

Caroline Porto Antonio

**MUNDOS VIRTUAIS 3D INTEGRADOS À  
EXPERIMENTAÇÃO REMOTA: APLICAÇÃO NO  
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dissertação submetida ao  
Programa de Pós Graduação  
em Tecnologias da Informação  
e Comunicação da  
Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do  
Grau de Mestre em  
Tecnologias da Informação e  
Comunicação.

Orientador: Prof. Dr. Juarez  
Bento da Silva

Coorientador: Prof. Dr. João  
Bosco da Mota Alves

Araranguá  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca  
Universitária da UFSC.

Antonio, Caroline Porto

Mundos virtuais 3D integrados à experimentação remota :  
aplicação no ensino de ciências / Caroline Porto Antonio ;  
orientador, Juarez Bento da Silva ; coorientador, João  
Bosco da Mota Alves. - Araranguá, SC, 2016.

164 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Campus Araranguá. Programa de Pós-Graduação em  
Tecnologias da Informação e Comunicação.

Inclui referências


1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2.  
Experimentos Remotos. 3. Mundos Virtuais 3D. 4. Ciências.  
5. Educação. I. Silva, Juarez Bento da. II. Alves, João  
Bosco da Mota. III. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da  
Informação e Comunicação. IV. Título.

Caroline Porto Antonio

**MUNDOS VIRTUAIS 3D INTEGRADOS À  
EXPERIMENTAÇÃO REMOTA: APLICAÇÃO NO  
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do  
Título de Mestre, e aprovada em sua forma final pelo Programa  
de Pós Graduação em Tecnologias da Informação e  
Comunicação.

Araranguá, 03 de junho de 2016.



Prof. Simone Meister Sommer Bilessimo, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Prof. Juarez Bento da Silva, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.  
Coorientador  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Simone Meister Sommer Bilessimo, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Patricia Jansch Fiuza, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Mauricio Braga de Paula, Dr.  
Universidade Federal de Pelotas  
(videoconferência)

Este trabalho é dedicado aos meus pais, marido e filha que me apoiaram em todos os momentos.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado forças e saúde para desenvolver este projeto. Agradeço imensamente a meu orientador e coorientador, Juarez Bento da Silva e João Bosco da Mota Alves, pela confiança em mim depositada e por todo o apoio fornecido para a conclusão deste trabalho.

Gostaria de agradecer aos demais professores do Programa de Pós Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação pelo conhecimento transmitido, aos colaboradores do RExLab por todo apoio técnico fornecido para o desenvolvimento das ferramentas utilizadas, e em particular à Aline Coelho dos Santos pelo auxílio com o conteúdo didático confeccionado. Deixo aqui também, meu agradecimento a todos aqueles que de alguma forma contribuíram e me auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho, e um agradecimento especial ao professor de ciências Luiz Carlos Miguel, da escola Otávio Manoel Anastácio, pela parceria realizada e por ter acreditado no projeto.

Por fim, um muito obrigado a minha família por estar sempre ao meu lado me incentivando, a meu esposo, Juarez Cravo, pela paciência e compreensão nos momentos de ausência, e a minha filha, Luiza, por todo amor recebido e por ser minha maior motivação para ir além todos os dias.





“A educação é a mais poderosa arma pela qual se pode mudar o mundo.”

Nelson Mandela



## RESUMO

Apesar de se viver em uma sociedade da informação e do conhecimento vem sendo observada uma persistente e crescente falta de interesse dos jovens pelas carreiras científicas e tecnológicas. Frente ao desafio de estimular a inteligência e o interesse dos estudantes, é fundamental que sejam utilizadas metodologias que possibilitem ao aluno aprender a seu próprio ritmo. As atividades práticas são consideradas essenciais para correlacionar o aprendizado teórico com a aplicação prática, e isso pode ser concretizado, entre outras formas, por meio do uso de experimentos e atividades laboratoriais. Estudos demonstram que há inúmeros benefícios no uso de experimentos remotos como ferramenta de ensino e que a contextualização da atividade realizada por meio de mundos virtuais 3D pode potencializar os resultados obtidos. Apesar de tais evidências, não foi encontrado qualquer projeto que verificasse a viabilidade e aceitação dessas tecnologias para o ensino de Ciências na educação fundamental. Este projeto objetiva verificar a aceitação e a viabilidade da utilização de mundos virtuais 3D integrados à experimentação remota como ferramentas para o ensino de Ciências. Para tanto foi desenvolvido um ambiente virtual 3D contextualizado integrado ao Microscópio Remoto, um experimento composto por um microscópio e uma base giratória onde as amostras podem ser alternadas e suas imagens ampliadas e transmitidas online. Foi realizada uma pesquisa qualitativa, sendo adotado o método de pesquisa-ação, com observação sistemática e questionários para a coleta de dados. Os resultados apontaram que o uso dessas tecnologias é viável do ponto de vista tecnológico e que há uma excelente aceitação por parte do professor e alunos, porém as dificuldades relativas à infraestrutura dos laboratórios de informática das escolas podem ser um obstáculo ao uso desses ambientes na rede pública de ensino.

**Palavras-chave:** TIC; Experimentos Remotos; Mundos Virtuais 3D; Ciências e Educação.



## ABSTRACT

Despite living in the information and knowledge society, there has been a persistent and growing lack of interest from young people in scientific and technological careers. Considering the challenge of stimulating the intelligence and interest of students, it is essential to use methodologies to enable them to learn at their own pace. Practical activities are essential for linking theory with practice and can be done, among other methods, by using laboratory experiments and activities. Studies show that there are numerous benefits of using remote labs as a teaching tool and that the context of the activity carried out through 3D virtual worlds can enhance the results. However, it was found no project to verify the feasibility and acceptance of these technologies to science education in primary education. In this sense, this project aims to verify the viability and acceptance of using 3D virtual worlds integrated to remote experimentation as tools for science teaching. Therefore, it was developed a virtual 3D environment integrated to a remote microscope, an experiment consisting of a microscope and a swivel base in which samples can be rotated and their enlarged images transmitted online. A qualitative research was conducted, adopting the method of action research with systematic observation and questionnaires to data collection. The results indicate that the use of these technologies is feasible from a technological point of view and that there is a great acceptance by the teachers and students. Nevertheless, difficulties relating to the infrastructure of computer laboratories in schools can be an obstacle to the use of these environments in public schools.

**Keywords:** ICT; Remote Labs; 3D Virtual Worlds; Science and Education.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Second Life.....	44
Figura 2 - Open Simulator.....	47
Figura 3 - Open Cobalt.....	48
Figura 4 – Unity. ....	50
Figura 5 - Fases <i>Cochrane Handbook</i> .....	54
Figura 6 - Número de artigos publicados por ano. ....	57
Figura 7 - Posto de trabalho no MV. ....	58
Figura 8 - Posto de trabalho no MV. ....	59
Figura 9 – Arena de jogo e resistor / capacitor combinações / saídas. ....	61
Figura 10 – Acesso ao experimento “Painel Elétrico” por meio do MV. ....	62
Figura 11 – Modelo de um sistema de mecatrônica no Open Simulator. ....	63
Figura 12 – Tutor Bot na abordagem de simples orientação. ....	64
Figura 13 – InterReality Portal. ....	65
Figura 14 – Forma de comparação entre um mestre e um objeto de amostra por holografia digital convencional e comparativa. .	66
Figura 15 – Protótipo E-Manufacturing mostrando três usuários no mundo.....	67
Figura 16 – Planejamento metodológico da pesquisa. ....	73
Figura 17 - Modelo proposto do projeto piloto. ....	76
Figura 18 - Visão macro do protótipo/serviço.....	77
Figura 19 - Acesso ao Microscópio Remoto.....	78
Figura 20 - Diagrama de blocos dos experimentos remotos. ....	78
Figura 21 - Experimento Microscópio Remoto.....	79
Figura 22 - Visão da trilha que liga as seções do mundo virtual. ....	80
Figura 23 - Vídeo didático disponível no mundo virtual 3D.....	80
Figura 24 - Local de acesso às atividades disponibilizadas no Moodle. ....	81
Figura 25 - Acesso ao experimento remoto.....	81

Figura 26 – Configuração do Vivox no OpenSim.ini. ....	82
Figura 27 - Página inicial do Moodle. ....	83
Figura 28 - Caderno didático. ....	84
Figura 29 - Slides com os conteúdos fracionados por aula. ....	84
Figura 30 - Acesso às atividades via Moodle. ....	85
Figura 31 - Componente do SLOODLE no Moodle.....	86
Figura 32 - Componente do SLOODLE no Open Sim. ....	86
Figura 33 - Tela de configuração da conexão entre o Moodle e o Open Sim por intermédio do SLOODLE. ....	87
Figura 34 - Script para abrir a página com a imagem obtida do microscópio. ....	88
Figura 35 - Script para enviar o comando para girar a base para a esquerda. ....	88
Figura 36 - Script para enviar o comando para girar a base para a direita. ....	88
Figura 37 - Gráfico relativo ao tempo de uso de computadores. ....	93
Figura 38- Gráfico relativo a quem ensinou a usar os computadores. ....	93
Figura 39 - Gráfico sobre onde o estudante tem maior acesso ao computador. ....	94
Figura 40 - Gráfico relativo ao tempo de uso da internet. ....	94
Figura 41 - Gráfico sobre quem ensinou a utilizar a internet. ....	95
Figura 42 - Gráfico que demonstra o local/forma de maior acesso a internet. ....	96
Figura 43 - Gráfico relativo ao uso dos computadores na escola. ....	96
Figura 44 - Gráfico relativo à aprendizagem percebida com o uso do experimento remoto. ....	97
Figura 45 - Gráfico referente à facilidade de acesso ao experimento remoto. ....	98
Figura 46 - Gráfico relativo ao anseio de utilizar outros experimentos. ....	98
Figura 47 - Gráfico sobre a preferência por aulas tradicionais. ....	99
Figura 48 - Gráfico relativo à simplicidade de utilização dos objetos do mundo virtual. ....	101



Figura 49 - Gráfico relativo a problemas ao realizar as ações desejadas. ....	102
Figura 50 - Gráfico referente à distribuição dos objetos e informação no ambiente. ....	102
Figura 51 - Gráfico relativo ao incômodo ou lentidão do ambiente. ....	103
Figura 52 - Gráfico referente à comunicação com outros usuários. ....	104
Figura 53 - Gráfico relativo ao tempo de resposta das ações. ...	105
Figura 54 - Gráfico relativo ao funcionamento do cliente de visualização. ....	105
Figura 55 - Gráfico relativo à disponibilidade do mundo virtual. ....	106
Figura 56 - Gráfico sobre o controle obtido no ambiente.....	107
Figura 57- Gráfico relativo ao retorno das ações no ambiente. ....	107
Figura 58 - Gráfico referente à atenção atraída pelos objetos. .	108
Figura 59 - Gráfico relativo à exploração do mundo virtual. ...	108
Figura 60 - Gráfico relativo à perda de consciência do tempo e elementos reais. ....	109
Figura 61 - Gráfico sobre a consciência da presença de outros usuários. ....	110
Figura 62 - Gráfico referente à socialização de informações com colegas.....	110
Figura 63 - Gráfico referente à interação com outros colegas por meio do ambiente virtual. ....	111
Figura 64 - Gráfico sobre a melhora do entendimento dos conteúdos.....	112
Figura 65 - Gráfico sobre a importância dos conteúdos para a aprendizagem. ....	112
Figura 66 - Gráfico relativo à compreensão do conteúdo. ....	113
Figura 67 - Gráfico relativo ao convencimento do uso de um experimento real. ....	114
Figura 68 - Gráfico referente à capacidade do ambiente resolver as dificuldades na aprendizagem. ....	114
Figura 69 - Gráfico sobre o alcance da aprendizagem do experimento remoto.....	115

