo Virtual para a realização das atividades didáticas, sendo os usuários do Cluster 2 consideraram válida esta proposta, enquanto os demais colegas no Cluster 1 novamente preferiram não opinar sobre este aspecto. Tal pedido já havia sido identificado na segunda fase, sendo novamente levantada esta questão por estes participantes, em que eles consideram que um ambiente com maior caráter de jogo iria atrair mais sua atenção.

Buscando corroborar com as análises realizadas nas questões objetivas, as questões dissertativas abordaram as dificuldades e vantagens que foram observadas pelos usuários, mesmo não tendo utilizado o Mundo Virtual. O primeiro ponto novamente esteve centralizado nos problemas de não conseguir realizar a instalação e configuração do visualizador, além de dificuldades envolvendo a velocidade de conexão da Internet e limitações no *Hardware* da máquina. Este cenário novamente se repete de forma idêntica ao que já foi constatado nas duas primeiras fases do processo de experimentação. Mesmo sem ter utilizado o Mundo Virtual, os usuários em sua maioria destacaram, tanto na questão dissertativa quanto nas entrevistas que gostariam de ter usufruído desta opção, considerando que se trata de um ambiente diferente do Moodle e com recursos mais interativos, que poderia auxiliar nos estudos, destacando que ambos os ambientes podem estar disponíveis para os alunos.

4.3. Interconexão dos Resultados

A análise dos resultados em cada uma das três fases do processo de experimentação foi concluída, sendo descritas as análises estatísticas executadas, uma visão geral acerca dos dados provenientes do processo de monitoramento dos alunos que utilizaram o Mundo Virtual, e, interpretação dos resultados obtidos junto aos questionários aplicados, durante esta etapa de experimentação final.

É importante ressaltar que os grupos se formaram naturalmente em cada uma das três fases, com base nas escolhas pessoais de cada aluno em relação ao tipo de ambiente que iria utilizar ou nenhum deles. As notas tiveram variações altas e baixas em todos os grupos e em todas as fases, sendo verificados desempenhos variados, o que pode ser considerado positivo, visto que não houve predominância de um grupo com alunos com melhores notas ou que

continham somente alunos com maiores dificuldades de aprendizado. Portanto, para finalizar o processo de análise dos resultados provenientes deste estudo realizado, foi necessário efetuar uma averiguação comparativa do ponto de vista avaliativo, entre os resultados obtidos na primeira e terceira fase de testes.

O objetivo é comparar o desempenho dos grupos em cada ano e também analisar o desempenho geral de todos participantes destes grupos nestas duas fases, visto que os conteúdos abordados e o processo de experimentação executado foram os mesmos. A primeira análise realizada foi a comparação das avaliações realizadas na primeira e terceira fase pelos participantes do Grupo 2, ou seja, aqueles que haviam utilizado o ambiente Moodle.

O teste não-paramétrico de Wilcoxon Mann-Whitney foi aplicado, buscando estipular se a comparação de desempenho das duas amostras apresentou diferenças significativas nas medianas analisadas em cada uma das cinco avaliações realizadas. A execução das análises foi efetuada no *software* de análise estatística IBM SPSS em sua versão 18. O nível de significância adotado foi de 5%. Conjecturou-se duas hipóteses para cada uma das avaliações analisadas:

- Hipótese Nula (H0): não há diferença entre o desempenho mediano dos grupos;
- Hipótese Alternativa (HA): houve diferenças entre o desempenho mediano dos grupos;

A Tabela 11 apresenta os resultados da análise executada neste caso, em que se torna possível verificar que os grupos que utilizaram o Moodle na primeira e terceira fase, tiveram uma diferença significativa constatada somente na terceira avaliação, em que o p-valor (0,039) foi inferior a 0,05. Eles tiveram a mesma mediana no pré-teste e nas duas primeiras avaliações intermediárias realizadas, ressaltando a equiparação de desempenho destes participantes que utilizaram o ambiente Moodle. A terceira avaliação intermediária apresentou melhores resultados para o grupo da terceira fase, em que foi possível constatar uma diferença significativa de desempenho deste grupo em relação aos participantes da primeira fase, o que acarretou na rejeição da hipótese nula.

Tabela 11 – Comparação das medianas do Grupo 2 na primeira e terceira fase

Fase	Pré-teste	Aval. 1	Aval. 2	Aval. 3	Pós-teste
1º	50,00	84,00	85,00	85,00	88,00
3º	50,00	84,00	85,00	90,00	83,00
p-valor	0,653	0,973	0,683	0,039	0,144

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Uma possível justificativa para este desempenho foi a observação feita pelo professor, em que ele ressaltou a atualização do material didático utilizado na terceira unidade, sendo aprimorado os conteúdos, o que poderia ter sido um dos motivos para este aumento de desempenho. Por fim, o pós-teste apresentou uma melhora de desempenho do grupo da primeira fase de testes, mas de forma não significativa. O professor observou uma certa queda de performance da turma da terceira fase nesta última avaliação, refletindo que talvez devido ao desempenho positivo nas avaliações anteriores, eles tenham se preocupado menos com a questão das notas, por estar com um bom desempenho na média geral da disciplina.

No caso do Grupo 3, que utilizou o Mundo Virtual, o mesmo procedimento de análise estatística foi adotado para averiguar os resultados nas avaliações da primeira e terceira fase. A Tabela 12 apresenta os resultados das medianas nas cinco avaliações, em que foi possível constatar diferença significativa somente na terceira avaliação. O pré-teste do Grupo 3 nas duas fases apresentou a mesma mediana, assim como ocorreu com o Grupo 2, mostrando a similaridade de desempenho nesta avaliação inicial.

Os participantes da terceira fase apresentaram medianas superiores ao grupo da primeira fase nas três avaliações intermediárias, sendo que nas duas primeiras não foi possível constatar diferenças significativas. No caso da terceira avaliação, assim como ocorreu no Grupo 2, o Grupo 3 da terceira fase apresentou uma mediana superior, cujo p-valor de 0,035 foi superior a 0,05, sendo assim constatada diferença significativa e ocorrendo a rejeição da hipótese nula.

Tabela 12 – Comparação das medianas do Grupo 3 na primeira e terceira fase

Fase	Pré-teste	Aval. 1	Aval. 2	Aval. 3	Pós-teste
1º	60,00	92,00	87,00	85,00	94,00
3º	60,00	94,00	90,00	90,00	84,50
p-valor	0,955	0,989	0,887	0,035	0,068

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Desta forma, nas três avaliações intermediárias foi possível observar uma superioridade das medianas no grupo da terceira fase. Uma das possíveis razões neste caso, além da atualização do material didático, conforme descrito anteriormente, pode estar voltado às melhorias realizadas no Mundo Virtual (descrito na terceira fase), assim como, a realização dos encontros presenciais no laboratório de informática e sua utilização de forma mais consistente pelos usuários no formato a distância.

Com relação ao pós-teste realizado, o mesmo caso do Grupo 2 ocorreu com o Grupo 3, em que a mediana do grupo da primeira fase foi superior ao grupo da terceira fase, mas não foi

possível constatar diferença significativa. A mesma observação foi realizada pelo professor neste caso, sendo justificada a queda de performance da turma da terceira fase nesta última avaliação, refletindo que talvez devido ao desempenho positivo nas avaliações anteriores, eles tenham se preocupado menos com a questão das notas, por estar com um bom desempenho na média geral da disciplina.

Efetuada a análise comparativa da primeira e terceira fase em cada um dos dois grupos, se torna indispensável analisar de forma geral o desempenho de todos os grupos nestas duas fases. Para isso, o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi aplicado, buscando estipular se a comparação de desempenho dos três grupos apresentou diferenças significativas nas medianas analisadas em cada uma das cinco avaliações realizadas. A execução das análises foi efetuada no *software* de análise estatística IBM SPSS em sua versão 18. O nível de significância adotado foi de 5%. Conjecturou-se novamente duas hipóteses para cada uma das avaliações analisadas:

- Hipótese Nula (H₀): não há diferença entre o desempenho mediano dos grupos;
- Hipótese Alternativa (H_A): houve diferenças entre o desempenho mediano dos grupos;

O Grupo 1 ficou formado somente pelos participantes da primeira fase que não usaram nenhum ambiente, visto que na terceira fase este tipo de grupo não foi formado. Com relação ao Grupo 2, ele ficou formado para esta análise pelos participantes da primeira e terceira fase que utilizaram o Moodle, assim como o Grupo 3 ficou formado pelos participantes destas duas fases que utilizaram o Mundo Virtual. O objetivo foi averiguar o desempenho geral dos grupos e fornecer uma visão geral da avaliação do método, considerando participantes de anos diferentes, mas que estiveram sendo testados com as mesmas condições, com exceção do Grupo 1 que esteve somente em 2016.

A Tabela 13 apresenta os resultados da análise realizada, em que as medianas dos grupos 2 e 3 abrangem os valores da primeira e terceira fase de testes, enquanto a mediana do Grupo 1 aborda somente a primeira fase. Assim como observado nas análises realizadas anteriormente nestas duas fases, em que o Grupo 3 que utilizou o Mundo Virtual obteve desempenhos superiores nas medianas, nesta análise novamente foi possível constatar este fato.

Neste caso, houve uma diferença significativa de desempenho entre o Grupo 3 e o Grupo 1, que não utilizou nenhuma plataforma. Esta constatação é uma interessante observação a ser analisada, em que os participantes do Grupo 1 não se mostraram dispostos a interagir com nenhum ambiente e obtiveram desempenhos inferiores desde o pré-teste até o pós-teste, o que poderia indicar até uma ausência de empenho destes nos conteúdos abordados na disciplina,

além da falta de suporte providos pelos recursos presentes em ambos os ambientes no momento de estudar.

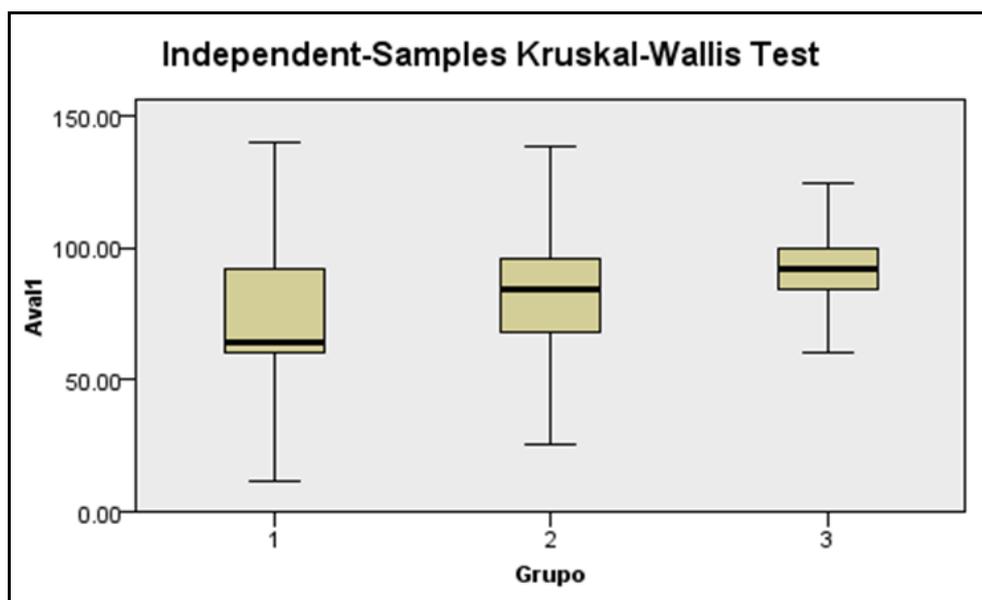
Tabela 13 – Comparação das medianas dos grupos na primeira e terceira fase

Grupo	Pré-teste	Aval. 1	Aval. 2	Aval. 3	Pós-teste
1	40,00	64,00	70,00	75,00	65,00
2	50,00	84,00	85,00	85,00	83,00
3	60,00	92,00	90,00	90,00	88,00
p-valor	0,041	0,007	0,027	0,101	0,059

Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

No caso da primeira avaliação intermediária, na primeira e terceira fase, as medianas do Grupo 3 foram superiores aos demais grupos, sendo significativa a diferença na terceira fase. Nesta análise, se torna possível identificar que houve diferença significativa (p-valor de 0,041 menor que 0,05), o que remete a rejeição da hipótese nula e apresenta um desempenho superior do Grupo 3 com relação ao Grupo 1. Na comparação entre os grupos pelo *Box Plot*, vista na Figura 74, se torna possível visualizar que assim como ocorreu anteriormente nestas duas fases, o Grupo 3 apresenta uma distribuição mais concentrada das notas com menor amplitude e maior mediana, o que remete a uma menor variabilidade. Isso permite inferir que o desempenho do Grupo 3 mostrou indícios de superioridade em todas análises quando comparado com o Grupo 1 e foi igualmente bem ou superior nesta avaliação quando comparado com o Grupo 2.