Figura 70 - Gráfico relativo à satisfação com a experiência.....	116
Figura 71 - Gráfico referente à motivação para aprender ciências. .....	116
Figura 72 - Gráfico sobre a indicação do ambiente. ....	117

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Comparativo entre ambientes virtuais 3D.....	51
Quadro 2 - Comparação entre Descrição de Aplicação, Pesquisa-Ação e Estudo de Caso.....	71
Quadro 3 - Respostas do primeiro questionário do professor ..	118
Quadro 4 - Respostas do segundo questionário do professor ...	121



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Artigos encontrados. ....	55
Tabela 2 - Critérios de exclusão das bibliografias encontradas..	57
Tabela 3 - Comparativo entre os projetos.....	67



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem  
BSD – *Berkeley Software Distribution*  
FAQ – *Frequently Asked Questions* ou Perguntas Mais Frequentes  
FIFO – *First Input First Output* ou Primeiro a Entrar Primeiro a Sair  
GNU – *General Public License*  
HIL – *Hardware-in-the-loop*  
IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica  
IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos  
LSL – *Linden Scripting Language*  
MIT – Instituto Tecnológico de Massachusetts  
MLEMoodle2 - *Mobile Learning Motor* do Moodle  
MOOC – *Massive Open Online Course* ou Cursos Massivos Online Abertos  
MRE – Experimentação Remota Móvel  
TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação  
Open Sim – *Open Simulator*  
P2P - *Peer to Peer* ou redes de pares  
PPGTIC – Programa de Pós Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação  
SC – Santa Catarina  
SL – *Second Life*<sup>TM</sup>  
RELLE - *Remote Labs Learning Environment* ou Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos  
RExLab - Laboratório de Experimentação Remota  
RSL – Revisão Sistemática da Literatura  
STEM – *Science, Technology, Engineering e Mathematics* ou Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática  
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria  
UPM - Universidad Politécnica de Madrid  
URL – *Uniform Resource Locator*, ou Localizador Padrão de Recursos  
VNC – *Virtual Network Computing* ou Rede de Computação Virtual





## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>31</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	33
1.2 OBJETIVOS.....	34
<b>1.2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>34</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>34</b>
1.3 ADERÊNCIA AO PROGRAMA.....	35
<b>2 BASE CONCEITUAL PRÉVIA.....</b>	<b>37</b>
2.1 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - TIC.....	37
<b>2.1.1 Tecnologias Educacionais.....</b>	<b>38</b>
2.2 EXPERIMENTAÇÃO REMOTA.....	40
2.3 MUNDOS VIRTUAIS 3D.....	42
<b>2.3.1 Second Life.....</b>	<b>43</b>
<b>2.3.2 Open Wonderland.....</b>	<b>45</b>
<b>2.3.3 Open Simulator.....</b>	<b>46</b>
<b>2.3.4 Open Cobalt.....</b>	<b>48</b>
<b>2.3.5 Unity.....</b>	<b>49</b>
<b>2.3.6 Análise Comparativa.....</b>	<b>51</b>
2.4 MUNDOS VIRTUAIS 3D INTEGRADOS À EXPRIMENTAÇÃO REMOTA.....	52
<b>2.4.1 Resultados Encontrados.....</b>	<b>58</b>
2.5 CONSIDERAÇÕES.....	68
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>71</b>
3.1 Classificação da Pesquisa.....	71
3.2 Etapas da Pesquisa.....	72
<b>4 IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>75</b>
4.1 COLETA DE DADOS NA ESCOLA.....	75

4.2 VISÃO GERAL DA ARQUITETURA.....	76
4.3 EXPERIMENTO REMOTO.....	77
4.4 MUNDO VIRTUAL 3D.....	79
4.5 AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM.....	83
4.6 INTEGRAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS.....	85
<b>5 APLICAÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>89</b>
5.1 QUESTIONÁRIOS DISCENTES.....	91
5.1.1 Análises do Primeiro Questionário.....	91
5.1.2 Análises do Segundo Questionário.....	100
5.2 QUESTIONÁRIOS DOCENTES.....	118
5.2.1 Análise do Primeiro Questionário.....	118
5.2.2 Análise do Segundo Questionário.....	121
5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	123
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>125</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>129</b>
<b>APÊNDICE A – Atividade realizada junto ao experimento remoto.....</b>	<b>135</b>
<b>APÊNDICE B – Questionário: Perfil Tecnológico e Experimento Remoto.....</b>	<b>137</b>
<b>APÊNDICE C – Questionário: Avaliação do uso do MV3D integrado ao Microscópio Remoto: Alunos.....</b>	<b>139</b>
<b>APÊNDICE D - Questionário Experiência de Uso do Experimento Remoto: Professor.....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE E – Questionário: Avaliação do uso do MV3D integrado ao Microscópio Remoto: Professor.....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXO A – Respostas da Questão Dissertativa do Primeiro Questionário dos Alunos.....</b>	<b>147</b>
<b>ANEXO B – Respostas da Questão Dissertativa do Segundo Questionário dos Alunos.....</b>	<b>153</b>
<b>ANEXO C – Respostas Primeiro Questionário do Professor.....</b>	<b>159</b>

<b>ANEXO D – Respostas Segundo Questionário do Professor.....</b>	<b>163</b>
---	------------



# 1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação de mestrado apresenta a fundamentação, metodologia, desenvolvimento, aplicação e resultados do projeto de pesquisa sobre o uso das tecnologias dos mundos virtuais 3D integrados a experimentação remota para o ensino de Ciências na educação básica. Percebe-se que nas últimas décadas as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) vêm assumindo um importante papel na representação social da realidade acadêmica. Por meio delas foram possíveis transformações que deram origem a uma nova cultura, tornando-se chave no processo de melhoria da qualidade na educação. As atividades de ensino e aprendizagem não se limitam mais às salas de aula com quadros-negros e livros.

Apesar de se viver em uma sociedade em que a informação e o conhecimento estão crescendo continuamente, tem-se visto uma persistente e alastrante falta de interesse entre os jovens pelas profissões científicas e tecnológicas. Segundo dados do Censo da Educação Superior de 2013, a cada 10.000 (dez mil) habitantes no Brasil, somente 22 matricularam-se em cursos de formação superior nas áreas de Ciências, Matemática e Computação, e apenas 2,7 concluíram sua graduação. Ao mesmo tempo houve 50,6 matrículas em cursos das áreas de Engenharia, Produção e Construção com apenas 4 concluintes para cada 10.000 (dez mil) habitantes em 2013 (INEP, 2016).

Conforme a Confederação Nacional da Indústria, os jovens em geral não demonstram interesse em cursar Engenharia, sendo apontada como principal razão as deficiências do sistema de ensino brasileiro, que não fornece conceitos adequados em disciplinas como Matemática e Física nas educações básica e média (SILVA et al., 2013). Isso é uma constatação preocupante, pois, conforme Silva et al. (2013), “engenharia é o fator determinante para o desenvolvimento econômico dos países” estando sua capacidade de inovação dependente de vários fatores, que incluem “a existência, quantidade e qualidade de engenheiros e outros profissionais da área de tecnologia”, cuja carência pode trazer graves implicações futuras.

Frente à necessidade de os professores estimularem a inteligência dos alunos e atenderem a heterogeneidade de suas formas de aprendizado, é primordial o uso de metodologias que possibilitem a cada um aprender a seu ritmo. Nesse contexto, as atividades práticas são indicadas como fundamentais para aproximar o aluno e o saber científico, correlacionando a teoria e a prática. As atividades práticas não somente despertam a curiosidade dos educandos, como também

promovem a construção do conhecimento com base nos seus interesses. Existem diversas formas de o professor proporcionar a participação ativa do aluno nas aulas de Ciências, entre elas o uso de experimentos e de laboratórios (MAIATO, 2013).

Segundo Galiuzzi (2000 *apud* MAIATO, 2013), quando os professores usam os laboratórios de ciências no desenvolvimento de atividades práticas, o seu trabalho é reconhecido e valorizado, ratificando a expectativa tanto de alunos como de professores acerca da aula prática. Acredita-se que as aulas práticas sejam um objeto estimulante e envolvente de ensino, motivando a participação dos alunos, e conseqüentemente facilitando o aprendizado.

Conforme Gil (2006 *apud* MAIATO, 2013), as práticas desenvolvidas em laboratórios são uma maneira expressiva de atingir diferentes objetivos. Essas práticas mostram-se apropriadas para,

encorajar a observação e descrição apurada; promover métodos científicos de pensamentos; desenvolver habilidades de manipulação; treinar a solução de problemas; preparar os estudantes para exames práticos; elucidar o aprendizado da teoria; verificar fatos e princípios; desenvolver métodos de investigação; estimular o interesse dos estudantes pela ciência; possibilitar o contato com a aplicação de conhecimentos científicos; estimular a criatividade, favorecer a compreensão e o seguimento de instruções; desenvolver autoconfiança; ampliar habilidades críticas; e tornar o ensino mais agradável (GIL, 2006 *apud* MAIATO, 2013, p. 37).

Um problema enfrentado por muitas instituições de ensino é o custo de manutenção dos laboratórios, principalmente na rede pública. Devido a isso, muitas instituições vêm adotando o uso de laboratórios de experimentação remota como uma alternativa para suprir a necessidade de aplicação das atividades práticas. Segundo Machet e Lowe (2013), os trabalhos laboratoriais na educação são reconhecidos por trazerem benefícios reais aos estudantes e, nesse sentido, o uso de laboratórios remotos vêm sendo utilizado nas disciplinas da área das Ciências e das Engenharias, permitindo ao estudante acessar remotamente o experimento real e proporcionando benefícios adicionais às instituições.

Outro assunto que se tem discutido é como melhorar os resultados de aprendizagem apresentados pelo uso de laboratórios de experimentação remota. Um fator que pode potencializar essas ações é a interface utilizada para contextualizar a atividade de laboratório. Os

mundos virtuais 3D possibilitam a criação de um ambiente rico para contextualização da atividade, fornecendo ao usuário informações adicionais sobre o experimento (MACHET; LOWE, 2013).

Considerando tal cenário, a presente pesquisa visou verificar a aceitação e viabilidade da utilização de Mundos Virtuais 3D integrados a laboratórios de experimentação remota nas aulas de Ciências na educação básica da rede pública de ensino. Sendo assim, este projeto foi baseado na pesquisa e desenvolvimento de um ambiente virtual 3D, intitulado Mundo Virtual das Plantas, integrado ao experimento Microscópio Remoto, voltado ao ensino de Ciências da educação básica. O ambiente virtual 3D foi contextualizado com o conteúdo relativo à morfologia das angiospermas<sup>1</sup>, apresentando uma trilha ecológica em que os alunos, por meio de seus avatares<sup>2</sup>, poderão transitar pelo ambiente que apresenta diversos conceitos teóricos que serão vistos de forma dinâmica, em formato de vídeos, diálogos, quiz ou outros objetos de aprendizagem. Após transitar pelo ambiente e interagir com os objetos de aprendizagem os alunos poderão acessar o experimento remoto para consolidar os conceitos aprendidos.

Espera-se, com este projeto, responder à questão: “É viável, e haverá aceitação por parte dos professores e alunos, o uso de mundos virtuais 3D integrados a experimentos remotos como ferramentas para o ensino de Ciências?”.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa justifica-se pela necessidade de se encontrar ferramentas de ensino que estimulem o interesse dos alunos por disciplinas como Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, as chamadas disciplinas de STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), e assim, conseqüentemente, incitar o interesse dos jovens pelas carreiras científicas e tecnológicas. Estudos apontam um grande potencial e inúmeros benefícios advindos do uso de laboratórios de experimentação remota como ferramenta de ensino e que a contextualização da atividade realizada por meio de mundos virtuais 3D pode potencializar os resultados obtidos. Apesar disso, não foi

---

<sup>1</sup> Angiospermas são as plantas cuja semente é protegida por uma estrutura denominada fruto (MAÍRA ROSA CARNEVALLE, 2012).