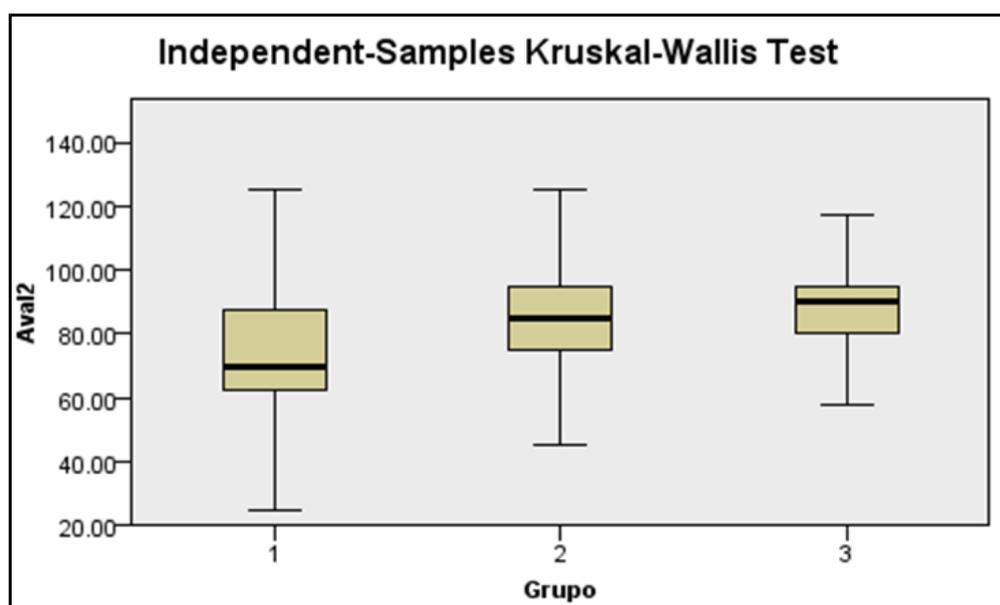
Figura 74 – *Box Plot* da comparação entre grupos na primeira avaliação intermediária



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Na segunda avaliação, as medianas do Grupo 3 foram superiores aos demais grupos nas duas fases analisadas anteriormente, mas não houve diferença significativa. Nesta análise, se torna possível identificar que houve diferença significativa (p-valor de 0,007 menor que 0,05), o que remete a rejeição da hipótese nula, e, apresenta um desempenho superior do Grupo 3 com relação ao Grupo 1. Na comparação entre os grupos pelo *Box Plot*, vista na Figura 75, assim como ocorreu anteriormente nestas duas fases, novamente foi possível identificar que o Grupo 3 apresenta uma distribuição mais concentrada das notas, com menor amplitude e maior mediana, o que remete a uma menor variabilidade. Assim como na primeira avaliação, esta análise permite inferir que o desempenho do Grupo 3 mostrou indícios de superioridade em todas análises quando comparado com o Grupo 1, e, foi igualmente bem ou superior nesta avaliação, quando comparado com o Grupo 2.

Figura 75 – *Box Plot* da comparação entre grupos na segunda avaliação intermediária



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

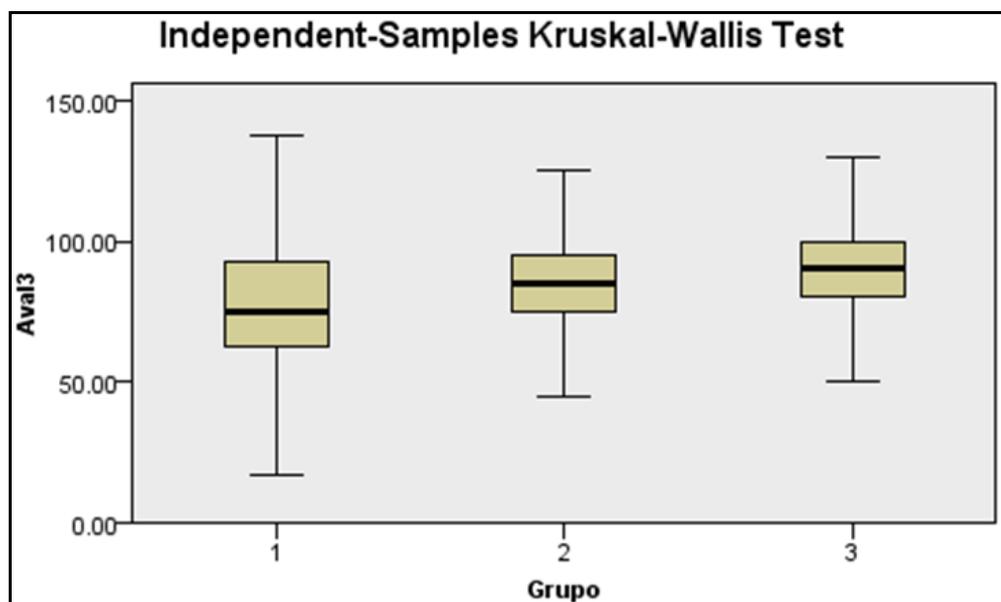
Na terceira avaliação, as medianas do Grupo 3 foram iguais às medianas do Grupo 2 na primeira e terceira fase, enquanto foi superior na primeira fase, quando comparada com a mediana do Grupo 1. Nesta análise, se torna possível identificar que não houve diferença significativa, o que remete a manutenção da hipótese nula, mas a mediana do Grupo 3 foi superior aos demais. Na comparação entre os grupos pelo *Box Plot*, vista na Figura 76, se torna possível observar que o Grupo 3 quando comparado com o Grupo 1, apresenta uma distribuição mais concentrada das notas com menor amplitude, o que remete a uma menor variabilidade. Na comparação entre os grupos 2 e 3, se torna possível observar uma similaridade na distribuição

das notas e amplitude, em que apesar da mediana ter sido superior no Grupo 3 nesta análise, demonstra a equiparação de desempenho destes dois grupos nesta avaliação nas duas fases.

Por fim, a análise do pós-teste na primeira fase remeteu a uma superioridade da mediana do Grupo 3 com relação aos demais, sendo significativa a diferença quando comparada com o Grupo 1. No caso da terceira fase, não houve diferença significativa, mas o Grupo 3 teve uma mediana superior ao Grupo 2. Nesta análise realizada entre as duas fases, conforme vista na Figura 77, se torna possível verificar no *Box Plot* que a mediana do Grupo 3 foi superior às demais medianas, sendo que o p-valor foi igual 0,059, próximo de 0,05, o que resultaria em uma diferença significativa em relação ao Grupo 1.

Assim como ocorreu na primeira e terceira fase, nesta análise foi possível verificar que a concentração das notas está melhor distribuída no Grupo 3, com menor amplitude, o que resulta em uma menor variabilidade das notas. Isto remete a um desempenho superior do Grupo 3 quando comparado com o Grupo 1, assim como resulta em um desempenho igual ou superior deste grupo em relação ao Grupo 2, nas duas fases.

Figura 76 – *Box Plot* da comparação entre grupos na terceira avaliação intermediária

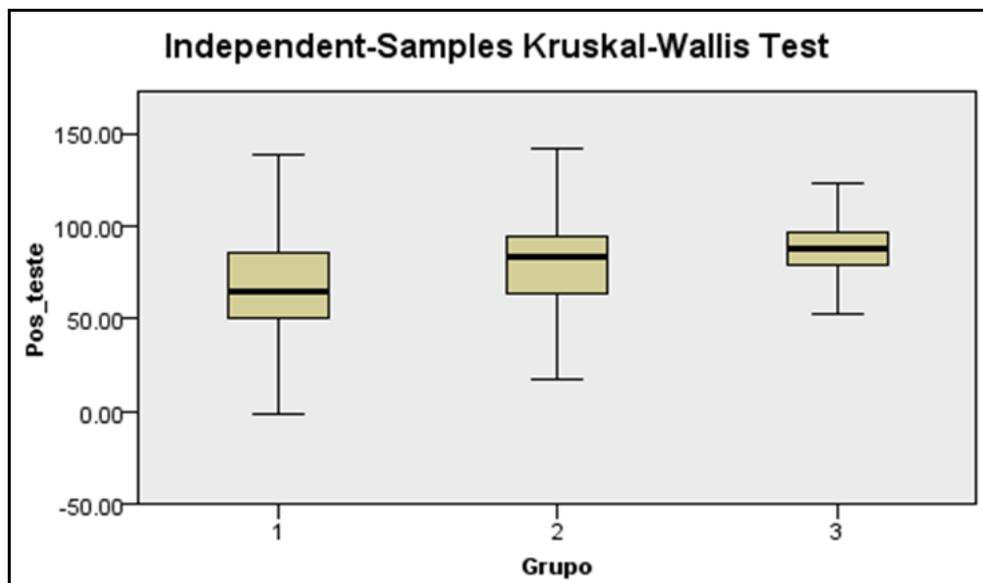


Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Esta análise realizada reforçou a tendência constatada na interpretação dos resultados das três fases de experimentação do método proposto, em que foi verificar que o desempenho do grupo que utilizou o Mundo Virtual, em relação ao grupo que não usou nenhum ambiente, foi sempre superior nas duas primeiras fases, sendo de forma significativa ou não. As medianas, a forma de distribuição das notas, amplitude e variabilidade nas avaliações das duas fases foram melhores no Grupo 3 do que no Grupo 1, o que claramente demonstra a superioridade de

desempenho dos participantes que contaram com as atividades de reforço no Mundo Virtual no seu processo de aprendizagem, quando comparado com aqueles que estudaram somente com suas anotações.

Figura 77 – *Box Plot* da comparação entre grupos no pós-teste



Fonte: retirado da análise realizada no *software* SPSS v. 18

Na comparação entre o grupo que utilizou o Mundo Virtual e o grupo que utilizou o ambiente Moodle, as análises realizadas nas três fases não demonstram diferenças significativas na verificação estatística executada, com exceção da primeira avaliação intermediária da terceira fase, em que o Grupo 3 foi melhor que o Grupo 2. Apesar desta única constatação significativa de diferença no desempenho, em todas as avaliações das três fases, o desempenho do grupo que utilizou o Mundo Virtual foi igual ou superior ao desempenho do grupo que utilizou o Moodle, nos quesitos de valores das medianas, da forma de distribuição das notas, da amplitude e da variabilidade dos dados, sendo identificados mais casos de superioridade do Grupo 3 do que de igualdade nas análises das avaliações nas três fases.

Discorridas as percepções e constatações acerca dos resultados das avaliações e seu impacto no processo de aprendizagem dos estudantes, também se torna essencial destacar alguns pontos relacionados ao monitoramento dos usuários no Mundo Virtual e os questionários de opinião aplicados durante as três fases. No que concerne ao sistema de monitoramento adotado para este ambiente, sua necessidade foi identificada no Estudo Piloto idealizado, sendo criado para a primeira fase de testes e aprimorado na segunda fase, buscando melhorar a precisão dos dados coletados. Os sensores de interação inseridos em cada uma das salas criadas no ambiente, além dos registros efetuados referentes aos toques realizados nos objetos,

questionários realizados e conversações no canal de *chat* puderam fornecer uma grande gama de dados, que viabilizaram traçar as trajetórias de aprendizagem dos usuários no Mundo Virtual.

A terceira fase ficou caracterizada pelo aprimoramento do sistema de monitoramento, com a inclusão de mais duas ações realizadas pelos usuários e maior precisão do tempo de coleta dos dados, sendo os resultados retornados positivos, tanto para o mapeamento das trajetórias de aprendizagem dos indivíduos, quanto para a emissão de mensagens de estímulo de uso do Mundo Virtual durante o período de testes para os alunos que estavam tendo pouca interação. Desta forma, o retorno obtido com estes recursos foi instigador e essencial no apoio para aplicação do método proposto.

Por fim, os questionários de opinião aplicados ao final das três fases também auxiliaram a obter uma melhor percepção da opinião dos usuários, tanto aqueles que utilizaram o ambiente Moodle, quanto o Mundo Virtual. A aceitação de uso do Mundo Virtual, assim como do método proposto em todos os questionários é um fator essencial, e, que destaca os instigadores resultados obtidos em todas as aplicações realizadas durante este período de testes. Problemas e dificuldades também puderam ser identificados de forma clara, sendo estes mais focalizados na utilização do ambiente, mas sem afetar de forma incisiva o método proposto. Efetuadas tais descrições, o próximo capítulo apresenta as conclusões do estudo realizado sobre o método proposto neste trabalho de Tese.

5. CONCLUSÕES

A evolução tecnológica no campo educacional é uma realidade que se transforma rapidamente a cada dia que passa, emergindo desta onda de inovações, os mais variados tipos de recursos tecnológicos e formas de utilização para serem incorporados aos processos de ensino e aprendizagem. Neste escopo, a integração das Tecnologias da Comunicação e Informação no âmbito educacional podem ser encaradas como precursoras de soluções utilizadas no meio acadêmico, como o uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Dispositivos Móveis, Realidade Virtual e Aumentada, dentre outros.

A exploração dos recursos providos pelos ambientes de aprendizagem corroborou para a pesquisa de novas iniciativas, que pudessem vir a se tornar alternativas úteis para a Educação, tanto no que tange à educação presencial, quanto na educação a distância, dentre as quais emergiram os ambientes tridimensionais, comumente denominados de Mundos Virtuais. A forma de interação provida por este tipo de ambiente remete à exercitação de uma aprendizagem considerada mais ativa, em que os usuários se tornam precursores de seu processo de aprendizagem, em virtude da liberdade de acesso aos diversos tipos de materiais didáticos possíveis de serem dispostos em um Mundo Virtual.