<sup>2</sup> Avatares em informática fazem referência a representações gráficas do corpo de um usuário, permitindo que ele possa realizar ações dentro dos mundos virtuais.

encontrado qualquer projeto que verificasse a viabilidade e aceitação dessas tecnologias para o ensino de Ciências na educação básica.

Como contribuição científica para esse projeto realizou-se a construção de um ambiente virtual 3D que possibilitou aos alunos da rede pública de ensino básico ter acesso a um experimento remoto, apresentando a oportunidade de interagir com um experimento real, observar e verificar as mudanças sucedidas. Também se contribuiu com a literatura por meio de pesquisa e verificação da experimentação remota, mundos virtuais 3D e o uso das tecnologias aplicadas a educação básica.

## 1.2 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados os objetivos gerais e específicos desse trabalho de pesquisa.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Como objetivo geral deste projeto pretendeu-se verificar a aceitação e a viabilidade da utilização de mundos virtuais 3D integrados à experimentação remota para o ensino de Ciências na educação fundamental.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Visando atingir ao objetivo geral deste projeto tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Pesquisar e verificar as possibilidades de aplicação de experimento remoto para as aulas de Ciências;
- Pesquisar e verificar as tecnologias disponíveis em ambientes virtuais 3D para ensino e aprendizagem;
- Desenvolver o experimento remoto;
- Desenvolver um mundo virtual 3D contextualizado para acesso ao experimento remoto relacionado ao ensino de Ciências;
- Desenvolver material didático de apoio acessível via ambiente virtual de aprendizagem e integrado ao mundo virtual 3D;
- Validar a aceitação e viabilidade da utilização do ambiente proposto aplicando-o em turmas de Ciências da educação básica da rede pública de ensino;



### 1.3 ADERÊNCIA AO PROGRAMA

O programa de pós-graduação em Tecnologias da Informação e comunicação (PPGTIC) é um programa interdisciplinar e está estruturado na área de concentração Tecnologia e Inovação. Busca promover inovação com apoio de tecnologias computacionais para o desenvolvimento dos setores de Educação, Gestão e Tecnologia Computacional (PPGTIC, 2016).

O PPGTIC possui três linhas de pesquisa (PPGTIC, 2016):

- Tecnologia, Gestão e Inovação: essa linha aborda as novas tecnologias da informação e comunicação, visando ao desenvolvimento de novas metodologias, técnicas, processos para a gestão das organizações.
- Tecnologia Educacional: envolve o estudo, a concepção, o desenvolvimento e a construção de materiais de apoio ao ensino e à aprendizagem no contexto educacional. O objetivo dessa linha de pesquisa é auxiliar na promoção do desenvolvimento de habilidades e competências para uso de tecnologias como apoio a inovações educacionais.
- Tecnologia Computacional: tem por objetivo desenvolver modelos, técnicas e ferramentas computacionais, auxiliando na resolução de problemas de natureza interdisciplinar, mais especificamente para aplicação nas áreas de educação e gestão.

Esta dissertação apresenta a pesquisa, construção, aplicação e os resultados do uso de um conjunto de tecnologias, como os experimentos remotos, mundos virtuais 3D e o ambiente virtual de aprendizagem *Moodle*, aplicados ao ensino de Ciências do 6º ano do ensino fundamental, estando aderente à linha de pesquisa Tecnologias Educacionais.



## 2 BASE CONCEITUAL PRÉVIA

Esta seção tem por objetivo fornecer uma base conceitual a respeito dos temas pesquisados, visando a um melhor entendimento dos resultados encontrados. A seguir serão apresentadas algumas definições sobre Experimentação Remota, Mundos Virtuais 3D e como eles podem ser aplicados de forma integrada.

### 2.1 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - TIC

O que antes só era possível por magia dos contos, hoje se tem tornado possível devido ao avanço da tecnologia. Vassouras mágicas que varrem a casa sozinhas estão disponíveis, à venda na forma de robôs varredores, e os espelhos mágicos que atuam como oráculos, podem ser comparados aos nossos dispositivos móveis conectados à internet, com buscadores que respondem a todas as perguntas. Não é por acaso que nos últimos tempos começou-se a ver a materialização desses tidos “objetos mágicos”, e isso ocorreu essencialmente por quatro fatores: redução do tamanho e do preço dos componentes eletrônicos, cobertura de comunicação global e, ainda, o estilo de vida digital das pessoas (VÁZQUEZ, 2014).

A capacidade de manipular, controlar e realizar processos em dimensões atômicas e moleculares tem evoluído de forma muito rápida nas últimas décadas. Cada vez mais se tem desenvolvido dispositivos menores e com menor custo, e ao mesmo tempo com maior capacidade de armazenamento e potência de processamento (TIWARI, 2011).

Os tamanhos e preços reduzidos dos componentes eletrônicos, que são necessários para a conexão de qualquer tipo de produto à internet, permitiram à eletrônica camuflar-se dentro dos produtos sem ser notada pelos usuários. A cobertura de comunicação global por meio das redes *Wi-Fi* e dos sistemas de dados para telefonia celular, como 2G, 3G e 4G permite que os objetos mantenham-se conectados à internet com os serviços associados, que os dotam de conhecimento e “inteligência” (VÁZQUEZ, 2014).

Finalmente, o estilo de vida digital permite que se supere a barreira do novo, diante dos objetos conectados à internet, os quais se integram pouco a pouco ao cotidiano das pessoas. Ao utilizar-se a internet e seus serviços diariamente, tais como imprensa digital, redes sociais, comércio eletrônico etc., torna-se mais simples aceitar que os objetos circundantes também possam acessá-la com o intuito de tornar a vida mais fácil e cômoda (VÁZQUEZ, 2014).

Segundo Tiwari (2011), uma das coisas mais impressionantes ocorridas devido à redução das dimensões dos componentes é a variedade de ferramentas compactas utilizadas na vida cotidiana. Dentre essas ferramentas podem-se citar os telefones inteligentes, ou *smartphones* que oferecem conectividade para comunicação quase instantânea, respostas rápidas para consultas como endereços de lugares, locais para realizar atividades, executar transações financeiras ou simplesmente escutar uma música.

Em um passado ainda recente utilizavam-se máquinas de escrever e supria-se a necessidade de comunicação por meio de telefones e cartas postais, e para toda compra a realizar, ia-se até o comércio pessoalmente. Atualmente, com a quantidade de informações disponíveis em ambiente eletrônico, a facilidade de comunicação fornecida por meio dos dispositivos móveis e a possibilidade de realizar todo o tipo de negociação de forma eletrônica mudaram a forma como são exercidas tanto a vida pública, como a privada. Vive-se em um mundo muito agitado e, cada vez mais, depende-se dos equipamentos eletrônicos, ficando-se, muitas vezes, mais próximos deles do que de outras pessoas (TIWARI, 2011).

Devido aos avanços tecnológicos e à aderência da população ao estilo de vida digital, foi possível a criação de uma ferramenta, que para alguns autores como Vázquez (2014) é “um dos maiores feitos da humanidade”, a *Wikipédia*. A *Wikipédia* é um repositório colaborativo de conhecimentos que disponibiliza saber e cultura a pessoas do mundo inteiro em mais de 200 idiomas. Seus conteúdos são criados e atualizados por usuários de todo o mundo, levando a informação aos lugares mais longínquos, baseados no lema: “A Enciclopédia Livre que todos podem editar” (VÁZQUEZ, 2014).

Esses avanços possibilitaram a implementação de ambientes e ferramentas de ensino e aprendizagem virtuais, como os mundos virtuais 3D e a experimentação remota, que estão sendo comuns em atividades do mundo acadêmico (MARCELINO et al., 2013). Algumas novas modalidades de ensino também se tornaram possíveis devido à evolução tecnológica e ao aumento da cobertura de comunicação global, e se têm mostrado bastante vantajosas, agregando diversos benefícios aos modelos educacionais.

### **2.1.1 Tecnologias Educacionais**

Nos últimos 20 anos surgiram diversos modelos de educação baseados na internet. Dentre eles, o mais difundido é, provavelmente, o

chamado *e-learning*, que abrange desde cursos *online*, até aulas e escolas virtuais. Consiste, essencialmente, em disponibilizar conteúdos de forma unidirecional, replicando as formas tradicionais de educação a distância. Do mesmo modo vêm surgindo as chamadas “aulas virtuais” que, muitas vezes, são apenas salas de conferências que podem ser acessadas por alunos e professores. Nesses ambientes é possível a realização do ensino de forma síncrona, isto é, as interações ocorrem ao vivo e o estudante pode não só escutar as aulas, assistir a vídeos e apresentações visuais, como também interagir com outros alunos por texto ou voz. Em tais ambientes há ainda modalidades assíncronas, que possibilitam ao aluno acessar recursos como gravações de áudio e textos de aulas, leituras complementares, entre outros. Desde a década de 1990 essas modalidades de *e-learning* vêm se desenvolvendo e atualmente já existem “ciberescolas” e universidade *online* (SELWYN, 2014).

O uso concomitante de ferramentas de *e-learning* juntamente com circunstâncias presenciais, é conhecido como *blended learning*, ou *b-learning*. Essa modalidade de ensino é o que se observa no uso de laboratórios de experimentação remota, que faz uso de recursos disponibilizados pela *web* para dispor material de apoio para contextualização da prática laboratorial e para acessar remotamente um experimento real que se encontra fisicamente separado dos estudantes.

### 2.1.1.1 Tecnologias Educacionais e Teoria Geral de Sistemas

Segundo Alves (2012), a Teoria Geral de Sistemas pode beneficiar a compreensão do que é esperado da integração tecnológica na educação básica. Em uma sala de aula tradicional, encontra-se um sistema, de modo geral, composto por um docente, alunos matriculados, além de uma estrutura com cadeiras, quadros, boletins, recursos pedagógicos, entre outros. Considerando que a sala de aula é um sistema, todo o seu entorno pode ser tido como seu ambiente, nesse caso, o “ambiente escolar” da sala de aula.

O sistema “sala de aula”, assim como o ambiente “ambiente escolar”, tem estrutura própria e dinâmica, por isso sofre mudanças. O conceito de Acoplamento Estrutural, conforme Alves (2012), demonstra que qualquer mudança estrutural em um dos dois, seja no sistema, seja no ambiente, pode desencadear uma mudança estrutural no outro. Conforme Maturana e Varela (2003):

Enquanto uma unidade não entrar em interação destrutiva com seu meio, nós, observadores, necessariamente veremos que entre a estrutura do

meio e a da unidade há uma compatibilidade ou comensurabilidade. Enquanto existir essa comensurabilidade, meio e unidade atuarão como fontes de perturbações mútuas e desencadearão mutuamente mudanças de estado. A esse processo demos o nome de acoplamento estrutural.

Nesse contexto, a unidade é o sistema “sala de aula” e o meio é o “ambiente escolar”. Sendo assim, o sistema sala de aula e seu ambiente escolar operam como fontes de perturbações mútuas. A intervenção tecnológica na educação básica ocasiona, essencialmente, uma mudança estrutural no sistema sala de aula, provocando o desencadeamento de uma mudança estrutural no ambiente escolar, reafirmando o conceito de acoplamento estrutural criado por Maturana e Varela (2003).

Conforme visto, esse é exatamente o objetivo da integração tecnológica na educação básica. A ideia é incorporar novas ferramentas, tecnologias da informação e comunicação, de suporte ao ensino e aprendizagem, a fim de ampliar as possibilidades de acesso ao saber a todos que delas se utilizarem.

## 2.2 EXPERIMENTAÇÃO REMOTA

A experimentação remota, no ambiente educacional, consiste em realizar experimentos reais por meio da Internet, permitindo aos alunos não só o acesso livre a eles, como também a possibilidade de interação com os processos executados. Os laboratórios de experimentação remota aumentam a motivação dos alunos, apresentando uma visão realista para resolução de problemas, isso porque possibilitam a interação com processos reais, diferentemente dos laboratórios virtuais que realizam a simulação dos processos (TRAXLER, 2005). Esse recurso é comum em Instituições de Ensino Superior, sendo frequentemente utilizado como complemento às aulas ministradas nas áreas de Ciências, Tecnologia e Engenharia, já que permitem a observação de fenômenos dinâmicos que muitas vezes são difíceis de explicar somente por meio de material escrito (SILVA et al., 2013).

Segundo Silva (2013), “as características de acesso e manipulação de um laboratório comum são atraentes e fascinantes em Ensino de Ciências”, mas devido ao número insuficiente de laboratórios nas escolas, as alternativas usuais são os laboratórios virtuais ou simuladores que somente retornam valores e observações gravadas previamente. Esses laboratórios não demonstram aspectos importantes de

uma aplicação real, como os fatores naturais envolvidos em uma experiência (SILVA et al., 2013).

Na literatura, pode-se encontrar três definições para os tipos de laboratórios utilizados para os estudos científicos e tecnológicos. São os laboratórios presenciais, os virtuais e de experimentação remota. Nos laboratórios presenciais, usualmente utilizados em cursos tradicionais, os alunos lidam diretamente com o experimento e aparelhos em um mesmo espaço físico, na presença de colegas e professor. Nos laboratórios virtuais, baseados em simulações, os alunos interagem com uma representação computacional dos instrumentos e dispositivos, não havendo interação com o experimento real (ALVES et al., 2005). Por fim, em uma experimentação remota, o laboratório encontra-se fisicamente separado do estudante, mas o aluno poderá interagir e controlar instrumentos e dispositivos reais por meio de interfaces que intermediem a conexão (MARCELINO et al., 2011).

Os laboratórios de experimentação remota são, então, aqueles cujo acesso é virtual, mas suas experiências são reais. Conforme Nedic e Nafalski (2003 *apud* SILVA et al., 2013) os laboratórios remotos apresentam as seguintes vantagens:

- suas informações são reais;
- possuem interação direta com o equipamento real;
- exibem retorno *online* do resultado das experiências;
- não têm restrições de tempo ou espaço;
- têm um custo médio para montagem, utilização e manutenção.

Os laboratórios de experimentação remota aumentam a motivação dos alunos apresentando uma visão realista para resolução de problemas, isso porque possibilitam a interação com processos reais, diferentemente dos laboratórios virtuais que realizam a simulação dos processos (TRAXLER, 2005). Os laboratórios desempenham um importante papel no estudo das Ciências Naturais e Tecnológicas, e os laboratórios de experimentação remota possibilitam aos alunos uma maior familiaridade com o mundo real. Além de proporcionar o compartilhamento de recursos, eles representam, para as escolas, uma redução nos custos de aquisição e manutenção dos experimentos. (MARCELINO et al., 2011).

Segundo Callaghan (2013) os laboratórios de experimentação remota têm evoluído nos últimos anos impulsionados pelos avanços em aplicações *web* e tecnologias relacionadas. Seu objetivo é recriar com precisão as experiências de laboratórios reais, com equivalência de usabilidade, funcionalidade e flexibilidade. Para Javier Garcia Zubia e

Gustavo R. Alves (2011), dependendo como os laboratórios são implantados, seus benefícios podem incluir o aumento do acesso do estudante ao equipamento, maior flexibilidade na programação do laboratório, incluindo uma ampla variedade de possíveis atribuições e atividades e, ainda, um aumento na quantidade de tempo de acesso dos estudantes aos equipamentos, o que, conseqüentemente, aumenta o tempo a ser empreendido na realização de tarefas.

### 2.3 MUNDOS VIRTUAIS 3D

Segundo Machet e Lowe (2013), os trabalhos laboratoriais na educação são reconhecidos por trazerem benefícios reais aos estudantes. Tem havido muita discussão sobre a maneira como esses laboratórios podem melhorar os resultados de aprendizagem, e um fator que pode potencializar esses resultados é a interface utilizada para contextualizar a atividade de laboratório. Os mundos virtuais 3D possibilitam a criação de um ambiente rico para contextualização da atividade, fornecendo ao usuário informações adicionais sobre o experimento (MACHET; LOWE, 2013).

Segundo Callaghan (2010), foram observados nos últimos anos estudos sobre o uso dos mundos virtuais 3D no processo de ensino-aprendizagem. Esses ambientes imersivos disponibilizam recursos para criar simulações de ambientes reais que, além de alta interatividade, fornecem a ilusão de imersão ao permitirem que realizem ações e comportamentos análogos aos do mundo real (MINE, 1995).

Assim como a experimentação remota, o uso de mundos virtuais 3D está se tornando comum no meio acadêmico. Os mundos virtuais podem ser definidos como metáforas computacionais do mundo real, de pessoas, lugares e objetos, criando ambientes imersivos e com alta interatividade. Muitas instituições de ensino têm explorado as funcionalidades disponibilizadas pelos mundos virtuais 3D com o intuito de melhorar seus processos de ensino e aprendizagem (MARCELINO et al., 2011).

Os mundos virtuais têm características que oferecem vantagens de acesso a experimentos remotos como, por exemplo, a capacidade de colaboração entre os participantes (DALGANO; LEE, 2010). Esses ambientes fornecem múltiplos canais de comunicação, proporcionando uma melhor presença no processo de aprendizagem. Utilizam-se da terceira dimensão para melhorar o aprendizado colaborativo e proporcionar experiências práticas que não seriam possíveis realizar em sala de aula (SCHEUCHER et al., 2009).



O aumento da capacidade computacional gráfica e da infraestrutura de rede permitiram avanços no desenvolvimento dos mundos virtuais 3D. Tais ambientes virtuais utilizam-se da terceira dimensão para aumentar a sensação de realidade do usuário, empregando componentes inteiramente 3D com os quais o usuário pode interagir. Eles permitem não somente a interação com objetos, mas também com outros usuários, explorando o mesmo ambiente 3D por meio de avatares (SCHEUCHER et al., 2009), o que fornece a ilusão de imersão, quando permitem que o usuário realize ações e comportamentos análogos aos do mundo real (MINE, 1995).

Essas tecnologias possibilitam um elevado grau de imersão, proporcionando a sensação de real presença e interação. Em ambientes virtuais 3D similares às salas de aulas, os professores, tutores e técnicos podem interagir melhor com os alunos por meio de seus “avatares” por contato visual, fala, movimento pelo ambiente ou bate-papo online (MARCELINO et al., 2011).

Os domínios para aplicação desses ambientes são muito amplos, podendo trazer benefícios a todas as áreas do conhecimento, entre elas as científicas e tecnológicas. Os mundos virtuais podem ser utilizados em diversos níveis de ensino, podendo atuar em diferentes modelos, aprimorando e complementando os métodos e técnicas empregados no mundo real. Nesses ambientes é possível encontrar os recursos necessários para simular ambientes reais com alta interatividade. Nos mundos virtuais, assim como no mundo real, podem ser encontrados diferentes temas, como negócios, educação e todo tipo de interação humana em um mesmo ambiente, onde milhões de pessoas podem interagir simultaneamente (CALLAGHAN et al., 2010).

### 2.3.1 Second Life

O *Second Life*<sup>TM</sup> (SL), ou segunda vida, foi desenvolvido pela *Linden Lab*, localizada em São Francisco, na Califórnia – EUA, com o objetivo de permitir o compartilhamento de experiências tridimensionais. Conforme Messinger et al. (2009 *apud* MARCELINO, 2010), as principais características do *Second Life*<sup>TM</sup> podem ser descritas assim:

- possui uma plataforma colaborativa para o desenvolvimento de conteúdos compartilhados, entre eles os objetos a serem utilizados pelos avatares, como roupas e móveis, além de *softwares* utilizados para

- animação dos avatares em jogo, por exemplo, dentro ou fora do ambiente do SL;
- os conteúdos são uma forma da *Linden Labs* atrair residentes;
  - os conteúdos podem ser negociados como mercadorias no SL fazendo uso da moeda *Linden Dollar*. O *Linden Dollar* pode ser adquirido com moeda corrente normal, criando assim um mercado financeiro no SL.
  - os conteúdos surgem também como uma alternativa estética, devido a sua arte e beleza, concorrendo também com conteúdo adulto;
  - o SL permite a construção de experiências compartilhadas em que as pessoas têm a possibilidade de cultivar amizades e desenvolver comunidades com interesses em comum.

Figura 1 - Second Life.



Fonte: SecondLife.com(2014).

Callaghan et al. (2013), apontam como a principal vantagem do SL a possibilidade de criação de conteúdos e experiências de usuário altamente interativas, por meio de ferramentas amigáveis em conjunto com a *Linden Scripting Language* (LSL). Os usuários podem criar formas básicas 3D que podem ser escalonadas, deformadas e unidas para formação de modelos complexos. A LSL é utilizada para controlar o comportamento dos objetos do mundo virtual, permitindo a interação dos usuários com esses objetos.

### 2.3.2 Open Wonderland

O *Open Wonderland* é uma ferramenta *open source*, licenciada sob a GNU (*General Public License* v2.0) com *Classpath Exception*<sup>3</sup>, totalmente em Java, para criação de mundos virtuais 3D, mantido pela organização sem fins lucrativos *Open Wonderland Foundation*. Nesses mundos virtuais é possível aos usuários comunicar-se de forma fidedigna, por meio de áudio imersivo, além de realizar ações por aplicações *desktop* ao vivo. O *Wonderland* pode ser estendido de forma a criar mundos inteiramente novos ou adicionar funções aos mundos existentes (OPEN WONDERLAND, 2014).

Segundo Fayolle et al.(2011), a suíte de ferramentas de colaboração fornecidas pelo *kit* de ferramentas do *Open Wonderland*, disponibiliza recursos como, voz sobre IP, canais de bate-papos de texto, quadros multiusuário, notas, vídeos de *webcan* ou aplicativos compartilhados como um navegador da *web*, além de planilhas e uma ferramenta de análise de dados. Conforme descrito na página *web* do *Open Wonderland*, seu objetivo é fornecer um ambiente robusto no que diz respeito aos requisitos segurança, escalabilidade, confiabilidade e funcionalidade para que as organizações possam contar com um aliado, criando uma presença virtual para realização de negócios reais ou para fins educacionais (OPEN WONDERLAND, 2014).

Uma característica importante do *Wonderland* é a possibilidade de extensão do ambiente, permitindo a expansão das funcionalidades para criação de mundos inteiramente novos, novos recursos em mundos existentes ou a inclusão de novos comportamentos para objetos e avatares. O *Open Wonderland* incentiva a criação de conteúdos dentro dos mundos virtuais e parte disso se dá em forma de importação de artes existentes de código aberto como base para criação de novos conteúdos e animações (OPEN WONDERLAND, 2014).

Para usuários inexperientes, a ferramenta conta com um FAQ (*Frequently Asked Questions* ou Perguntas Mais Frequentes) que responde a algumas perguntas básicas. Além disso, são disponibilizados no site uma série de documentos e tutoriais voltados às necessidades de

---

<sup>3</sup> *Classpath Exception*: com esta exceção especial, é permitido que a biblioteca seja utilizada ligada a módulos independentes para produzir executáveis, indiferentemente dos termos de licença destes módulos independentes, permitindo assim copiar e distribuir o executável criado sob termos de sua escolha. Disponível em: <<http://www.gnu.org/software/classpath/license.html>>. Acesso em agosto de 2014.

usuários, desenvolvedores, estudantes ou qualquer interessado em aprender um pouco mais sobre esse recurso (OPEN WONDERLAND, 2014).