Adjunto a este tipo de experiência, está a introdução de abordagens e teorias educacionais, que auxiliam a nortear a forma de condução das atividades didáticas conduzidas em um ambiente deste porte, e, que buscam fornecer alternativas claras para a avaliação dos usuários. Dentre as diferentes propostas difundidas no meio acadêmico, muitas delas amplamente consolidadas, se torna possível destacar a utilização do Mastery Learning, que tem sua base calcada na aprendizagem fundamentada em atividades de reforço e constante avaliação, sendo sua aplicação discutida concisamente no meio acadêmico, dividida entre defensores de sua utilização e pesquisadores contrários, que buscam destacar suas limitações.

Neste contexto, instigado pela agregação dos recursos tecnológicos providos pelos Mundos Virtuais, buscando explorar suas potencialidades no âmbito educacional, e, pela articulação das atividades didáticas desempenhadas neste ambiente, com base em uma abordagem educacional difundida, como é o Mastery Learning, se tornou possível construir este trabalho de Tese. O estudo realizado com os trabalhos relacionados, levantamento do referencial teórico e a revisão sistemática desenvolvida permitiram ao autor deste trabalho ampliar seu campo de conhecimento e identificar o estado da arte no que se refere a aplicação conjunta destas duas abordagens.

As constatações das análises efetuadas demonstraram a escassez de pesquisas envolvendo ambas as áreas de forma integrada, o que se mostrou motivador para o desenvolvimento deste trabalho. Portanto, se tornou possível elaborar o problema de pesquisa desta Tese, que buscou averiguar como estimular a melhoria do processo de aprendizagem dos estudantes, por meio da proposição de um método de ensino, pautado nos preceitos descritos na teoria Mastery Learning e integrado aos Mundos Virtuais.

Buscando explorar as potencialidades de cada uma destas áreas e dirimir suas limitações, foi proposto como objetivo, o desenvolvimento de um método para auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, tendo como base os preceitos do Mastery Learning e a utilização dos Mundos Virtuais, como ambiente de apoio nas atividades de reforço.

Sua articulação foi definida com base na literatura analisada e em testes realizados em um Estudo Piloto, que esteve centralizado na área de Informática, no escopo de Algoritmos e Lógica de Programação. Os resultados positivos advindos da análise realizada, mostrando indícios de melhoria na aprendizagem dos alunos, demonstraram um potencial instigador a ser explorado com relação a utilização do método, o que conseqüentemente, resultou na etapa de experimentação final desta Tese, sendo dividida em três fases realizadas com turmas do sexto ano do Colégio Militar de Porto Alegre.

Os resultados sucedidos da primeira fase de experimentação puderam ser considerados positivos, em que o grupo de alunos que utilizou o Mundo Virtual teve um desempenho mais elevado que o grupo que optou por não utilizar nenhum ambiente, inclusive sendo constatada de forma significativa a melhoria na avaliação do pós-teste para os participantes do Mundo Virtual. Com relação ao grupo que utilizou o Moodle, os resultados deste também foram positivos em relação ao grupo que optou por não testar nenhum dos ambientes, mas não estiveram constatadas significâncias.

Na comparação entre os grupos do Mundo Virtual e Moodle, não foi possível identificar diferenças significativas, entretanto, as medianas foram maiores para os participantes que utilizam o Mundo Virtual, assim como, houve melhor distribuição das notas nas avaliações e sua amplitude foram menores, acarretando em menor variabilidade. Isso resulta em um desempenho considerado tão bom quanto ao grupo do Moodle, ou até melhor, sendo esta análise positiva e instigadora, visto que se tratou da primeira fase de testes.

Corroborando com esta observação, está o correto funcionamento dos recursos do Mundo Virtual, sendo aprovado pelos estudantes, assim como o método proposto, que foi amplamente aceito nas respostas fornecidas no questionário aplicado. Adjunto a isto, também foi possível destacar a funcionalidade do sistema de monitoramento criado, o qual ajudou a

identificar o desempenho dos alunos e buscar instigar a maior participação destes. Demais dificuldades identificadas, como o ambiente mais lento e problemas na instalação do visualizador, foram analisados e corrigidos para a segunda fase.

Dada a continuidade do período de experimentação, a segunda fase contou com o mesmo grupo de alunos, somente alterando os conteúdos ministrados pelo professor da disciplina. Do ponto de vista avaliativo, foi possível identificar que os grupos do Mundo Virtual e Moodle tiveram desempenhos similares, inclusive nas notas das medianas nas avaliações. A diferença positiva ficou centralizada na melhor distribuição das notas pelo grupo do Mundo Virtual, apresentando uma menor amplitude e variabilidade. Em relação ao grupo que optou por não utilizar nenhum ambiente, os demais grupos obtiveram resultados melhores, entretanto, não foi viável identificar diferenças significativas nas avaliações, sendo um dos fatores decorrentes do baixo número de participantes para a análise estatística.

As melhorias realizadas para esta segunda fase resultaram em retornos positivos advindos das respostas fornecidas pelos participantes, em que os usuários do Mundo Virtual destacaram a interatividade do ambiente, cuja aprendizagem é mais ativa e experiencial, com ênfase em especial às simulações criadas, sendo consideradas úteis para a aprendizagem. O método proposto foi amplamente aceito novamente, sendo elogiado pelos participantes, o que resultou em um instigador cenário e corrobora com os resultados obtidos nas duas fases.

Com relação aos participantes do ambiente Moodle, eles destacaram os problemas anteriores descritos, mas ressaltaram em sua maioria, que teriam interesse em ter utilizado o Mundo Virtual, considerando tal alternativa interessante para o aprendizado. Novamente, o sistema de monitoramento, aprimorado para esta fase, teve papel essencial na coleta de dados referentes às interações dos usuários, sendo possível realizar o mapeamento das trajetórias de aprendizagem dos estudantes no Mundo Virtual.

Mesmo com os resultados positivos obtidos, foi considerado essencial a realização de um terceiro período de testes, com turmas diferentes, buscando averiguar o desempenho e comparar com as fases anteriores. Nesta fase, somente dois grupos foram estabelecidos, sendo formados por alunos que utilizaram o Mundo Virtual e o Moodle. Com base na *expertise* obtida nas duas primeiras fases, além da possibilidade de utilização mais adequada do laboratório de informática no colégio, o número de participantes foi maior no grupo do Mundo Virtual, sendo este um fator problemático nas fases anteriores.

Do ponto de vista avaliativo, os grupos tiveram desempenhos similares no que concerne às suas medianas nas avaliações, entretanto, a distribuição das notas esteve melhor concentrada no grupo do Mundo Virtual, acarretando em uma menor amplitude e variabilidade. Isso resulta

na inferência de que este grupo foi similar ou até melhor que os participantes que utilizaram o Moodle, sendo novamente um resultado positivo a ser considerado e essencial para a consolidação do método proposto.

Os resultados advindos dos questionários também foram positivos, em que as melhorias realizadas surtiram efeitos positivos, sendo novamente destacados os mesmos problemas envolvendo as fases anteriores, mas que acabam por transcender a ajuda por parte dos envolvidos, visto que são fatores externos ocorridos. Os participantes destacaram o auxílio do ambiente no processo de aprendizagem, destacando características como a interatividade, possibilidade de conversação, uso dos experimentos, *slides* e questões. Novamente, o método proposto foi aprovado amplamente pelos indivíduos, destacando sua utilidade na aprendizagem.

Buscando efetuar a comparação avaliativa entre a primeira e a terceira fase, por se tratar dos mesmos conteúdos e método proposto, sendo diferenciado somente os participantes, foi efetuada uma análise entre grupos. Os resultados apresentados destacaram a melhoria dos grupos da terceira fase em relação aos grupos da primeira fase, em que tanto os participantes que utilizaram o ambiente Moodle, quanto os usuários do Mundo Virtual, tiveram um acréscimo de desempenho nas avaliações finais.

Na comparação entre os três grupos criados, sem divisão de fases, foi possível constatar diferenças significativas em três das cinco avaliações realizadas, assim como nas demais, as medianas estiveram superiores. Isso resultou em diferenças significativas de desempenho do grupo do Mundo Virtual em relação ao grupo que não utilizou nenhuma abordagem.

Em comparação ao ambiente Moodle, os usuários do Mundo Virtual tiveram medianas superiores, com melhor distribuição das notas, menor amplitude e variação, mas sem significância. Isso pode ser considerado resultante das melhorias realizadas na organização das atividades no método proposto, assim como nas correções e progressos efetuados juntamente ao Mundo Virtual, o que acabou tornando o processo mais adequado para os participantes e resultou nesta melhoria constatada.

Portanto, se tornou possível identificar o melhor desempenho do grupo que utilizou o Mundo Virtual nas duas primeiras fases, quando comparado com o grupo que não utilizou nenhuma abordagem. Assim como, quando comparado o grupo do Mundo Virtual com o do Moodle, foi possível constatar um progressivo crescimento de desempenho em todas as fases dos participantes do Mundo Virtual, com medianas iguais ou superiores às dos participantes do Moodle, além da predominância de melhor distribuição das notas, com menor amplitude e variabilidade. Tüzün and Özding (2016) explicam que os Mundos Virtuais têm potencial para

fornecer aos indivíduos dados mais significativos e de longo prazo em comparação com os ambientes multimídia tradicionais ou interativos.

Desta forma, com base em um processo de experimentação que teve início com um Estudo Piloto para averiguar a viabilidade da proposta apresentada, perpassando à etapa de experimentação final, subdividida em três fases, nas quais foram identificados resultados positivos e instigadores, se tornou possível validar o método proposto, tornando clara a sua contribuição para o processo de ensino, aprendizagem e avaliação, contemplando assim o objetivo proposto neste trabalho de Tese.

O método proposto e validado teve sua base pautada nos preceitos do Mastery Learning, sendo realizada a adaptação de sua aplicabilidade para fornecer maior flexibilidade (menos instrucionista) e dispender de um menor tempo de execução e carga de trabalho ao professor. A sua execução foi realizada de forma consistente, sendo testada com diferentes turmas e consolidada sua viabilidade e impacto positivo nos processos de ensino e aprendizagem.

O uso dos Mundo Virtuais foi comprovado como alternativa complementar para as atividades de reforço propostas neste método, sendo ressaltada que sua escolha não inviabiliza o uso do ambiente Moodle, visto que se tratam de duas abordagens com características diferenciadas, permitindo assim a utilização de forma harmônica do Moodle (caso se considere necessário), com os Mundos Virtuais no método proposto. Buscando esclarecer melhor as contribuições e limitações desta abordagem, as próximas subseções abordam tais aspectos de forma detalhada.

5.1. Contribuições Computacionais

Com o intuito de apresentar as contribuições resultantes deste trabalho de Tese, se torna pertinente destacar os aportes fornecidos do ponto de vista computacional. Neste contexto, é importante ressaltar o amplo crescimento de pesquisas envolvendo os Mundos Virtuais no meio acadêmico, especialmente envolvendo sua aplicação no âmbito educacional. Silva (2012) explica que os Mundos Virtuais são uma tecnologia educacional inovadora com grande potencial na educação, enfatizando em particular o ensino a distância e o ensino superior, pois permitem diferentes atividades, como experiências, palestras, debates e jogos, além de favorecer as interações sociais entre estudantes.

Pardo et al. (2014) explicam que tais características, como a facilidade de utilização, caráter colaborativo e a atratividade presente nos recursos 3D, que ensejam uma nova e

instigante sensação de imersão ao usuário, se tornam responsáveis pela transformação destes ambientes em uma interessante alternativa para uso em diferentes áreas. Portanto, este trabalho buscou explorar as funcionalidades presentes neste tipo de abordagem, sendo criado um laboratório virtual como modelo para utilização em diferentes áreas de ensino, conforme demonstrado nos testes realizados nas áreas de Ciências e Informática. A inclusão de recursos como *slides*, vídeos, textos e questões também pode ser visto como um diferencial a ser destacado neste trabalho, possibilitando a inclusão de diferentes tipos de materiais didáticos.

Embora já explorado no meio acadêmico, o uso de simulações também pode ser considerado um importante avanço empreendido neste trabalho, sendo destacado o mapeamento completo realizado de todos os conteúdos do sexto ano da disciplina de Ciências, assim como o seu uso no ensino de Algoritmos e Programação, com a aplicação de *softwares*, como o Scratch for OpenSim. Reisoğlu et al. (2017) destacam que este tipo de recurso permite visualizar um determinado problema em diferentes perspectivas e pode incluir atividades virtuais que são difíceis de praticar com segurança na vida real.

A criação de um sistema de monitoramento das atividades realizadas pelos usuários dentro do Mundo Virtual também pode ser considerado um importante diferencial deste trabalho de Tese. A coleta de uma grande quantidade de dados referentes ao tipo de ação realizada pelo usuário, locais que visitou e quanto tempo permaneceu, objetos que foram tocados e demais pontos, se tornaram essenciais para efetuar o processo de mapeamento das trajetórias de aprendizagem dos estudantes, sendo assim uma alternativa válida para ser utilizada por docentes e pesquisadores para averiguar o desempenho das turmas.

Portanto, do ponto de vista computacional, principalmente no que concerne ao escopo dos Mundos Virtuais, este trabalho de Tese apresentou importantes inovações para o meio acadêmico, e, que conseqüentemente, auxiliam nos processos de ensino e aprendizagem. Desta forma, também se torna essencial a descrição das contribuições para o meio educacional.

5.2. Contribuições Educacionais

As contribuições computacionais estão interlaçadas com os aspectos educacionais difundidos neste trabalho de Tese, sendo destacado o alcance do objetivo final estabelecido, que culminou com a criação do método proposto. Desta forma, a proposição e validação de uma nova alternativa para o meio acadêmico se torna um dos principais pontos de contribuição apresentados no âmbito educacional.