Um ponto muito positivo da ferramenta é que por ser baseada em Java, seu cliente poderá ser executado em diversos sistemas operacionais como *Windows*, *Mac OS*, *Linux* e *Solaris*. É possível ainda que o cliente execute em aplicativos como *Firefox*, *Open Office* e *NetBens*, fazendo uso de recurso de compartilhamento de aplicativos X11, mas, para isto, o servidor *Wonderland* deve ser executado em *Linux* ou *Solaris* (OPEN WONDERLAND, 2014).

O *Open Wonderland* utiliza uma tecnologia Java chamada *Java Web Start*, o que permite que seus usuários se conectem a um mundo disponível publicamente na internet sem a necessidade de baixar explicitamente um *software* cliente. Ao apontar o navegador para a URL do mundo virtual disponibilizado, e clicando no botão de iniciar, o *software* cliente será baixado automaticamente e armazenado em cache para futuras utilizações (OPEN WONDERLAND, 2014).

### 2.3.3 Open Simulator

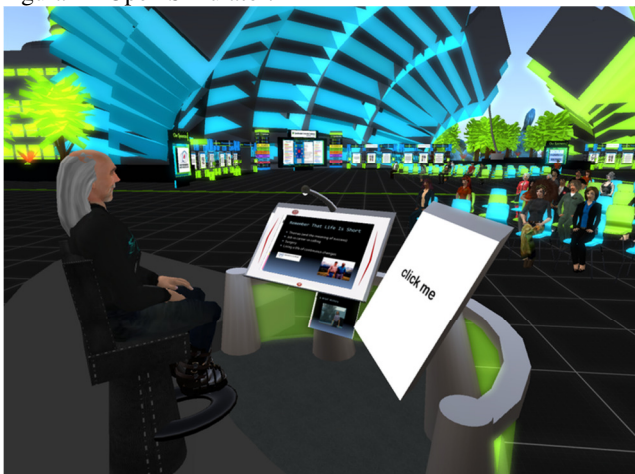
O *Open Simulator*, também chamado de *Open Sim*, surgiu como uma alternativa *open source*, código aberto, à tecnologia utilizada do *Second Life*<sup>TM</sup>. Por ser código aberto, permite uma flexibilidade maior aos seus pesquisadores e desenvolvedores, possibilitando que sejam integradas mais funcionalidades ou recursos a seu código (ULLRICH et al., 2008 *apud* MARCELINO, 2010). O *Open Sim* opera sob a licença BSD (Berkeley Software Distribution) que permite incorporar o *Open Simulator* a produtos (OPEN SIM, 2014).

O mundo virtual 3D *Open Sim* foi desenvolvido em C# e pode funcionar tanto em ambiente *Windows*, por meio do *NET Framework*, ou em *Unix-like*, utilizando do *Mono*<sup>4</sup> *framework* (OPEN SIM, 2014). O *Open Sim* objetiva disponibilizar as funcionalidades de um servidor de mundos virtuais, suportando múltiplos clientes e servidores, podendo rodar em qualquer servidor não precisando seguir as regras de alguma empresa comercial (RITZEMA; HARRIS, 2008 *apud* MARCELINO, 2010).

---

<sup>4</sup> Mono framework é uma alternativa open source, baseado nos padrões para C# e Common Language Runtime, ao NET Framework da Microsoft, patrocinada pela Xamarin. Disponível em: <<http://www.mono-project.com/>>. Acesso em agosto de 2014.

Figura 2 - Open Simulator.



Fonte: OpenSimulator.org (2014).

O *Open Sim* disponibiliza uma instalação opcional, que permite aos usuários que visitem outras instalações de mundos virtuais disponíveis na *web*, a partir de sua instalação. Esse recurso é denominado *Hipergrid*. O *Hipergrid* pode ser utilizado em modo autônomo ou em modo de grade e possibilita a criação de redes de mundos virtuais. Por meio dessas redes, os usuários podem interagir com outras regiões da mesma forma que interagem com suas regiões locais (OPEN SIM, 2014).

A seguir algumas das principais características do *Open Sim* (OPEN SIM, 2014):

- suporte *online* a multi-usuários;
- suporte a espaços virtuais de tamanhos variáveis;
- suporte a vários clientes e protocolos acessando ao mesmo tempo;
- suporte em tempo real de simulações de física, com variações de motor;
- suporte a clientes que criam conteúdo 3D em tempo real;
- suporte a *scripts* no mundo virtual em LSL/OSSL e C#.

Outra característica importante apontada por Ridgewell et al. (2011), é a capacidade de comunicação do *Open Sim* que permite a inclusão e utilização de programas e dados externos. Essa característica

possibilita a interatividade entre os objetos do mundo virtual e os do mundo real.

### 2.3.4 Open Cobalt

O *Open Cobalt* é um projeto comunitário coordenado pelo *Virtual Worlds Group* (Grupo de Mundos Virtuais) da Universidade Duke em Durham, Carolina do Norte - EUA, que visa a possibilitar a pesquisadores, educadores, estudantes e quaisquer outras pessoas interessadas a interagir em ambientes virtuais 3D interligados, sejam públicos sejam privados, contendo recursos sob demanda. Tais recursos incluem, mas não se limitam a, especialistas humanos, repositório de dados, recursos *web* e mídia, bem como serviços de colaboração e aplicativos de *scripts*. Por meio do *Open Cobalt* os participantes do mundo virtual podem acessar e construir de forma colaborativa uma rede de espaços de trabalho virtuais interligados (OPEN COBALT, 2014).

O *Open Cobalt* é um tipo de navegador 3D que permite o acesso e a modificação de redes de ambientes virtuais 3D interligados por meio de redes locais, intranets ou da internet. Seus ambientes podem ser alojados na internet, por qualquer pessoa, gratuitamente.

Figura 3 - Open Cobalt.



Fonte: OpenCobalt.org (2014).

A maioria dos mundos virtuais 3D utiliza uma estrutura de comunicação centralizada, na qual os usuários se conectam a um servidor central por intermédio de um cliente de visualização. O *Open*

*Cobalt* é baseado em um esquema diferente, muito utilizado em vídeo games em rede, as redes de troca de arquivos, conhecida como *Peer to Peer* (P2P ou redes de pares), em que não há um servidor central, e cada usuário atua como cliente e servidor de conteúdos (LIZARRALDE; HUAPAYA, 2012). O *Open Cobalt* promove a criação de mundos virtuais sobre arquiteturas distribuídas, na qual as conexões simultâneas entre pares, por meio da internet, criam verdadeiras comunidades dinâmicas quanto à sua topologia e quantidade de integrantes (CHUN-HONG; MING, 2008 *apud* LIZARRALDE; HUAPAYA, 2012).

Segundo sua página *web*, algumas das principais características e benefícios do *Open Cobalt* são (OPEN COBALT, 2014):

- *Open Source* distribuído livremente sobre *MIT License*, que permite a qualquer pessoa o uso e distribuição sem restrições;
- completamente personalizável;
- multiplataforma, podendo operar em sistemas operacionais como *Mac OS*, *Windows* e *Linux*;
- mundos virtuais privados;
- *hyperlinking* 3D para navegação entre os mundos;
- *chat* de texto integrado, assim como a possibilidade de chat com voz no mundo por meio de VoIP;
- navegação *web* no mundo;
- compartilhamento de documentos de colaboração;
- importação de texturas e mídias de diversas extensões;
- avatares personalizados.

O *Open Cobalt* suporta conteúdo 3D desenvolvido em aplicativos gratuitos ou *open source*, tais como *Sketchup* e *Blender*. Outra característica importante do *Open Cobalt* é a capacidade de acessar e interagir simultaneamente com serviços de terceiros por meio de rede de computação virtual (VNC). A aplicação também oferece uma base para plataformas de *Cyber Learning* comum e aberta, que suporta uma grande variedade de atividades de ensino e aprendizagem, entre elas, de avaliação e análise (OPEN COBALT, 2014).

### 2.3.5 Unity

A *Unity Technologies* é uma empresa internacional, com sede em San Francisco nos Estados Unidos, possuindo escritórios em diversas outras cidades no mundo, que vem se destacando na indústria de jogos com o *Unity*. O *Unity* é uma avançada plataforma de desenvolvimento

que permite a criação de jogos e conteúdos em 3D e 2D interativos. Suas aplicações incluem a criação de simulações de treinamento e visualizações para profissionais da área médica e arquitetos, por exemplo, podendo ser executadas por intermédio de dispositivos móveis, internet, computadores *desktop*, consoles, entre outras plataformas (UNITY, 2014).

Wang et al. (2010) destaca que *Unity 3D* é uma das mais famosas ferramentas de realidade virtual, multiplataforma, que suporta três linguagens de *script*: *JavaScript*, *C#* e uma linguagem baseada em *Python* chamada *Boo*. As três linguagens são igualmente rápidas e podem utilizar bibliotecas *.Net* subjacentes para suporte a banco de dados, *XML*, acesso a arquivos e rede.

O *Unity* foi projetado com o objetivo de democratizar e nivelar o desenvolvimento de jogos no mundo inteiro. Contém diversas categorias de licenças, de uma versão gratuita a versões pagas, com complementos para desenvolvimento para *Android*, *iOS* e *Windows Phone*(UNITY, 2014).

Figura 4 – Unity.



Fonte: UNITY (2014).

Segundo sua página, o *Unity* é um ecossistema de desenvolvimento de jogos com um potente mecanismo de renderização integrado a um conjunto de ferramentas intuitivas, para criação de conteúdos interativos 3D e 2D. Permite a publicação em multiplataformas e tem milhares de recursos prontos disponíveis gratuitamente ou para compra na *Asset Store*. O *Unity* também conta



com uma comunidade participativa para compartilhamento de conhecimento (UNITY, 2014).

### 2.3.6 Análise Comparativa

Após a pesquisa e análise das diferentes ferramentas de desenvolvimento de mundos virtuais 3D, alguns aspectos foram apontados como fundamentais para a construção do ambiente proposto:

- **Open Source:** um fator importante observado para o desenvolvimento do ambiente é o custo com as ferramentas utilizadas, dando-se preferência para as tecnologias *Open Source*.
- **Multiplataforma:** para obter um maior alcance de usuários e instituições de ensino é importante que o ambiente virtual 3D possa operar em diferentes sistemas operacionais.
- **Integração com Moodle:** o ambiente virtual de aprendizagem *Moodle* fornece uma série de recursos multimídia que podem ser compartilhados com alguns mundos virtuais através do *plug-in SLOODLE*.
- **Comunicação por texto e voz:** a intenção do uso dos mundos virtuais para este projeto é criar um ambiente imersivo e colaborativo para contextualizar o uso de experimentos remotos. Um fator importante para atender ao critério de colaboratividade é possibilitar aos usuários que se comuniquem entre si.

Segundo esses critérios, foi gerado o quadro comparativo a seguir, Quadro 1:

Quadro 1 - Comparativo entre ambientes virtuais 3D

	Second Life	Open Wonderland	Open Sim	Open Cobalt	Unity
Open Source		✓	✓	✓	
Multiplataforma	✓	✓	✓	✓	✓
Integração com Moodle	✓		✓		
Comunicação por texto	✓	✓	✓	✓	✓
Comunicação por voz	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: a pesquisadora.

Com base nos critérios avaliados como relevantes, concluiu-se que o servidor de mundos virtuais mais adequado para o desenvolvimento deste projeto é o *Open Sim*, por ser o único que atende a todos os requisitos apontados como essenciais para a implementação do ambiente. A escolha pelo *Open Sim* se deve, em especial, por ser uma ferramenta totalmente gratuita e *open source*, dispondo de uma boa documentação de suporte e *plugin* de integração com o *Moodle*.

## 2.4 MUNDOS VIRTUAIS 3D INTEGRADOS À EXPERIMENTAÇÃO REMOTA

A revisão da literatura tem por objetivo conhecer e relacionar os trabalhos atuais a respeito do uso de Mundos Virtuais 3D integrados a Experimentos Remotos em âmbito mundial, por meio da técnica de revisão sistemática. Para atingir essa meta, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- pesquisar publicações existentes sobre Mundos Virtuais integrados à Experimentos Remotos em bases de dados reconhecidas;
- mapear os trabalhos encontrados;
- identificar os projetos existentes sobre Mundos Virtuais integrados à Experimentação Remota;
- apresentar uma breve análise e resumo dos trabalhos selecionados.

Para atender os objetivos desta revisão, foi realizada uma pesquisa descritiva, com abordagem predominantemente qualitativa. As técnicas utilizadas foram de revisão sistemática da literatura e análise bibliométrica, a fim de determinar a confiabilidade da pesquisa quanto aos seus resultados e análises, bem como tornar possível replicar seus procedimentos.

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é um método de pesquisa exploratória que possibilita apontar todos os passos utilizados na realização de uma pesquisa bibliográfica. Segundo Perissé, Gomes e Nogueira (2001), uma RSL é "a aplicação das estratégias científicas que limitam o viés de seleção e avaliam com espírito científico os artigos e sintetizam todos os estudos relevantes em tópicos específicos", em outras palavras, pode-se dizer que utilizando a literatura como fonte de dados, a RSL reúne estudos semelhantes com o propósito de identificar, selecionar e avaliar criticamente um tema. (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

Para a realização de uma RSL faz-se necessária a aplicação de algumas técnicas para definir os passos a serem seguidos. Conforme

Dagostin, Freire e Filho (2014), podem ser empregados dois tipos de orientações para a elaboração de uma RSL, sendo eles: “*Cochrane Handbook* (Colaboração Cochrane) e; *CDR Report6 (NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York)*”. Os métodos *Cochrane* e *CDR Report6* se diferenciam na distribuição de suas fases, conforme visto a seguir.

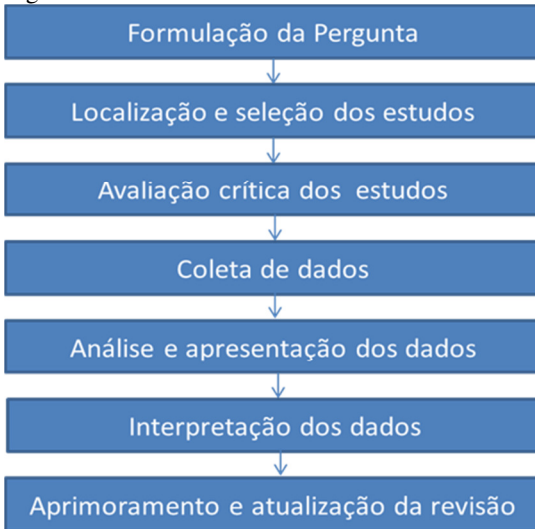
O *Cochrane Handbook* determina a sequência de sete passos:

- formulação da pergunta;
- localização e seleção das bases de dados para pesquisa;
- avaliação crítica dos estudos;
- coleta de dados;
- análise e apresentação dos dados;
- interpretação dos dados;
- aprimoramento e atualização da revisão.

Já o Manual *NHS/York2* determina nove fases distribuídas em três estágios:

- planejamento;
- execução;
- apresentação.

Ambos os manuais apresentam estratégias bem definidas que incluem a realização de uma pesquisa abrangente de todos os estudos potencialmente relevantes, bem como a utilização de critérios explícitos e reproduzíveis para a seleção e avaliação de estudos, fazendo com que essas metodologias sejam amplamente aplicadas em diversas áreas do conhecimento. Na pesquisa apresentada neste artigo o método utilizado foi o *Cochrane Handbook*, com as suas sete fases de desenvolvimento, conforme pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 - Fases *Cochrane Handbook*.

Fonte: a pesquisadora, adaptado de Dagostin, Freire e Filho (2014).

Atendendo ao primeiro passo de uma revisão sistemática, foi estabelecida a seguinte pergunta de pesquisa: *Quais projetos existem atualmente utilizando mundos virtuais 3D integrados a experimentos remotos?*

Para localização e seleção dos estudos foram identificadas as bases de dados a saber: *Scielo* (<http://www.scielo.org>), *Scopus*, (<http://www.scopus.com/home.url>), *Web of Science* (<https://webofscience.com/>) e *IEEEExplore* (<http://ieeexplore.ieee.org/>).

De forma a encontrar resultados que respondessem à questão de pesquisa, foram utilizados os termos: “*virtual world*” ou “*virtual worlds*” ou “*mundo virtual*” ou “*mundos virtuais*”. Com base nesses parâmetros a base da *Scielo* retornou 196 resultados, a *Web Of Science* 6.821, a *IEEE Xplore* 2.371 e a *Scopus* 8.346 resultados.

Em um segundo momento, a pesquisa foi então refinada utilizando como filtro os seguintes termos: “*remote experimete*” ou “*remote experiments*” ou “*remote experimentation*” ou “*remote labs*” ou “*remote laboratorie*” ou “*real experimete*” ou “*real experiments*” ou “*real experimentation*” ou “*real labs*” ou “*real laboratories*” ou “*experimento remoto*” ou “*experimentação remota*”. Após a aplicação do filtro relativo aos experimentos remotos, o número de resultados caiu significativamente quando comparados aos resultados relativos aos

mundos virtuais. A base da *Scielo* passou a não apresentar mais resultados, a *Web Of Science* mostrou apenas 13 resultados, a *IEEE Xplore* 16 e a *Scopus* 55.

Na base de dados da *Scopus* foi aplicado um filtro por área, a fim de restringir os resultados de busca. Foram enfatizadas as áreas relacionadas às STEM (*Science, Technology, Engineering e Mathematics*), sendo excluídas as subáreas: *Social Sciences; Decision Sciences; Business, Management and Accounting; e Agricultural and Biological Sciences*. E mantidas as subáreas: *Computer Science; Engineering; Mathematic; Materials Science; Physics and Astronomy; e Chemistry*. Com a aplicação desse filtro a base da *Scopus* passou a retornar 30 resultados para a pesquisa.

Após estabelecidos os critérios de busca, seguiu-se com a avaliação crítica dos estudos encontrados. A partir desse momento foi necessário realizar um estudo manual nos documentos retornados, para identificar os trabalhos que, apesar de atenderem aos filtros da busca, não condiziam com o esperado (trabalhos que apresentassem integração entre mundos virtuais 3D e experimentos remotos/reais).

Realizando a leitura dos resumos, foram descartados diversos resultados por tratarem de simulações realizadas em mundos virtuais visando a se assemelhar aos experimentos reais ou a serem utilizados antes dos experimentos reais. Após esta análise de abstract restaram da base da *Web Of Science* 7 resultados, da *IEEXplore* 14 e da *Scopus* apenas 13 resultados.

Dentre os documentos encontrados entre as bases de dados, notou-se uma grande convergência, o que tornou necessária a realização de um cruzamento entre as bases para excluir resultados repetidos. Ao final da busca restaram 18 documentos distintos, porém detectou-se que alguns artigos foram escritos pelos mesmos autores e eram releituras de um mesmo projeto realizado, sendo, por isso, desconsiderados. Permaneceu, então, uma listagem de 13 artigos que foram dispostos na Tabela 1.

Tabela 1- Artigos encontrados.

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Local de Publicação</b>
Lopez, S.; Carpeno, A.; Arriaga, J.	Laboratorio remoto eLab3: Un mundo virtual inmersivo para el aprendizaje de la electrónica	2014	Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2014 11th International Conference on
Da Silva, J.B., Rochadel, W., Marcelino, R., Gruber, V.	Utilization of NICTs applied to mobile devices	2013	Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje

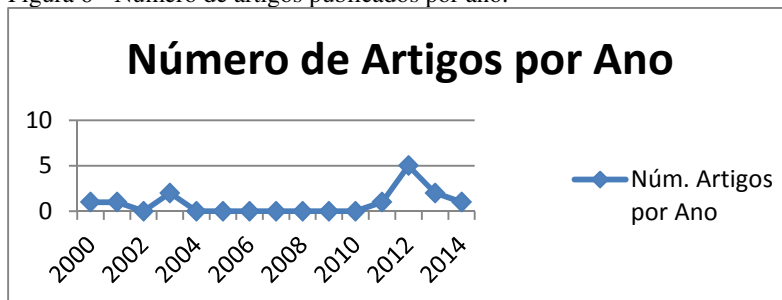
Michael J. Callaghan, Kerri McCusker, Julio Lopez Losada, Jim Harkin, and Shane Wilson	Using Game-Based Learning in Virtual Worlds to Teach Electronic and Electrical Engineering	2013	Industrial Informatics, IEEE Transactions on
Marcelino, R., Silva, J.B., Gruber, V., Biessimo, M.S.	Immersive learning environment using 3D virtual worlds and integrated remote experimentation	2012	International Journal of Online Engineering
Müller, D., Chilliischi, A., Langer, S.	Integrating immersive 3D worlds and real lab equipment for teaching mechatronics	2012	2012 9th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2012
Schaf, F.M., Paladini, S., Pereira, C.E.	3D AutoSysLab prototype: A social, immersive and mixed reality approach for collaborative learning environments	2012	IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON
Anasol Peña-Ríos, Vic Callaghan, Michael Gardner, Mohammed J. Alhaddad	Remote mixed reality collaborative laboratory activities: Learning activities within the InterReality Portal	2012	IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology
W. Osten, M. Wilke, G. Pedrini	Remote Laboratories for Optical Metrology: From the Lab to the Cloud	2012	Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering
Fayolle, J.; Gravier, C.; Yankelovich, N.; Kim, E.	Remote lab in virtual world for remote control of industrial processes	2011	Multimedia and Expo (ICME), 2011 IEEE International Conference on
Kaizhou Liu; Jian Liu; Yu Zhang; Hongli Xu; Xisheng Feng	The development of autonomous underwater vehicle's semi-physical virtual reality system	2003	Robotics, Intelligent Systems and Signal Processing, 2003. Proceedings. 2003 IEEE International Conference on (Volume:1 )
Riko Safaric, Igor Hedrih, Rok Klobucar, Bostjan Sorgo	Remote Controlled Robot Arm	2003	IEEE International Conference on Industrial Technology
P. Ridao, J. Batlle, J. Amat, M. Carreras	A distributed environment for virtual and/or real experiments for underwater robots	2001	Robotics and Automation, 2001. Proceedings 2001 ICRA. IEEE International Conference on (Volume:4 )
Yongduek Seo, Ki-Sang Hong	Weakly calibrated video-based augmented reality: embedding and rendering through virtual camera	2000	Augmented Reality, 2000. (ISAR 2000). Proceedings. IEEE and ACM International Symposium on

Fonte: a pesquisadora.

Notou-se que 4 dos artigos eram datados de 2001 a 2003 e que, depois disso, houve uma parada nas publicações sobre esse tema. Em 2011, houve uma retomada que mostrou um número mais expressivo de

publicações até 2014, o que é demonstrado no gráfico exposto na Figura 6:

Figura 6 - Número de artigos publicados por ano.



Fonte: a pesquisadora.

Como o objetivo desta revisão é conhecer e relacionar os trabalhos atuais a respeito do uso de mundos virtuais integrados à experimentação remota, serão considerados para a análise aprofundada somente os artigos mais recentes. De acordo com os critérios estabelecidos, foram selecionados 9 artigos com data de publicação de 2011 a 2014. A seguir, na Tabela 2, pode ser visto um resumo dos critérios utilizados de exclusão das bibliografias encontradas:

Tabela 2 - Critérios de exclusão das bibliografias encontradas.