O acervo elaborado com a descrição do referencial teórico, destacou a forma de condução da teoria educacional do Mastery Learning, suas vantagens e desvantagens, assim como os trabalhos relacionados construídos em diferentes áreas de ensino. A exposição da forma de aplicação desta teoria, perpassando à sua integração com as Tecnologias da Informação e Comunicação, do qual emergiram novas possibilidades de pesquisas, também se tornaram importantes pontos agregadores ao meio acadêmico. No âmbito dos recursos pedagógicos, as TIC têm sido apontadas como soluções inovadoras que oportunizam a elaboração de propostas educacionais mais dinâmicas, interativas e integradas à conjuntura atual (AVILA, 2016).

O estudo efetuado permitiu identificar limitações destacadas por diferentes pesquisadores, que criticavam o tempo exigido para a condução das atividades e a demasiada carga de trabalho dos professores, na forma proposta originalmente pela teoria do Mastery Learning. Entretanto, este mesmo estudo permitiu vislumbrar novas possibilidades de adaptação dos procedimentos adotados, buscando flexibilizar a questão temporal e concomitantemente diminuir a carga de trabalho do professor, cujo suporte principal esteve centralizado no uso dos recursos tecnológicos, mais especificamente, com a aplicação dos Mundos Virtuais de forma integrada a esta teoria.

Foi justamente neste ponto, levando em consideração suas limitações e vantagens, adjuntas a exploração dos recursos computacionais neste meio, que emergiram as iniciativas para a construção deste trabalho de Tese. A modificação do método proposto, alterando sua forma de condução e propondo sua integração a um ambiente de aprendizagem fora do contexto que vinha sendo aplicado em pesquisas anteriores, que abordaram o uso do Moodle, encaminhou novas frentes de exploração, que culminaram na criação e validação do método.

É essencial destacar que este método abrange os processos de ensino, aprendizagem e avaliação do aluno, buscando englobar a formação do aluno como um todo. A forma com que os conteúdos são organizados e elaborados, assim como, a esquematização para aplicação das atividades pelo professor, buscando auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes, por meio de avaliações e monitoramento de suas ações no ambiente utilizado, fazem com que haja uma abrangência adequada da formação do aluno.

Sua aplicação traz à tona o uso de forma interdisciplinar dos recursos do meio tecnológico e educacional, sendo permitida sua interligação com diferentes áreas de ensino, conforme apresentado neste trabalho de Tese, o que demonstra a capacidade de articulação e flexibilização do método elaborado, assim como abrange diferentes níveis de ensino, que variam do ensino fundamental ao superior. A partir desta discussão, cujo objetivo esteve

centralizado em destacar as contribuições deste trabalho, também se torna essencial destacar as principais limitações identificadas no decorrer deste processo.

5.3. Limitações

A pesquisa necessária para validar ou invalidar as hipóteses levantadas no início de uma Tese pode exigir um período intenso e longo de trabalho. No caso específico desta Tese, foram demonstradas, através de levantamentos bibliográficos, identificação de teorias, técnicas didáticas/tecnológicas e diversos experimentos, contribuições significativas ao meio acadêmico em diferentes áreas de ensino. Entretanto, não se descarta que hajam outras contribuições, ou que, o ambiente e os atores destes processos (ensino, aprendizagem e avaliação) sejam adaptados a um contexto bem diferente, estando em constante evolução com a realização de diferentes pesquisas futuras.

Desta forma, tanto durante quanto ao final do período da realização do estudo, foram sendo identificadas limitações referentes ao trabalho realizado, mas que, por restrições de tempo não puderam ser encaradas. Portanto, tais limitações podem ser consideradas formas construtivas de se melhorar a pesquisa realizada e servir de alerta aos demais pesquisadores sobre pontos críticos envolvendo o tema abordado na presente Tese. Como, por exemplo, a constatação de que o método proposto exige um trabalho interdisciplinar, colaborativo e articulado para a criação do Mundo Virtual com o material didático que os alunos terão que interagir, bem como, o monitoramento das interações possíveis.

O processo de implementação (desenvolvimento e implantação) do Mundo Virtual pode ser uma das questões mais complicadas da solução aqui proposta para um ambiente escolar (AVILA, 2016). Tal constatação foi baseada no trabalho essencial realizado pelo professor da disciplina, que de forma conjunta com o autor desta Tese, buscou articular as atividades complementares a serem propostas, auxiliar na criação das simulações no Mundo Virtual e revisar o processo como um todo. Estas atividades se tornaram valiosas para o correto e adequado funcionamento do método proposto.

Quanto ao processo de desenvolvimento de um Mundo Virtual, este exige conhecimentos tecnológicos mais avançados em informática e educação, o que na maioria dos casos, não é possível de ser realizado por professores que não detém conhecimentos destas áreas. Isso reforça a constatação de que uma equipe interdisciplinar se configura essencial para o desenvolvimento desta proposta apresentada e agrega qualidade ao trabalho desenvolvido.

No que concerne aos recursos do ambiente escolar que adote a solução do Mundo Virtual proposto, os principais problemas identificados estiveram centralizados nas limitações envolvendo infraestrutura como a velocidade de conexão da Internet e recursos de *Hardware*, conforme visto nas pesquisas de Young (2010) e Smith-Robbins (2011). Em virtude de se tratar de um ambiente tridimensional, que consome recursos de máquina e de conexão com a Internet, devido ao processo de renderização e armazenamento dos dados, este tipo de problema se torna natural de ocorrer e mais problemático, visto que acaba por fugir de certa forma da interferência do professor, sendo considerado como um fator externo que pode vir a ocorrer e prejudicar a interação dos alunos com os materiais didáticos disponibilizados.

A instalação e configuração do visualizador também foi encarado como um desafio, visto que se tratavam de crianças, com o auxílio dos pais, que deveriam realizar este processo em suas residências. Tal problemática acabou por resultar em número de participantes abaixo do esperado nas duas primeiras fases, visto que não era obrigatória a utilização do Mundo Virtual, mas que muitos alunos ressaltaram que gostariam de ter utilizado o ambiente. Corroborando com este contexto, está o fato do Mundo Virtual não fornecer um suporte adequado para uso em dispositivos móveis ou em uma página de um navegador (igual ao Moodle), sendo necessária a instalação de um *software* na máquina do usuário, o que acarreta em dificuldades de utilização pelos usuários, conforme as descritas anteriormente.

Tal ponto deve ser levado em consideração, identificando seu público alvo no momento de aplicar este tipo de método, assim como devendo ser articuladas formas de facilitar este processo. Torna-se importante ressaltar que apesar das limitações identificadas, o processo conseguiu ser conduzido de maneira adequada e a validação do método ocorreu corretamente.

5.4. Trabalhos Futuros

Uma das grandes contribuições de uma Tese é identificar outras possibilidades de pesquisa que podem revelar um grande número de trabalhos futuros. Desta forma, a conclusão deste trabalho é um marco importante, que apresenta a consolidação da pesquisa realizada e resulta em uma contribuição para o meio acadêmico. Entretanto, conforme descrito anteriormente, este processo acaba por se manter ativo, do qual novas pesquisas e investigações podem emergir futuramente.

Um dos principais aspectos a serem explorados está relacionado à utilização dos dispositivos móveis para ter acesso ao Mundo Virtual. Este acesso, embora possa ser realizado

através de um navegador da Internet, pode ser, também, através de um programa específico que personaliza e facilita explorar todos os recursos didáticos do Mundo Virtual. Tal problemática abrange um instigador campo de pesquisa a ser explorado futuramente, do qual podem emergir soluções importantes para o meio acadêmico e profissional, as quais auxiliariam de forma significativa para a difusão dos Mundos Virtuais.

A integração deste tipo de ambiente com o Moodle também pode ser considerada uma área de pesquisa interessante, por exemplo, a proposição da ferramenta Sloodle³⁸ já faz a referida integração. Embora este tipo de iniciativa seja interessante, ela tem perdido força no decorrer dos últimos anos, visto que, há um tempo considerável envolvido na criação e manutenção de um recurso em um Mundo Virtual, como ocorre em "mundos reais", em que é necessária uma manutenção periódica (GREGORY et al., 2015).

A criação de ferramentas de autoria de conteúdos didáticos que facilitem a disponibilização nos Mundos Virtuais é um trabalho futuro promissor. É considerado hoje um processo complexo por OLIVEIRA et al., (2016). Portanto, isto se caracteriza como uma necessidade ainda ativa, que facilitaria de forma significativa a dificuldade de desenvolvimento para professores de áreas não tecnológicas, permitindo a inclusão de materiais didáticos, como vídeos, *slides* e questões.

Neste contexto, também é importante destacar como possibilidade de pesquisa o desenvolvimento de atividades colaborativas dentro do Mundo Virtual. Tal escopo se caracteriza como um processo de que demanda criatividade por parte docente para a criação de tarefas a serem executadas de forma conjunta pelos estudantes, assim como necessita estar articulada às possibilidades de interação no ambiente com os recursos didáticos disponíveis.

O aprimoramento do sistema de monitoramento das interações dos alunos no Mundo Virtual com os materiais didáticos, que foi criado neste trabalho de Tese, pode ser considerado essencial, visto que tal procedimento abre um leque de possibilidades a serem exploradas por pesquisadores da área. Uma alternativa sugerida de aprimoramento seria a criação de um sistema para a geração de relatórios automatizados para professores e alunos, que poderia facilitar a visualização das trajetórias de aprendizagem dos estudantes em diferentes contextos e necessidades. Em consonância com este contexto, poderia ser explorado o uso de técnicas de mineração de dados, que permitiriam extrair padrões de comportamento e tendências referentes ao modo de utilização de uma turma ou de usuários individualmente.

³⁸ Disponível em: <https://www.sloodle.org/>

Os dados provenientes deste monitoramento também poderiam ser utilizados para captar informações sensíveis de contexto dos usuários, o que permitiria criar soluções automatizadas para melhorar a experiência interativa destes. O uso de agentes virtuais inteligentes também se torna uma possibilidade neste contexto, cujos dados provenientes do Mundo Virtual, adjunto a sua interligação com uma base de conhecimento adaptada ao conteúdo trabalhado na disciplina abordada, poderia fornecer a capacidade destes agentes se tornarem tutores virtuais sensíveis ao contexto do usuário, sendo que ao mesmo tempo, poderiam sanar dúvidas referentes aos tópicos trabalhados no ambiente.

As áreas de Realidade Aumentada e Realidade Virtual também tem tido uma expansão das pesquisas nos últimos anos no âmbito educacional, do qual emergem iniciativas que incluem a utilização de recursos tecnológicos, como óculos para visualização 3D. A plataforma de Mundos Virtuais denominada Sansar, atualmente ainda em desenvolvimento, tem como premissa a inclusão do uso deste tipo recurso tecnológico para movimentação no ambiente. Este tipo de abordagem poderia fornecer um nível mais elevado de interatividade aos usuários, com melhores qualidades gráficas e maior grau de imersão, sendo uma instigadora área de pesquisa a ser explorada futuramente para aprimoramento junto ao método proposto nesta Tese.

Desta forma, os resultados positivos obtidos nesta pesquisa abrem a possibilidade para a exploração de novas formas de aprimoramento do método proposto. Suas contribuições e limitações abrem espaço para que novas pesquisas possam ser criadas e desenvolvidas, cujos resultados poderão aprimorar ainda mais as áreas relacionadas desta Tese.

REFERÊNCIAS

ACHUFUSI, N. N.; AND MGBEMENA, C. O. The effect of using mastery learning approach on academic achievement of senior secondary school II physics students. **Elixir Edu. Tech.**, v. 51, p. 10735-10737, 2012.

ADEYEMO, S. A.; BABAJIDE, V. F. T. Effects of Mastery Learning Approach on Students' Achievement in Physics. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 5, n. 2, p. 910-920, 2014.

AGBOGHOROM, T. E. Mastery Learning Approach On Secondary Students' Integrated Science Achievement. **British Journal of Education**, v. 2, n. 7, p. 80-88, 2014.

ALLISON, C.; CAMPBELL, A.; DAVIES, C. J.; DOW, L.; KENNEDY, S.; MCCAFFERY, J. P.; MILLER, A. H. D.; OLIVER, I. A.; PERERA, G. I. U. S. Growing the Use of Virtual Worlds in Education: an OpenSim perspective. **European Immersive Education Summit**, p.1– 13, 2012.

AMARAL, E. M. H. **Processo de ensino e aprendizagem de algoritmos integrando ambientes imersivos e o paradigma de blocos de programação visual**. 2015, 255 f. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ANTONIO, C. P. Mundos virtuais 3d integrados à experimentação remota: aplicação no ensino de ciências. 2016. 162 f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, p. 1-162.

ARLIN, M.; WEBSTER, J. Time costs of Mastery Learning. **Journal of Educational Psychology**, v. 75, n. 2, p. 187–195, 1983.

ASHOUR, O. M.; RUSSELL, S. S.; WARLEY, L.; ONIPEDE, O. Redesign the Engineering Teaching and Assessment Methods to Provide More Information to Improve Students' Learning. **Frontiers in Education Conference**, p.1–6, 2014.

AVILA, B. G. Formação docente para a autoria nos mundos virtuais: uma aproximação do professor às novas demandas tecnológicas. 2016, 233 f. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

AVILA, B. G., TAROUCO, L. M. R., PASSERINO, L. M., GUTERER, P. Autoria nos Mundos Virtuais: um novo desafio ao docente. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 2, p. 1-10, 2014.