CRITÉRIOS/BASES	Scielo	Web Of Science	IEEE Xplore	Scopus	TOTAL
<b>Busca por Mundos Virtuais e similares</b>	196	6.821	2.371	8.346	<b>17.734</b>
<b>Filtro por Experimentos Remotos e similares</b>	0	13	16	55	<b>84</b>
<b>Filtro por áreas STEM</b>	-	13	16	30	<b>59</b>
<b>Leitura dos resumos e filtro manual</b>	-	7	14	13	<b>34</b>
<b>Exclusão dos repetidos</b>	-	-	-	-	<b>18</b>
<b>Exclusão dos idênticos</b>	-	-	-	-	<b>13</b>
<b>Exclusão das publicações com mais de 5 anos</b>	-	-	-	-	<b>9</b>

Fonte: a pesquisadora.

Mais adiante serão apresentados os resultados da coleta, análise e apresentação, e interpretação dos dados extraídos desses artigos. Destaca-se que a análise realizada será a bibliométrica.

A análise bibliométrica é uma técnica de investigação empregada para avaliar resultados de uma pesquisa bibliográfica referente uma determinada questão de pesquisa, tendo por objetivo a análise do tamanho, crescimento e distribuição da bibliografia em um campo específico do conhecimento. Essa técnica permite indicar tendências, analisar o impacto da produção científica de um determinado tema, estudar indicadores e mapear frequência e lugar onde o tema é mais explorado (FREIRE, 2013).

#### 2.4.1 Resultados Encontrados

O trabalho de López, Carpeño e Arriaga (2014), intitulado *Laboratorio Remoto eLab3D: un Mundo Virtual Inmersivo para el Aprendizaje de la Electrónica*, foi desenvolvido na Universidad Politécnica de Madrid (UPM), na Espanha, que desde 2010, tem financiado projetos de inovação educacional relacionados ao desenvolvimento de laboratórios virtuais e remotos para as disciplinas de engenharia. Um dos resultados obtidos foi o desenvolvimento da plataforma eLab3D, cujo objetivo é proporcionar um recurso educacional que ajude a melhorar a aprendizagem dos estudantes da área de eletrônica. Abaixo, a

Figura 7 mostra uma imagem do ambiente virtual desenvolvido naquele projeto:

Figura 7 - Posto de trabalho no MV.



Fonte: López, Carpeño e Arriaga (2014).

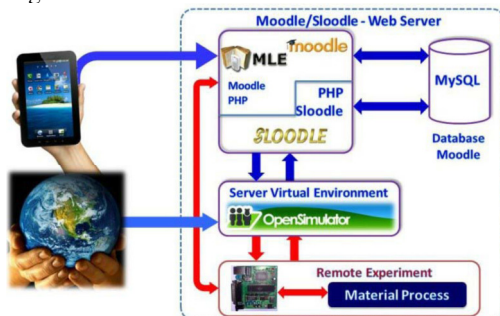


A plataforma eLab3D permite, por meio da internet e de um mundo virtual 3D, desenvolvido utilizando o *software open source Open Sim*, o controle de instrumentos reais típicos de laboratórios de eletrônica, como a manipulação de cabos e conexão de componentes. A plataforma também permite que vários usuários operem simultaneamente os diferentes tipos de experimentos. As instruções enviadas por cada usuário serão atendidas seguindo uma sequência do tipo FIFO (*first input first output*). Até então, é limitado a 12 o número de usuários que podem trabalhar em paralelo nessa plataforma.

O projeto piloto foi validado com a participação de estudantes e professores do ensino universitário e secundário da Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación e da Universidad Politécnica de Madrid. Eles utilizaram a plataforma eLab3D para realizar uma série de atividades práticas e complementares e responderam a uma pesquisa com 50 questões a respeito da facilidade de uso, viabilidade da plataforma, percepção de imersão, aprendizagem percebida, utilizada e satisfação. Apesar de algumas considerações particulares, pode-se deduzir, pela análise dos resultados, que a plataforma gerou impressões muito positivas em todos os elementos questionados.

O segundo trabalho analisado é intitulado *Utilization of NICTs Applied to Mobile Devices*, de Silva et al. (2013), foi desenvolvido no Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil. A arquitetura do trabalho envolveu a integração do sistema de gestão de aprendizagem Moodle, com um mundo virtual 3D desenvolvido também com *Open Sim*, e experimentos remotos, voltados para a educação científica e tecnológica. A Figura 8 mostra a arquitetura implementada nesse projeto.

Figura 8 - Posto de trabalho no MV.



Fonte: Silva et al. (2013).

O *Moodle* é um sistema de gestão de cursos por intermédio da internet, código aberto, que contém diversas ferramentas para disponibilizar conteúdos e atividades educacionais, facilitando a produção e distribuição de materiais pedagógicos. A instalação do complemento *SLOODLE*, permite o acesso do *Moodle* por meio do mundo virtual. Esses conteúdos e atividades podem ser acessados, também, por intermédio de dispositivos móveis fazendo-se uso do *plugin Mobile Learning Motor* do *Moodle* (*MLEMoodle2*), igualmente *open source*, livre e personalizável. Esse *plug-in* deve ser instalado no servidor do *Moodle*, dispensando qualquer instalação adicional nos dispositivos móveis.

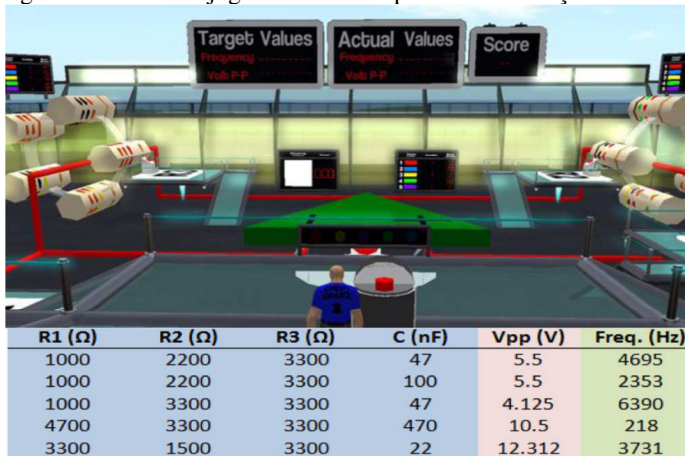
O diferencial desse projeto é que ele parte do princípio de que nossas crianças, adolescentes e jovens em geral, os chamados nativos digitais, já nasceram em um contexto de linguagem digital e vêm para a sala de aula cercados de tecnologias, como os *smartphones* entre outros dispositivos que estão à sua disposição para despertar curiosidade e motivação. Nesse sentido o projeto propõe o uso de dispositivos móveis como ferramenta de ensino e aprendizagem, aproveitando os recursos que já estão disponíveis nas mãos dos jovens. Mediante dispositivos móveis é possível também acessar o portal adaptado do RExLab, oportunizando o acesso a todos os experimentos remotos disponibilizados pelo laboratório. Alguns experimentos remotos permitem também acesso por intermédio do mundo virtual 3D.

O trabalho de Michael Callaghan et al. (2013), *Using Game-Based Learning in Virtual Worlds to Teach Electronic and Electrical Engineering*, foi desenvolvido pela equipe de pesquisa da *Serious Games* e Mundos Virtuais do Centro de Pesquisa em Sistemas Inteligentes da Universidade de Ulster, Reino Unido, sendo voltado aos cursos de graduação e pós-graduação de Engenharia Elétrica e Eletrônica. Esse trabalho aborda como o formato de vídeo games, uma forma de entretenimento muito apreciada pelos jovens, pode ser adotado como ferramenta de ensino, explorando como os mundos virtuais e as técnicas de videogames podem ser utilizadas para criar ambientes altamente imersivos e envolventes para o ensino de Engenharia.

O projeto *Circuit Warz* foi implementado no *Second Life*, mundo virtual lançado em 2003 e desenvolvido pela *Linden Research*. Esse trabalho, além de simulações, apresenta uma série de eventos de engenharia altamente interativos. O mundo virtual criado, assim como o projeto descrito anteriormente, foi integrado com *MOODLE* por intermédio do *SLOODLE*, a fim de permitir a disposição de materiais didáticos e a inclusão de tarefas a serem realizadas pelos alunos,

direcionando às práticas oferecidas pelo ambiente virtual. A Figura 9 mostra uma imagem do ambiente virtual desenvolvido nesse projeto.

Figura 9 – Arena de jogo e resistor / capacitor combinações / saídas.



Fonte: Michael Callaghan et al. (2013)

Assim como o trabalho de López, Carpeño e Arriaga (2014), a avaliação do projeto foi focada principalmente na aceitação dos usuários com relação a esses tipos de ambientes e plataformas de ensino, considerando tanto a perspectiva do educador como a do estudante. A avaliação levou em consideração o perfil dos usuários, como faixa etária, familiaridade com tecnologias de comunicação, redes sociais e videogames. Em geral, os retornos foram positivos, pois os usuários eram familiarizados com tecnologias e a curva de aprendizagem do jogo foi curta, proporcionando a sua imediata aceitação como mais uma ferramenta de aprendizagem.

Callaghan et al. (2013) apontaram que, apesar da avaliação muito positiva tanto por parte do corpo docente quanto por parte dos estudantes que dela participaram, ainda existem alguns obstáculos a serem superados para uma adoção generalizada dessas tecnologias. As principais barreiras são a conscientização dos educadores, a aceitação dos possíveis benefícios que esses ambientes proporcionam e a vontade de explorar tecnologias inovadoras em lugar das tradicionais na prática de ensino. Indica também a necessidade de amadurecimento da tecnologia para que a inclusão de material adicional de ensino se torne mais simples, pois atualmente é preciso incluir no ambiente virtual de

aprendizagem (AVA) e utilizar uma aplicação que faça a intermediação entre o AVA e o mundo virtual.

O artigo de Marcelino et al. (2012), *Immersive Learning Environment Using 3D Virtual Worlds and Integrated Remote Experimentation*, trata de um projeto voltado ao ensino de Física, desenvolvido utilizando inteiramente tecnologias *open source* e *hardware* aberto. Esse trabalho também foi realizado e desenvolvido no Laboratório de Experimentação Remota (RExLab), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil.

O mundo virtual foi construído com *Open Sim* e integrado ao experimento de Física chamado “painel elétrico”. Assim como os trabalhos já relatados, também possui integração com o *Moodle*, por meio do *SLOODLE*, para a disposição de materiais de apoio e tarefas a serem realizadas. O ambiente implementado faz analogia a uma sala de aula tradicional, e os estudantes puderam interagir com outros estudantes e com o professor e, posteriormente, de forma colaborativa, puderam realizar os experimentos remotos para a aplicação da prática dos conhecimentos teóricos aprendidos. A Figura 10 mostra os estudantes, por meio de seus avatares, acessando o experimento remoto por intermédio do ambiente virtual.

Figura 10 – Acesso ao experimento “Painel Elétrico” por meio do MV.



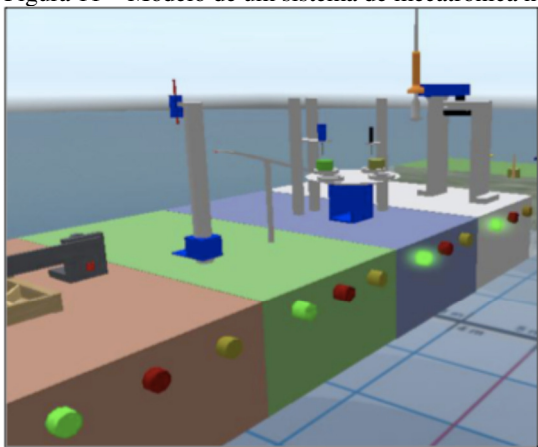
Fonte: Marcelino et al. (2012).