BAINBRIDGE, W. S. Online Worlds: Convergence of the Real and the Virtual. **Human-Computer Interaction Series**, Springer-Verlag, London Limited, p. 1-302, 2010.

BAKRI, H., ALLISON, C., MILLER, A., OLIVER, A. HTTP/2 and QUIC for Virtual Worlds and the 3D Web? **Procedia Computer Science**, v. 56, p. 242-251, 2015.

BANERJEE, I.; PERERA, I.; CHOUDHURY, J. Introducing Immersive Technologies for Learning. **Sixth International Conference on Contemporary Computing**, p.1 - 6, 2013.

BERNS, A.; GONZALEZ-PARDO, A.; CAMACHO, D. Game-like language learning in 3-D virtual environments. **Computers & Education**, v. 60, n. 1, p. 210-22, 2013.

BLOOM, B. S. Learning for Mastery. **Regional Education Laboratory for the Carolinas and Virginia, Topical Papers and Reprints**, v. 1, n. 2, p. 1-12, 1968.

BLOOM, B. The 2 Sigma Problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. **Educational Researcher**, v. 13, n. 6, p. 4-16, 1984.

BOHNSTEDT, C.; HENRIKSEN, M.; LARSEN, M. E.; KIRK, U. B.; POULSEN, J. H.; CORTES, D.; LAURITSEN, D. Implementation of blended learning and mastery learning principles to increase pediatric resuscitation skills of final semester medical students. **Resuscitation**, v. 106, n. 1, p. 77, 2016.

BOS, A. S.; MULLER, F.; BERNARDI, G.; DALSSASSO, P.; ROSA, L. H. C. Museu Virtual 3D da História da Computação. **Nuevas Ideas en Informática Educativa (TISE)**, p.665–668, 2013.

BOSSE, Y.; GEROSA, M. A. Why is programming so difficult to learn? Patterns of Difficulties Related to Programming Learning. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**, v. 41, n. 6, p. 1-6, 2016.

Brasil; Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica: diversidade e inclusão. Brasília, Brasil: Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, 2013.

Brasil; Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais. Brasília, Brasil: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental, 1998.

BRESSAN, M. L. Q.; AMARAL, M. A. A utilização de ambiente visual de programação para a contribuição do desenvolvimento do processo criativo. **Revista Intersaberes**, v.11 n. 24, p. 1-10, 2016.

BRITO, A. E.; SILVA, M. A.; BARBOSA, D.; VASCONCELOS, J.; FIGUEIREDO, L.; SOARES, R.; GASPAR, M. I. A sistematização da aprendizagem em ambientes virtuais: potencialidades de um modelo de ensino. **II Congresso Internacional TIC e Educação**, p. 190-206, 2012.

CÂMERA, F. G.; SILVA, O. **Estatística não-paramétrica: Testes de hipóteses e medidas de associação**. 2001. 121f. Monografia, Ponta Delgada, 2001.

CAMILLO, R. D. Interação no componente on-line de cursos semipresenciais: a visão dos participantes. **Linguagens e Diálogos**, v. 2, n. 2, p. 45-68, 2011.

CAPALDI, F. M. Mastery Learning in Statics Using the STEMSE Online Learning Environment. **Proceedings of 2014 Zone 1 Conference of the American Society for Engineering Education (ASEE Zone 1)**, p.1-3, 2014.

CARMO, F. M. DO. Mundo Virtual 3D em plataforma aberta como interface para ambientes de aprendizagem. 2013. 117 f. Dissertação, Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CARROLL, J. B. A model of school learning. **Teachers college record**, v. 64, n. 8, p. 723-733, 1963.

CHANG, M. K.; LAW, M. S. P. Factor Structure for Young's Internet Addiction Test: a confirmatory study. **Computer in Human Behavior**, v. 24, n. 6, p. 2597–2619, 2008.

CHIU, J. L., DEJAEGHERC, C. J.; CHAOB, J. The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties. **Computers & Education**, v. 85, pag. 59-73, 2015.

CHOW, M. Determinants of presence in 3D virtual worlds: A structural equation modelling analysis. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 32, n. 1, p. 1-18, 2016.

CHRISTENSEN, I.; MARAUNCHAK, A.; STEFANELLI, C. Added value of teaching in a virtual world. In R. Teigland & D. Power (Eds.) **The immersive Internet, Hampshire: Palgrave Macmillan**, p. 125-137, 2013.

COLE, P.; CHAN, L. **Methods and strategies for special education**. Sydney: Prentice Hall, 386 p., 1990.

COLIN, A.; MILLER, A.; STURGEON, T.; NICOLL, J. R.; PERERA, I. Educationally Enhanced Virtual Worlds. **40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**, p.1–6, 2010.

CONFREY, J.; CORLEY, A. P. M.; ANDREW, K. Equipartitioning/splitting as a foundation of rational number reasoning using learning trajectories. **33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**. p. 345-353, 2009.

COOK, D. A.; BRYDGES, R.; ZENDEJAS, B.; HAMSTRA, S. J.; HATALA, R. Mastery Learning for Health Professionals Using Technology-Enhanced Simulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Academic Medicine**, v. 88, n. 8, p 1178–1186, 2013.

CORCORAN, T.; MOSHER, F. A.; ROGAT, A. Learning Progressions in Science: an evidence-based approach to reform. **Consortium for Policy Research in Education**, p. 1-86, 2009.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 1-38, 1951.

DALGARNO, B.; LEE, M. J. W. What are the learning affordances of 3-D virtual environments? **British Journal of Educational Technology**, v. 41, n. 1, p. 10-32, 2010.

DAMAVANDI, M. E.; KASHANI, Z. S. Effect of Mastery Learning method on performance and attitude of the weak students in chemistry. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, v. 5, p. 1574–1579, 2010.

DEVLIN, A. M.; LALLY, V.; CANAVAN, B.; MAGILL, J. The Role of the “Inter-Life” Virtual World as a Creative Technology to Support Student Transition into Higher Education. **Creative Education**, v. 4, n. 7, p. 191-201, 2013.

DIAS, E.; FILHO, E. J. M. Consumer Behavior in the Educational Sector: Adoption and Acceptance of New Technologies, **Pretext Magazine**, v. 14, n. 2, p. 77-95, 2013.

DIEGELMAN-PARENTE, A. The Use of Mastery Learning With Competency-Based Grading in an Organic Chemistry Course. **Journal of College Science Teaching**; v. 40, n. 5, p. 50-58, 2011.

DOLAN, L.; FORD, C.; NEWTON, V.; KELLAM, S. G. The Mastery Learning Manual. **Baltimore, MD: The John Hopkins Prevention Research Center**, 1989.

FAN, X.; LUO, W.; WANG, J. Mastery Learning of Second Language through Asynchronous Modeling of Native Speakers in a Collaborative Mobile Game. *Serious + Educational + Exer Games*. **CHI**, p. 1-12, 2017.

FERNANDES, S., ANTONELLO, R., MOREIRA, J. & KAMIENSKI, C. Traffic Analysis Beyond This World: the Case of Second Life. **NOSSDAV**, Urbana, Illinois USA, p. 1-7, 2007.

FERNÁNDEZ-GALLEGO, B.; LAMA, M.; VIDAL, J. C.; MUCIENTES, M. Learning analytics framework for educational virtual worlds. **Procedia of Computer Science**, v. 25, p. 443–447, 2013.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3^a ed., 408 p., 2009.

FRIEDERICHS, H.; BROUWER, B.; MARSCHALL, B.; WEISSENSTEIN, A. Mastery learning improves students skills in inserting intravenous access: a pre-post-study. **GMS Journal for Medical Education**, v. 33, n. 4, p. 1-7, 2016.

FULLAN, M. The new pedagogy: Students and teachers as learning partners. **Learning Landscapes**, v. 6, n. 2, p. 23-29, 2013.

GAMAGE, V.; TRETIAKOV, A.; CRUMP, B. Author links open the author workspace. Teacher perceptions of learning affordances of multi-user virtual environments. **Computers & Education**, v. 57, n. 4, pag. 2406-2413, 2011.

GASPAR, M. I.; PEREIRA, A.; TEIXEIRA, A. I. O. Paradigmas no Ensino e Aprendizagem. **EA:tep**, Universidade Aberta, 2008.

GEORGE, D., MALLERY, P. **SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference**. Fourth Edition, p. 1-63, 2003.

GHANI, N. A.; Hamim, N.; Ishak, N. I. Applying Mastery Learning Model In Developing E-Tuition Science For Primary School Students. **Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT)**, v. 3, n. 2, p. 43-49, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 184 p., 2010.

GLADDING, G.; GUTMANN, B.; SCHROEDER, N.; STELZER, T. Clinical study of student learning using mastery style versus immediate feedback online activities. **Physical review special topics - physics education research**, v. 11, p. 1–8, 2015.

GOMES, J. D. C. **Mundos virtuais e realidade aumentada – desenvolvimento e implementação de artefactos de média-arte digital para o ensino de educação musical no ensino básico**. 2016. 375 f. Tese de Doutorado, Média-Arte Digital, Universidade Aberta, p. 1-375, 2016.

GOMES, J. D. C., & FIGUEIREDO, M. J. G. Desenvolvimento de recursos educativos em Mundos virtuais. **WCCA 2014 World Congress on Communication and Arts**, v. 7, p. 1-10, 2014.

GONZALEZ, L., & KARDONG-EDGREN, S. Deliberate practice for mastery learning in nursing. **Clinical Simulation in Nursing**, v. 13, n. 1, p. 10-14, 2017.

GONZALEZ-SANCHEZ, J.; CHAVEZ-ECHEAGARAY, M. E.; GIBSON, D.; ATKINSON, R. Multimodal Affect Recognition in Virtual Worlds: Avatars Mirroring User's Affect. **Humane Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction**, p. 1- 2, 2013.

GORINI, A.; GAGGIOLI, A.; VIGNA, C.; RIVA, G. A Second Life for eHealth: Prospects for the Use of 3-D Virtual Worlds in Clinical Psychology. **Journal of Medical Internet Research**, v. 10, n.3, p. 1-12, 2008.

GREGORY, S., SCUTTER, S., JACKA, L., MCDONALD, M., FARLEY, H., & NEWMAN, C. Barriers and Enablers to the Use of Virtual Worlds in Higher Education: An Exploration of Educator Perceptions, Attitudes and Experiences. **Educational Technology & Society**, v. 18, n. 1, p. 3–12, 2015.

GREIS, L. K.; REATEGUI, E. B.; MARQUES, T. B. I. Um Simulador de Fenômenos Físicos para Mundos Virtuais. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 12, n. 1, p. 51-62, 2013.

GRIOL, D.; MOLINA, J.; CALLEJAS, Z. An approach to develop intelligent learning environments by means of immersive virtual worlds. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**, v. 6, n. 2, p. 237–255, 2014.

Griswold-Theodorson, S.; Ponnuru, S.; Dong, C.; Szyld, D.; Reed, T.; McGaghie, W. C. Beyond the Simulation Laboratory: A Realist Synthesis Review of Clinical Outcomes of Simulation-Based Mastery Learning. **Academic Medicine**, v. 90, n. 11, p. 1-9, 2015.

GUERRERO, G.; AYALA, A.; MATEU, J.; CASADES, L.; ALAMÁN, X. Integrating Virtual Worlds with Tangible User Interfaces for Teaching Mathematics: A Pilot Study. **Sensors**, v. 16, n. 11, p. 1775, 2016.

GUILLERMO, O. E. P. **Uso de laboratórios virtuais de aprendizagem em mecânica dos fluidos e hidráulica na engenharia**. 2016. 162 f. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal de Porto Alegre, Porto Alegre, 2016.

GUIMARÃES, A. M.; DIAS, R. Ambientes de Aprendizagem: reengenharia da sala de aula. Coscarelli, C. V. (Org.). **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**, 3 ed., Belo Horizonte, Autêntica, 2006.

GUSKEY, T. Lessons of Mastery Learning. **Educational Leadership**, v. 2, n. 68, p. 52–57, 2010.

GUSKEY, T. R.; PIGOTT, T. D. Research on group-based Mastery Learning programs: A meta-analysis. **Journal of Educational Research**, v. 4, n. 81, p. 197–216, 1988.

HERPICH, F. ELAI: **Intelligent Agent adaptive to the Level of Expertise of Students**. 2015. 196 f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

HERPICH, F.; FILHO, T. A. R.; TIBOLA, L. R.; FERREIRA, V. A.; TAROUCO, L.M.R. Learning Principles of Electricity Through Experiencing in Virtual Worlds. In: Beck D. et al. (eds) Immersive Learning Research Network. **Communications in Computer and Information Science**, v. 725. Springer, Cham, 2017.

HERPICH, F.; NUNES, F. B.; CAZELLA, S. C.; TAROUCO, L. M. R. Mineração de Dados Educacionais: uma análise sobre o engajamento de usuários em mundos virtuais. **Anais dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, p. 1-10, 2016.

HERPICH, F.; NUNES, F. B.; VOSS, G. B.; JARDIM, R. R.; MEDINA, R. D. Ambiente Virtual Imersivo para ensino em Redes de Computadores: uma proposta usando Agentes Inteligentes. **25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 65–69, 2014.

HSIAO, I. Y. T.; LAN, Y.; KAO, C.; LI, P. Visualization Analytics for Second Language Vocabulary Learning in Virtual Worlds. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 20, n. 2, p. 161-175, 2017.

HUANG, H.; SU, J.; LEE, C. Low-Cost and Effective Student-Oriented Mastery Learning Simulator for Programming Course. **International Journal of Information and Education Technology**, v. 7, n. 3, p. 1-5, 2017.

HUSSAIN, I.; SULEMAN, Q. Effect of Bloom's Mastery Learning Approach on Students' Academic Achievement in English at Secondary Level. **Journal of Literature, Languages and Linguistics**, v.23, p. 1-9, 2016.

HWANG, W.; HU, H. Analysis of peer learning behaviors using multiple representations in virtual reality and their impacts on geometry problem solving. **Computers & Education**, v. 62, p. 308-319, 2013.

IVORY, J. D. **Virtual Lives: A Reference Handbook**. Santa Barbara: ABC-CLIO, 269 p., 2012.

JACKA, L. Virtual worlds in pre-service teacher education: **The introduction of virtual worlds in preservice teacher education to foster innovative teaching-learning processes**. 2015. 304 f. Tese de Doutorado, Southern Cross University, 2015.

JACOBSON, M. J.; TAYLOR, C. E.; RICHARDS, D. Computational scientific inquiry with virtual worlds and agent-based models: new ways of doing science to learn science. **Journal of Interactive Learning Environments**, v. 24, n. 8, p. 1-10, 2016.

JARDIM, R. R.; KRASSMANN, A. L.; FALCADE, A.; HERPICH, F.; SANTOS, L. M. A.; MEDINA, R. D. U-LabCloud: laboratório virtual ubíquo. **Nuevas Ideas en Informática Educativa (TISE)**, p. 385-393, 2014.

JERÓNIMO, F. M. N. L. **Mastery Learning: Que contributos para o ensino-aprendizagem de alunos de Português no 10º ano?** 2013. 349 f. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Supervisão Pedagógica, Universidade Aberta de Portugal, 2013.

JOHN, K. K.; BARCHOK, H. K. Effects of Cooperative Mastery Learning Approach on Students' Motivation to learn Chemistry by Gender. **Journal of Education and Practice**, p. 91-97, 2014.

JOHNSON, C. M.; VORDERSTRASSE, A.; SHAW, R. Virtual Worlds in Health Care Higher Education. **Journal of Virtual Worlds Research**, v. 2, n. 2, p. 1-12, 2009.

JONASSEN, D. O uso das tecnologias na Educação à Distância e as aprendizagens construtivistas. **Em Aberto**, Brasília, n. 70, p. 1-19, 1996.

JONASSEN, David H. **Designing Constructivist Learning Environments**. Reigeluth, Charles M. Instructional-Design Theories and Models. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, p. 215-239, 1999.

JÚNIOR, G. D. C. **Trajetórias de aprendizagem de alunos de ensino médio: produção de significados em um curso introdutório de física térmica**. 2005. 265 f. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

KAFAI, Y. B. From Computational Thinking to Computational Participation in K–12. **Communications of the ACM**, v. 59, n. 8, p. 1-15, 2016.

KAZU, I. Y.; KAZU, H.; OZDEMIR, O. The Effects of Mastery Learning Model on the Success of the Students Who Attended “Usage of Basic Information Technologies” Course. **Educational Technology & Society**, v. 8, n. 4, p. 233–243, 2005.

KENNEDY-CLARK, S. Pre-service teachers’ perspectives on using scenario-based virtual worlds in science education. **Computers & Education**, v. 57, n. 4, p. 2224–2235, 2011.

KHAN, M. S.; SAFAAN, S. A. Frequency of Attendance and Interaction of Students in 3D Multi-User Virtual Environments (MUVEs): The Effect on Learning English Language. **Advances in Social Sciences Research Journal**, v. 4, n. 6, p. 1-12, 2017.

KICKMEIER-RUST, M. D.; ALBERT, D. Learning Analytics to Support the Use of Virtual Worlds in the Classroom. **Human-Computer Interaction and Knowledge Discovery in Complex**, p. 358–365, 2013.

KOLB, D. **Experiential Learning: experience as the source of learning and development**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 416 p., 1984.

KONSTANTINIDIS, A.; TSIATSOS, T.; DEMETRIADIS, S.; POMPORTSIS, A. Collaborative Learning in OpenSim by Utilizing SLoodle. **Sixth Advanced International Conference on Telecommunications**, p. 90–95, 2010.

KOTSILIERIS, T.; DIMOPOULOU, N. The evolution of e-Learning in the context of 3D virtual worlds. **Electronic Journal of e-Learning**, v. 11, n. 2, p. 147–167, 2013.

KRASSMANN, A. L.; PASCHOAL, L. N.; FALCADE, A.; MEDINA, R. D. JASPION: Jogo Sérioso Educacional Sensível ao Contexto Integrado ao Mundo Virtual OpenSim. **Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 1-10, 2015.

KULIK, C. L.; KULIK, J. A.; BANGERT-DROWNS, J. Effectiveness of Mastery Learning programs: A meta-analysis. **Review of Educational Research**, v. 60, n. 1, p. 1-35, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do Trabalho científico**. Atlas, 7ª ed., 228 p., 2007.

LAZAROWITZ, R.; BAIRD, J. H.; BOWLDEN, V.; HERTZ-LAZAROWITZ, R. Teaching biology in a group mastery learning mode: high school students' academic achievement and affective outcomes. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 4, p. 447-462, 1996.

LEE, K.; PARK, J.; PARK, C.; KIM, S.; OH, H. S. **Simulation-Based SAM (Surface-to-Air Missile) Analysis in OpenSIM (Open Simulation Engine for Interoperable Models)**. J.-H. Kim et al. (Eds.): AsiaSim2011, PICT 4, p. 345–351, 2012.

LEITE, W.S.S. Sociedade moderna e tecnologias na educação: reflexões e perspectivas sobre a realidade no Brasil. **Revista Liberato**, v. 15, n. 24, p. 1-14, 2014.

LEONARD, W. J.; HOLLOT, C. V.; GERACE, W. J. Mastering Circuit Analysis: An innovative approach to a foundational sequence. **38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**, p.1–6, 2008.

LERCARI, N. **Simulating History in Virtual Worlds**. In: Sivan Y. (eds) Handbook on 3D3C Platforms. Progress in IS. Springer, Cham, 2016.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes**. Archives of Psychology, p. 1-53, 1932.

LIN, C-H., LIU, E. Z.-F., CHEN Y.-L., LIOU, P.-Y., CHANG, M., WU, C.-H., YUAN, S.-M. Game-Based Remedial Instruction in Mastery Learning for Upper-Primary School Students. **Educational Technology & Society**, v. 16, n. 2, p. 271–281, 2013.

LIVINGSTONE, D.; PEACHEY, A.; CALLAGHAN, M.; et al. **Further explorations on Supporting Learning in Virtual Worlds with Web-Based Learning Environments**. C. D. Kloos; J. J. G. Rueda; M. B. I. Espiga (Orgs.); 1st European Immersive Education Summit, p. 66–71, 2011.

LO, J. J.; WANG, H. M.; YEH, S. W. Effects of confidence scores and remedial instruction on prepositions learning in adaptive hypermedia. **Computers & Education**, v. 42, n. 1, p. 45–63, 2004.

LONGHI, M. T. **Mapeamento de aspectos afetivos em um ambiente virtual de aprendizagem**. 2011. 273 f. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, 2011.

LÓPEZ, E. El Mastery Learning a la luz de la investigación educativa. **Revista Educación**, v. 340, p. 625–665, 2006.

LÓPEZ, S.; CARPEÑO, A.; ARRIAGA, J. Remote Laboratory eLab3D: A Complementary Resource in Engineering Education. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v.10, n. 3, p. 1-8, 2015.

MACHET, T. & LOWE, D. (2013). **Issues Integrating Remote Laboratories into Virtual Worlds**. In H. Carter, M. Gosper and J. Hedberg (Eds.), *Electric Dreams*. Proceedings ascilite, 2013.

MAIATO, A. M. **Neurociências e aprendizagem: O papel da experimentação no ensino de ciências**. 2013. 81 f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2013.

MARTELEIRA, C. P. **Mastery Learning – a revalorização de um modelo de ensino-aprendizagem em cursos profissionais?** 2010. 132 f. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Supervisão Pedagógica, Universidade Aberta, Portugal, 132 pag., 2010.

MASI, B.; WATSON, D. M.; BODEK, A.; KHAITAN, D. A.; GARCELL, E. Comparison of Mastery Learning and Traditional Lecture-Exam Models in a Large Enrollment Physics Course. **122st ASEE Annual Conference & Exposition**, p.1–23, 2015.

MCCANE, B.; OTT, C.; MEEK, N.; ROBINS, A. Mastery Learning in Introductory Programming. **ACE '17**, p. 1-10, 2017.

MCGAGHIE, W. C. **Advances in Medical Education from Mastery Learning and Deliberate Practice**. *The Cycle of Excellence: Using Deliberate Practice to Improve Supervision and Training*, First Edition. Edited by Tony Rousmaniere, Rodney K. Goodyear, Scott D. Miller, and Bruce E. Wampold, John Wiley & Sons, Ltd. Published, 2017.

MEDINA, R. D. **ASTERIX - Aprendizagem Significativa e Tecnologias aplicadas no Ensino de Redes de Computadores: Integrando e eXplorando possibilidades**. 2004. 174 f. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

MEHAR, R.; RANA, A. Effectiveness of Bloom's Mastery Learning model on achievement in economics with respect to attitude towards economics. **Journal of All India Association for Educational Research**, v. 24, n. 1, p. 1–13, 2012.

Melchor-Couto, S. Foreign language anxiety levels in Second Life oral interaction. **ReCALL**, v. 29, n. 1, p. 99-119, 2017.

Merchant, Z., Goetz, E. T., Keeney-Kennicutt, W., Kwok, O., Cifuentes, L. & Davis, T. J. The learner characteristics, features of desktop 3D virtual reality environments, and college chemistry instruction: A structural equation modeling analysis. **Computers & Education**, v. 59, p. 551–568, 2012.

MIRLISS, Danielle; MAY, Grace; ZEDECK, Mary. **Bringing the Classroom to Life: Using Virtual Worlds to Develop Teacher Candidate Skills**. In: WANKEL, Charles;

MITEE, T. L.; OBAITAN, G. N. Effect of Mastery Learning on Senior Secondary School Students' Cognitive Learning Outcome in Quantitative Chemistry. **Journal of Education and Practice**, v. 6, n. 5, p. 34-38, 2015.

MOORE, D. S. & MCCABE, G. P. **Introdução à prática da estatística**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 556 p., 2002.

MOORE, J. P.; RANALLI, J. A Mastery Learning Approach to Engineering Homework Assignments. **122st ASEE Annual Conference & Exposition**, p. 1–15, 2015.

MORAIS, L. A. M.; FIGUEIREDO, J. C. A.; GUERRERO, D. D. S. Students Satisfaction with Mastery Learning in an Introductory Programming Course. **XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 1-5, 2014.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Editora Papirus, 21th edition, 176 p., 2013.

MORETTI, G.; SCHLEMMER, E. **Virtual Learning Communities of Practice in Metaverse**. In: N. Zagalo; L. Morgado; A. Boa-Ventura (Orgs.); **Virtual Worlds and Metaverse Platforms: New Communication and Identity Paradigms**, IGI GLOBAL, p. 149–165, 2012.

MORGADO, L. Características e desafios tecnológicos dos mundos virtuais no ensino. **Habilitation seminar**, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, p. 1-82, 2011.

MUÑOZ-CRISTÓBAL, J. A.; PRIETO, L. P.; ASENSIO-PÉREZ, J. I.; MARTÍNEZ-MONÉS, A.; JORRÍN-ABELLÁN, I. M.; DIMITRIADIS, Y. Coming Down to Earth: Helping Teachers Use 3D Virtual Worlds in Across-Spaces Learning Situations. **Educational Technology & Society**, v. 18, n. 1, p. 13–26, 2015.

NACHAR, N. The Mann-Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution. **Tutorials in Quantitative Methods for Psychology**, v. 4, n. 1, p. 13-20, 2008.

NAYA, V. B.; IBANEZ, L. A. H. **Evaluating user experience in joint activities between schools and museums in virtual worlds**. Univ Access Inf Soc - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, v. 14, n. 1, p. 389–398, 2014.

NAZEER, K. A. A., SEBASTIAN, M. P. Improving the Accuracy and Efficiency of the k-means Clustering Algorithm. **Proceedings of the World Congress on Engineering**, v. 1, p. 1-5, 2009.

NELSON, B. C.; ERLANDSON, B. E. **Design for Learning in Virtual Worlds**. Taylor and Francis, 240 p., 2012.

NIELSEN, K. L.; HANSEN, G.; STAV, J. B. How the initial thinking period affects student argumentation during peer instruction: students' experiences versus observations. **Studies In Higher Education**. v. 41, n. 1, p. 124- 138, 2016.

NUNES, F. B.; HERPICH, F.; OLIVEIRA, M. A. F.; HANNEL, K.; FLORES, M. L. P.; DE LIMA, J. V. A Perspective on the Application of Mastery Learning Theory in Virtual Worlds. **Handbook of Research on Collaborative Teaching Practice in Virtual Learning Environments** (Gianni Panconesi, Maria Guida), 637 p., 2017a.

NUNES, F. B.; HERPICH, F.; PASCHOAL, L. N.; VALDENI, J. V. Systematic Review of Virtual Worlds applied in Education. **Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 1-10, 2016b.

NUNES, F. B.; HERPICH, F.; TAROUCO, L. M. R.; DE LIMA, J. V. Monitoramento e Avaliação de Estudantes em Mundos Virtuais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2016a.

NUNES, F. B.; HERPICH, F.; VOSS, G. B.; MEDINA, R. D.; DE LIMA, J. V.; TAROUCO, L. M. R. Laboratório Virtual de Química: uma ferramenta de estímulo à prática de exercícios baseada no Mundo Virtual OpenSim. **XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 712–721, 2014.

NUNES, F. B.; HERPICH, F.; ZUNGUZE, M. C.; DE LIMA, J. V. Utilização do Mastery Learning em sala de aula: uma abordagem integrada aos Mundos Virtuais. **Workshop sobre Educação em Computação (WEI)**, p. 2442-2451, 2016c.

NUNES, F. B.; VOSS, G. B.; HERPICH, F.; et al. Viewers para ambientes virtuais imersivos: uma análise comparativa teórico-prática. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 11, n. 1, p. 1–10, 2013.

NUNES, F. B.; ZUNGUZE, M. C.; HERPICH, F.; ANTUNES, F. F.; NICHELE, A. G.; TAROUCO, L. M. R.; DE LIMA, J. V. Perceptions of pre-service teachers about a Science Lab developed in OpenSim. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 5, n. 5, p. 1-24, 2017b.

NUNES, F. B.; ZUNGUZE, M. C.; HERPICH, F.; NICHELE, A. G.; TAROUCO, L. M. R.; DE LIMA, J. V. Análise e Recomendação de trajetos de aprendizagem em mundos virtuais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2017c.

O'Brien, B. H. L.; Toms, E. G. What is User Engagement? A Conceptual Framework for Defining User Engagement with Technology. **Journal of the American Society for Information Science & Technology**, v. 59, n. 6, p. 938–955, 2008.

OKUTSU, M.; DELAURENTIS, D.; BROPHY, S.; LAMBERT, J. Teaching an aerospace engineering design course via virtual worlds: A comparative assessment of learning outcomes. **Computers & Education**. v. 60, p. 288-298, 2013.

OLIVEIRA, L. C.; AMARAL, M. A.; BOTELHO, S. S. C.; ESPÍNDOLA, D. B.; BARWALDT, R. Artefato Metodológico de Autoria Aplicado aos Mundos Virtuais para Educação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 24, n. 3, p. 97-108, 2016.

OLIVER, I.; ALLISON, C.; MILLER, A. Traffic Management for Multi User Virtual Environments, **PGNet**, p. 1-6, 2009.

ORGAZ, G. B.; R-MORENO, M. D.; CAMACHO, D.; BARRERO, D. F. Clustering avatars behaviours from virtual worlds interactions. **4th International Workshop on Web Intelligence & Communities**, p. 1-7, 2012.

OZDEMIR, O. ERDEMCI, H. The Effect of Mobile Portfolio (M-Portfolio) Supported Mastery Learning Model on Students' Achievement and Their Attitudes towards Using Internet. **Journal of Education and Training Studies**, v. 5, n. 3; p. 1-9, 2017.

ÖZDEN, M. Improving Science and Technology Education Achievement Using Mastery Learning Model. **World Applied Sciences Journal**, v. 5, n. 1, p. 62-67, 2008.

PANICHI, L. A critical analysis of learner participation in virtual worlds: how can virtual worlds inform our pedagogy? **EUROCALL Conference**, p. 464-469, 2015.

PARDO, A. G.; ROSA, A.; CAMACHO, D. Behaviour-based identification of student communities in Virtual Worlds. **Computer Science and Information Systems**, v. 11, n. 1, p. 195–213, 2014.

PEACHEY, A.; WITHNAIL, G.; BRAITHWAITE, N. **Experimentation not simulation: learning about physics in the virtual world**. DeCoursey, Christina and Garrett, Shana eds. Teaching and Learning in Virtual Worlds. Oxford: Inter-Disiplinary Press, p. 191–216, 2014.

PELLAS, N. The development of a virtual learning platform for teaching concurrent programming languages in secondary education: the use of open sim and scratch4os. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2014.

PINHEIRO, A.; FERNANDES, A. P.; MAIA, A.; et al. Development of a Mechanical Maintenance Training Simulator in OpenSimulator for F-16 Aircraft Engines. **4th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications**, p. 248–255, 2012.

PONTES, A. C. F.; CORRENTE, J. E. Comparações múltiplas não-paramétricas para o delineamento com um fator de classificação simples. **Brazilian Journal of Mathematics and Statistics**, v. 19, p. 179-197, 2001.

POPPE, E.; BROWN, R.; RECKER, J.; JOHNSON, D.; VANDERFEESTEN, I. Design and evaluation of virtual environments mechanisms to support remote collaboration on complex process diagrams. **Information Systems**, v. 66, p. 59–81, 2017.

POTKONJAKA, V.; GARDNER, M.; CALLAGHAN, V.; MATTILA, P.; GUETL, C.; PETROVIĆ, V. M.; JOVANOVIĆ, K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. **Computers & Education**, v. 95, p. 309–327, 2016.

PURBOHADI, D.; NUGROHO, L.; SANTOSA, I.; KUMARA, A. GaMa Feedback Learning Model: Basic Concept and Design. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**, v. 9, n. 3, p. 67–77, 2013.

RAFALSKI, J. P.; JUNIOR, R. R. M. V.; SILVA, C. A. S. Mundos Virtuais como Suporte à Aprendizagem – Uma Avaliação na Implementação de Projetos de Aprendizagem. **Revista sobre Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2014.

RANI, P. Mastery Learning Using Formative Evaluation. **Indian Journal of Applied Research**, v. 6, n. 7, p. 689-690, 2016.

REINHARD, C. D. **Virtual Worlds and Reception Studies: Comparing Engaging's**. In: N. Zagalo; L. Morgado; A. Boa-Ventura (Orgs.); *Virtual Worlds and Metaverse Platforms: New Communication and Identity Paradigms*, IGI Global, p. 117–136, 2012.

REISOĞLU, I.; TOPU, B.; YILMAZ, R.; KARAKUŞ, T.; YILMAZ, T.; GÖKTAŞ, Y. 3D virtual learning environments in education: a meta-review. **Asia Pacific Educ. Rev.**, v. 18, p. 81–100, 2017.

RIBEIRO, G. O.; PINTO, F. A. P.; SILVA, T. E. V.; VASCONCELOS, F. H. L.; NUNES, A. O. Perspectivas para a Redução da Evasão em EaD a partir da Avaliação da Qualidade do Ensino Online. **20º Workshop de Informática na Escola**, p. 1-10, 2014.

RICO, M.; RODRIGUEZ, J.; RIOFRÍO-LUZCANDO, D.; BERROCAL-LOBO, M. A Cost-Effective Approach for Procedural Training in Virtual Worlds. **Journal of Universal Computer Science**, v. 23, n. 2, p. 208-232, 2017.

RITTER, S.; YUDELSON, M.; FANCSALI, S. E.; BERMAN, S. R. How Mastery Learning Works at Scale. **L@S - Learner Modelling**, p. 1-9, 2016.

ROCKERS, P.C.; RØTTINGEN, J.A.; SHEMILT, I.; TUGWELL, P. e BÄRNIGHAUSEN, T. Inclusion of quasi-experimental studies in systematic reviews of health systems research. **Health Policy**, v. 119, n. 4, p. 511-521, 2015.

RUTTEN, N.; JOOLINGEN, W. R. J.; VEEN, J. T. V. The learning effects of computer simulations in science education. **Computers & Education**, v. 58, n. 1, p. 136–153, 2012.

SAINT-GEORGES, I.; FILLIETTAZ, L. Situated trajectories of learning in vocational training interactions. **European Journal of Psychology of Education**, v. 23, n. 2, p. 213–233, 2008.

SAJJANHAR, A.; FAULKNER, J. Exploring Second Life as a Learning Environment for Computer Programming. **Creative Education**, v. 5, n. 1, p. 53-62, 2014.

SANGELKAR, S.; ASHOUR, O. M.; WARLEY, R. L.; ONIPEDE, O. Mastery Learning in Engineering: A Case Study in Statics. **121st ASEE Annual Conference & Exposition**, p. 1-19, 2014.

SANTOS, F. D. **Descoberta do desânimo de alunos em ambientes virtuais de ensino e aprendizagem: um modelo a partir da mineração de dados educacionais**. 2016. 175 f., Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, 2016.

SARITA; JYOTI. A Study of the Effectiveness of Mastery Learning Model on Achievement of Pupils' of IX Class in Chemistry. **Educationia Confab**, v.3, n. 7, p. 27-32, 2014.

SCHAF, FREDERICO M.; PALADINI, SUENONI; PEREIRA, CARLOS E. 3D AutoSysLab Prototype - A Social, Immersive and Mixed Reality Approach for Collaborative Learning Environments. **IEEE International Conference EDUCON**, v. 1. p. 1161-1169, 2012.

SCHETTINO, P. Re-defining the concept of immersion in digital immersive environments. **Digital Heritage**. Segaller, S. Nerds 2.0.1. TV Books, LLC, 2015.

SCHMEIL, A. **Designing Collaboration Experiences for 3D Virtual Worlds**. 2012. 226 f. Faculty of Communication Sciences, Università della Svizzera italiana, p. 2012.

SGOBBI, F. S.; NUNES, F. B.; BOS, A. S.; BERNARDI, G.; TAROUCO, L. M. R. Interação com artefatos e personagens artificiais em Mundos Virtuais. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 1-10, 2014.

SGOBBI, F. S.; TAROUCO, L. M. R.; REATEGUI, E. B. **The use of sensors in virtual worlds for obesity control: A case study about virtual/real motivation to encourage selfdetermination against obesity through the Internet of Things.** In: Beck D. et al. (eds) Immersive Learning Research Network. iLRN 2017. Communications in Computer and Information Science, v. 725. Springer, 2017.

SHAFIE, N.; NORAINUN, T.; SHAHDAN, T.; LIEW, M. S. Mastery Learning Assessment Model (MLAM) in Teaching and Learning Mathematics. **International Conference on Mathematics Education Research (ICMER)**, p. 1–5, 2010.

SHIBAN, Y.; SCHELHORN, I.; JOBST, V.; et al. The appearance effect: Influences of virtual agent features on performance and motivation. **Computers in Human Behavior**, v. 49, p. 5–11, 2015.

SHUDAYFAT, E. A.; MOLDOVEANU, F.; MOLDOVEANU, A.; GRĂDINARU, A.; DASCĂLU, M. 3d game-like virtual environment for chemistry learning. **U.P.B. Sci. Bull., Series C**, v. 77, n. 1, p. 1-12, 2015.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento.** Tradução de Sara Ianda Correa Carmona. 2^a ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 448 p., 2006.

SILVA G.; MORGADO L.; CRUZ A. **Impact of Non-verbal Communication on Collaboration in 3D Virtual Worlds: Case Study Research in Learning of Aircraft Maintenance Practices.** In: Beck D. et al. (eds) Immersive Learning Research Network. iLRN 2017. Communications in Computer and Information Science, v. 725. Springer, 2017.

SILVA, T. G. **Jogos Sérios em Mundos Virtuais: uma abordagem para ensino-aprendizagem de teste de software.** 2012, 89 f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

ŠIMIĆ, G.; GAŠEVIĆ, D.; DEVEDŽIĆ, V. Semantic Web and Intelligent Learning Management Systems. **FON – School of Business Administration**, 2004.

SIMON, M. A. Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 26, n. 2, p. 114–145, 1995.

SIMSEK, I.; CAN, T. The Design and Use of Educational Games in 3D Virtual Worlds. **Society for information technology and teacher education (SITE)**, p. 611-617, 2016.

SMITH-ROBBINS, S. Are virtual worlds (still) relevant in education? **Elearn Magazine: Education and Technology Perspective**, 1 p., 2011.

SOLIMAN, M.; GUETL, C. Evaluation Study and Results of Intelligent Pedagogical Agent-led Learning Scenarios in a Virtual World. **MIPRO**, p. 26–30, 2014.

SOOD, V. Effect of Mastery Learning Strategies on Concept Attainment in Geometry among High School Students. **International Journal of Behavioral Social and Movement Sciences**, v. 2, n. 2, p. 144-155, 2013.

SOTO, V. J. Which Instructional Design Models are Educators Using to Design Virtual World Instruction? **MERLOT Journal of Online Learning and Teaching**, v. 9, n. 3, p. 1–12, 2013.

STRAFORINI, R. Dilemas do Ensino de Geografia. **Ensinar Geografia: o desafio da totalidade-mundo nas séries iniciais**. São Paulo: Annablume, p. 45-74, 2004.

SWELLER, J. Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. **Learning and Instruction**, v. 4, p. 295–312, 1994.

TAROUCO, L. M. R.; AVILA, B. G.; CORRÊA, Y.; AMARAL, E. M. H.; MÜLLER, T. J. Virtual laboratory for teaching Calculus: An immersive experience. **Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, p. 1-8, 2013.

TAROUCO, L.M.R.; SCHMITT, M.A.R.R.; RODRIGUES, A.P.; VICCARI, R.M. Gestão colaborativa de conteúdo educacional. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 7, n. 1, 2010.

TAYLOR, M.; TAYLOR, D.; KULENDRAN, M.; GATELY, P.; DARZI, A. Virtual worlds as a tool to facilitate weight management for young people. **Journal of Virtual Worlds Research**, v. 6, n. 1, p. 1-18, 2013.

TERZIDOU, T.; TSIATSOS, T. The Impact of Pedagogical Agents in 3D Collaborative Serious Games. **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, p.1175–1182, 2014.

TIBOLA, L. R.; TAROUCO, L. M. R. Rastreamento de interações em laboratórios educacionais nos mundos virtuais 3d para identificação de engajamento. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 13, nº 2, p. 1-10, 2015.

TROETSTH, A.; MOLINA, J.; GARITA, C. A. Prototype of a Virtual World with Collaborative Games for the Study of the Periodic Table of Elements. **IEEE Latin America Transactions**, v. 13, n. 2, p. 476–482, 2015.

TÜZÜN, H.; ÖZDİNÇ, F. The effects of 3D multi-user virtual environments on freshmen university students' conceptual and spatial learning and presence in departmental orientation. **Computers & Education**, v. 94, p. 228–240, 2016.

UDO, M. F; UDOFIA, T. M. Effects of mastery learning strategy on students' achievement in symbols, formulae and equations in chemistry. **Journal of Educational Research and Reviews**, v. 2, n. 3, p. 28-35, 2014.

VALENTE, C.; MATTAR, J. **Second Life e web 2.0 na educação: o potencial revolucionário das novas tecnologias**. São Paulo, Brasil: Novatec Publisher, 1-280, 2007.

VASALOU, A.; JOINSON, A. N.; PITT, J. Constructing my online self: avatars that increase self-focused attention. **CHI**, p.445–448, 2007.

VIVIAN, M.; TAGLIAPIETRA, L.; SARTORI, M.; REGGIANI, M. Dynamic Simulation of Robotic Devices Using the Biomechanical Simulator OpenSim. **Intelligent Autonomous Systems**, p.1639–1651, 2015.

VOSS, G. B. **TCN5 - Teaching Computer Networks In a Free Immersive Virtual Environment**. 2014. 159 F. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

VOSS, G. B.; NUNES, F. B.; HERPICH, F.; MEDINA, R. D. Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ambientes Imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel. **Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 1-10, 2013.

VOSS, G. B.; FRANZEN, E.; BERCHT, M. Explorando a Motivação na Utilização de Mundos Virtuais. **Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 1-10, 2016.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society - the development of higher psychological processes.** Harvard University Press, 176 p., 1980.

WAGNER, R.; MOURA, A.; KOSLOWSKI, S. R.; PASSERINO, L. M.; PIOVESAN, S. D. VirtualTche – Mundo Imersivo do Instituto Federal Farroupilha – Campus Panambi. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 2, pag. 1-10, 2012.

WAINER, J. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação. **Atualização em informática**, p. 221–262, 2007.

WEBSTER, J.; HACKLEY P. Teaching effectiveness in technology-mediated distance learning. **Academy of Management Journal**, v. 40, n. 6, p. 1282-1309, 1997.

WHITE, H.; SABARWAL, S. Quasi-experimental Design and Methods, Methodological Briefs: Impact Evaluation. **UNICEF Office of Research**, p. 1-16, 2014.

WILSON, P. H.; MOJICA, G. F.; CONFREY, J. Learning trajectories in teacher education: Supporting teacher's understandings of student's mathematical thinking. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 32, p. 103– 121, 2013.

WINKELMANN, K.; KEENEY-KENNICUTT, W.; FOWLER, D.; MACIK, M. Development, Implementation, and Assessment of General Chemistry Lab Experiments Performed in the Virtual World of Second Life. **Journal of Chemical Education**, v. 94, n. 7, p. 849–858, 2017.

WONGWATKIT, C.; HWANG, G. Enhancing Learning Attitudes and Performance of Students in Physics with a Mastery Learning Mechanism-based Personalized Learning Support System. **IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**, p. 1-5, 2016.

WONGWATKIT, C.; PANJABUREE, P.; SRISAWASDI, N. A proposal to develop a guided inquiry mobile learning with a mastery learning mechanism for improving students' learning performance and attitudes in Physics. **International Journal of Mobile Learning and Organization**, v. 11, n. 1, p. 63-86, 2017.

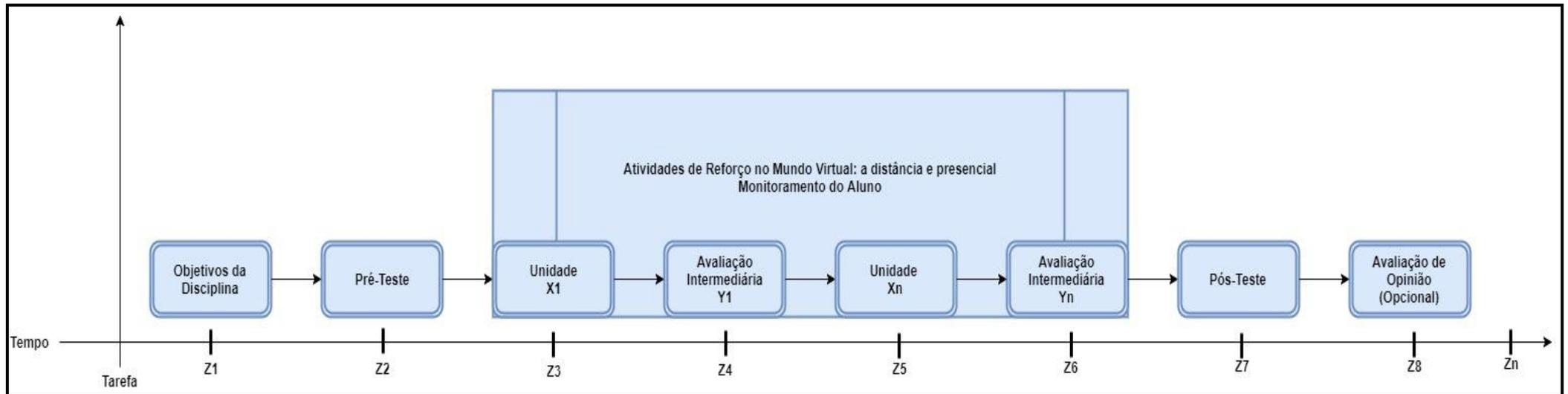
XENOS, M.; MARATOU, V.; NTOKAS, I.; METTOURIS, C.; PAPADOPOULOS, G. A. Game-Based Learning Using a 3D Virtual World in Computer Engineering Education. **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, p. 1078-1083, 2017.

YILMAZ, R. M.; BAYDAS, O.; KARAKUS, T.; GOKTAS, Y. An examination of interactions in a three-dimensional virtual world. **Computers & Education**, v. 88, p. 256–267, 2015.

YOUNG, J. R. After frustrations in Second Life, Colleges look to new virtual worlds. In *The Chronicle of Higher Education* (Internet), p. 1-3, 2010.

ZAHARIAS, P.; ANDREOU, I.; VOSINAKIS, S. Educational Virtual Worlds, Learning Styles and Learning Effectiveness: an empirical investigation. **7th Pan-Hellenic Conference with International Participation «ICT in Education»**, p.1-6, 2010.

APÊNDICE A – FLUXO DE PROCESSAMENTO DO MÉTODO PROPOSTO



APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MUNDO VIRTUAL (1ª FASE)

1 - Você gostou de usar o mundo virtual.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

2 - Você considerou que o cenário estava claro e com a visualização completa dos objetos.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

3 - O ambiente proporcionou a impressão de estar em um espaço de sala de aula composto por diversas atividades educacionais.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

4 - Os slides, textos, vídeos e questões estavam adequados, fáceis de serem acessados e visualizados.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

5 - O chat funcionou corretamente, conseguindo entrar em contato com os demais participantes.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

6 - A interação visual com seu avatar e a comunicação com os demais usuários no mundo virtual fornecem um grau mais elevado de realidade dentro do ambiente.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

7 - As simulações funcionaram corretamente.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

8 - As simulações forneceram uma maior semelhança com a realidade, refletindo o experimento real no formato tridimensional.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

9 - As simulações auxiliaram a visualizar o experimento de forma mais prática e ativa.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

10 - O formato de atividades complementares (não presencial) realizadas no mundo virtual auxiliou no aprendizado do conteúdo visto em sala de aula.

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
 Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

Descreva qualquer problema que tenha tido durante o uso do ambiente.

Deixe sua opinião geral acerca do uso do mundo virtual.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MUNDO VIRTUAL (2º FASE)

1 - Quando você realizou o acesso ao mundo virtual, o cenário estava claro e com a visualização completa dos objetos *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente
 () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

2 - Os slides, textos, imagens e vídeos estavam fáceis de serem acessados e visualizados *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente
 () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

3 - Foi possível responder às questões e praticar o conteúdo abordado *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente
 () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

4 - As simulações funcionaram corretamente *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente
 () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

5 - As simulações no mundo virtual refletem um experimento visualizado no mundo real *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente
 () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

6 - As simulações auxiliaram a visualizar o experimento de forma mais prática e ativa, assim como fixar o conteúdo visto de forma teórica *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente
 () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

7 - O formato de atividades complementares (não presencial) realizadas no mundo virtual auxiliou no aprendizado do conteúdo visto em sala de aula *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente
 () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

8 - A abordagem com o Mundo Virtual, Moodle e diversas provas intermediárias ajudaram para o aprendizado durante o semestre *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente
 () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

Descreva qualquer problema que tenha tido durante o uso do ambiente e algo que não tenha gostado *

Deixe sua opinião geral acerca do uso do mundo virtual e o que gostou nele *

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PARA QUEM NÃO USOU O MUNDO VIRTUAL

1 - A principal dificuldade para acessar o Mundo Virtual de casa foi (pode marcar mais de uma opção) *

- () Velocidade da Internet () Lentidão do computador para interagir no Mundo Virtual
 () Falta de suporte ou tutoriais para realizar o acesso () Ausência de interesse
 () Não gostou do ambiente

2 - Você se sentiu frustrado por não conseguir acessar o mundo virtual devido aos problemas assinalados anteriormente *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

3 - Caso as dificuldades de acesso que possam ter existido ao acessar o mundo virtual fossem resolvidas, você teria utilizado o ambiente *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

5 - Se tivesse aulas no laboratório usando o Mundo Virtual, seria melhor do que somente acessar em casa e teria utilizado mais o ambiente *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

6 - O ambiente Moodle já estava adequado e não era necessário outro ambiente para auxiliar no estudos *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

7 - Você considera que se tivessem sido inseridos elementos de Jogos, Recompensas e Ranking de Pontuações para realizar as tarefas educacionais no mundo virtual, ele se tornaria mais interessante *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

Descreva quais dificuldades existem para acessar o ambiente de casa *

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO MUNDO VIRTUAL (3º FASE)

1 - Quando você realizou o acesso ao mundo virtual, o cenário estava claro e com a visualização completa dos objetos *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

2 - Os slides, textos, imagens e vídeos puderam ser acessados e visualizados *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

3 - Foi possível responder às questões e praticar o conteúdo abordado *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

4 - As simulações funcionaram corretamente e refletem um experimento visualizado no mundo real *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

5 - As simulações auxiliaram a visualizar o experimento de forma mais prática e ativa, assim como fixar o conteúdo visto de forma teórica *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

6 - O uso do Mundo Virtual no laboratório de informática e o acesso em sua casa (pode ter acessado ou não) auxiliou no aprendizado do conteúdo visto em sala de aula com o professor *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

7 - A abordagem com o Mundo Virtual, Moodle e diversas provas intermediárias ajudaram para o aprendizado durante o semestre *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

8 - Se tivessem aulas no laboratório usando o Mundo Virtual, seria melhor do que somente acessar em casa *

- () Discordo Totalmente () Discordo Parcialmente () Indiferente
 () Concordo Parcialmente () Concordo Totalmente

Descreva qualquer problema que tenha tido durante o uso do ambiente e algo que não tenha gostado *

Deixe sua opinião geral acerca do uso do mundo virtual e o que gostou nele *

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PARA QUEM NÃO UTILIZOU O MUNDO VIRTUAL (3º FASE)

1 - A principal dificuldade para acessar o Mundo Virtual de casa foi (pode marcar mais de uma opção) *

- Velocidade da Internet
- Lentidão do computador para interagir no Mundo Virtual
- Falta de suporte ou tutoriais para realizar o acesso
- Ausência de interesse
- Não gostou do ambiente

2 - Você se sentiu frustrado por não conseguir acessar o mundo virtual devido aos problemas assinalados anteriormente *

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
- Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

3 - Caso as dificuldades de acesso que possam ter existido ao acessar o mundo virtual fossem resolvidas, você teria utilizado o ambiente *

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
- Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

4 - Se tivesse aulas no laboratório usando o Mundo Virtual, seria melhor do que somente acessar em casa e teria utilizado mais o ambiente *

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
- Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

5 - O ambiente Moodle já estava adequado e não era necessário outro ambiente para auxiliar no estudos *

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
- Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

6 - Você considera que se tivessem sido inseridos elementos de Jogos, Recompensas e Ranking de Pontuações para realizar as tarefas educacionais no mundo virtual, ele se tornaria mais interessante *

- Discordo Totalmente Discordo Parcialmente Indiferente
- Concordo Parcialmente Concordo Totalmente

Descreva quais dificuldades existem para acessar o ambiente de casa *

Deixe sua opinião geral acerca do uso do mundo virtual e o que gostou nele *