O artigo *Integrating Immersive 3D Worlds and Real Lab, Equipment for Teaching Mechatronics*, escrito por Müller, Chilliischi e Langer (2012), foi desenvolvido na University of Bremen, na Alemanha. A aplicação desenvolvida deve ser livremente distribuída, *open source* e

disponibilizada como ferramenta de ensino e aprendizagem de Mecatrônica.

O ambiente virtual foi implementado utilizando *Open Sim* e incluiu interoperabilidade tanto com experimentos remotos, acessíveis por intermédio da internet, como também simulações de dispositivos reais criados no mundo em 3D. As simulações foram realizadas utilizando *Hardware-in-the-loop* (HIL) que permite testes reais de *hardware* em um ambiente simulado. A seguir, na Figura 11, pode ser vista uma imagem do ambiente desenvolvido nesse projeto.

Figura 11 – Modelo de um sistema de mecatrônica no Open Simulator.



Fonte: Müller, Chilliischi e Langer (2012).

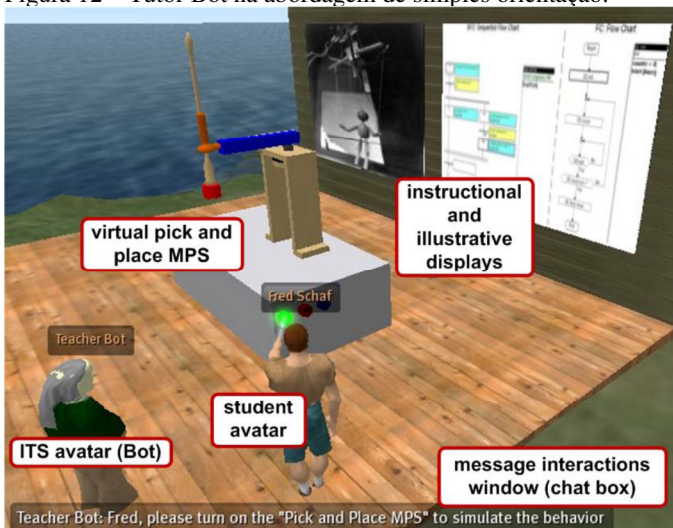
O artigo *3D AutoSysLab prototype: A social, immersive and mixed reality approach for collaborative learning environments*, de Schaf, Paladini e Pereira (2012), foi desenvolvido na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), ambas no Brasil. O projeto descrito nesse artigo é voltado ao ensino de Engenharia de Automação.

Nesse projeto foi utilizado o *Open Sim* como servidor de mundos virtuais, o *Moodle* como AVA para disposição de conteúdos e atividades de apoio, o *SLOODLE* para fazer a ligação entre o *Moodle* e o mundo virtual, entre outras ferramentas, *hardware* e *softwares* descritos no artigo para a comunicação com banco de dados, com experimentos remotos e conexão com recursos externos. Um diferencial desse projeto em relação aos demais analisados até aqui foi a utilização do *framework JADE* para a criação de avatares de tutores automatizados, ou tutor *bots*.

Esses *bots* oferecem ajuda e orientação cada vez que o aluno chega perto de uma interface de experiência virtual.

O protótipo desenvolvido incorpora interfaces de experimentos remotos e simulação de sistemas de automação no mundo virtual 3D. Um dos experimentos abordados pelo projeto tratava-se de uma usina térmica, em que o objetivo era controlar a temperatura de um subconjunto de resistências elétricas. Foi criada também, no ambiente virtual, uma planta industrial representando um sistema de engarrafamento simples, incluindo os processos de encher, enrolhar e rotular os frascos. Segundo Schaf, Paladini e Pereira (2012), até a data em que o artigo foi escrito somente, algumas partes do sistema proposto haviam sido aplicadas, mas os resultados obtidos foram muito positivos. A Figura 12 mostra o ambiente virtual e a interação entre um aluno, por meio de seu avatar, e um tutor *bot*.

Figura 12 – Tutor Bot na abordagem de simples orientação.



Fonte: Schaf, Paladini e Pereira (2012).

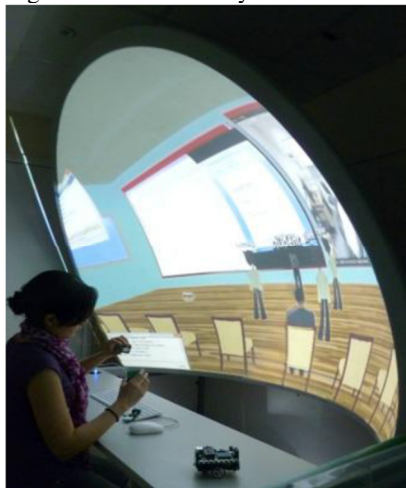
O trabalho de Peña-Ríos et al. (2012), intitulado *Remote mixed reality collaborative laboratory activities: Learning activities within the InterReality Portal*, trata do ambiente de realidade mista de aprendizagem chamado InterReality Portal, desenvolvido na University of Essex, Reino Unido. O objetivo desse portal de aprendizagem é permitir que os alunos colaborem entre si utilizando um misto de objetos

reais e virtuais. O portal é voltado ao ensino de Internet das Coisas em Ciência da Computação.

A implementação do *InterReality* foi baseada em três componentes: a) um ambiente real, formado por uma semiesfera, uma câmera e alguns sensores que permitem a identificação automática de atores e objetos; b) um ambiente virtual de aprendizagem chamado projeto *Mirtle*, desenvolvido com base no *Open Wonderland*, que liga uma sala de aula física com uma sala de aula virtual para alunos remotos; c) *xReality* objetos (objetos físicos que contém regras que determinam a interação com outros objetos e com a representação do objeto dentro do ambiente virtual 3D) e objetos reais.

Segundo Peña-Ríos et al. (2012), a integração entre os elementos físicos e virtuais dentro de um ambiente pode ser definida como *Cross-Reality*, ou *xReality*, e para criar esse *xReality* no ambiente desenvolvido foi utilizado o *Buzz-Board Educational Toolkit*, que compreende 30 placas plugáveis, interligáveis, com reconhecimento de rede e um conjunto com módulos de *software* que permitem criar uma variedade de aplicações na Internet das Coisas. A Figura 13 mostra um usuário interagindo com o *InterReality Portal*.

Figura 13 – InterReality Portal.



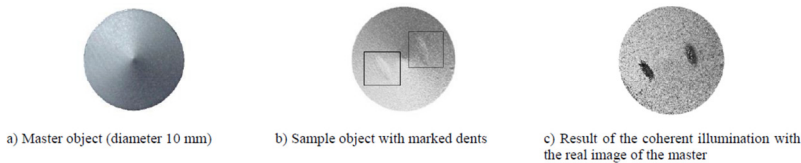
Fonte: Peña-Ríos et al. (2012).

O artigo *Remote Laboratories for Optical Metrology: From the Lab to the Cloud*, de Ostem, Wilke e Pedrini (2012), trata de um projeto desenvolvido na University Stuttgart, Alemanha. O ambiente foi

implementado utilizando *Open Wonderland* e foi projetado principalmente para investigação científica, no entanto, entende-se que ele é igualmente útil ao estudo de metrologia ótica.

O protótipo desenvolvido trata de um sistema remoto experimental que pode realizar a medição de deformação em pequenos objetos e imagens microscópicas holográficas 3D de amostras em micro escala, fornecendo o acesso delas por intermédio da internet. O *hardware* físico é controlado por meio do *LabView*, um ambiente gráfico de desenvolvimento, conectado ao ambiente virtual 3D. Tal projeto tem como um dos exemplos de aplicação a inspeção industrial, como a comparação entre um objeto mestre e um de objeto remoto, assim como a montagem virtual de peças que são fabricadas em locais diferentes. A Figura 14 mostra a comparação entre um objeto mestre e um objeto de amostra.

Figura 14 – Forma de comparação entre um mestre e um objeto de amostra por holografia digital convencional e comparativa.



Fonte: Ostem, Wilke e Pedrini (2012).

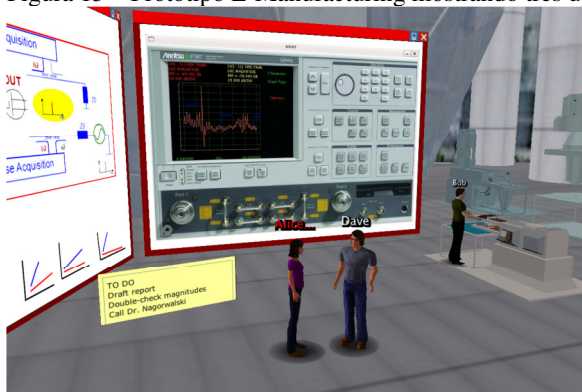
Por fim, o último artigo analisado foi *Remote Lab in Virtual World for Remote Control of Industrial Processes*, de Fayolle et al. (2011), da Télécom Saint-Etienne Université de Lyon, da França, e *Open Wonderland Foundation*, dos Estados Unidos, desenvolvido com foco em processos de fabricação. O objetivo do projeto foi a criação de uma estrutura genérica, denominada de *E-Manufacturing*, que pudesse trabalhar com qualquer dispositivo remoto.

A interface dos dispositivos remotos para transmissão de comandos e envio de resultados entre os usuários e dispositivos foi integrada com um mundo virtual desenvolvido em *Open Wonderland*. Os resultados preliminares mostraram que houve facilidade na interação humana dentro do mundo virtual. O artigo fala da maneira como os usuários podem controlar remotamente dispositivos de *hardware* industriais por intermédio da internet, mas a intenção é que a abordagem utilizada possa suportar um grande conjunto de dispositivos, incluindo dispositivos relacionados à eletrônica, robótica, mecânica, entre outros.



A seguir, na Figura 15, é possível ver uma imagem do mundo virtual implementado nesse projeto.

Figura 15 – Protótipo E-Manufacturing mostrando três usuários no mundo.



Fonte: Fayolle et al. (2011).

Ao final, algumas características foram observadas durante a análise dos trabalhos encontrados, conforme pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3 - Comparativo entre os projetos.

Autor	Aplicação	Temática	Servidor de MV	Tecnologia	Integra Moodle	País
Lopez; Carpeno e Arriaga (2014)	Ensino	Eletrônica	<i>Open Sim</i>	<i>Open Source</i>	Não	Espanha
Silva et al. (2013)	Ensino	Ciências e Tecnologia	<i>Open Sim</i>	<i>Open Source</i>	Sim	Brasil
Callaghan et al. (2013)	Ensino	Engenharia Eletrônica e Elétrica	<i>Second Life</i>	Proprietária	Sim	Reino Unido
Marcelino et al. (2012)	Ensino	Física	<i>Open Sim</i>	<i>Open Source</i>	Sim	Brasil
Müller;Chillischichi e Langer (2012)	Ensino	Mecatrônica	<i>Open Sim</i>	<i>Open Source</i>	Não	Alemanha
Schaf; Paladini e Pereira (2012)	Ensino	Engenharia de Automação	<i>Open Sim</i>	<i>Open Source</i>	Sim	Brasil
Peña-Ríos et al. (2012)	Ensino	Ciência da Computação	<i>Open Wonderland</i>	<i>Open Source</i>	Não	Reino Unido
Osten; Wilke e Pedrini (2012)	Investigação científica e Ensino	Metrologia Ótica	<i>Open Wonderland</i>	<i>Open Source</i>	Não	Alemanha

Fayolle et al. (2011)	Industrial	Processos Industriais	<i>Open Wonderland</i>	<i>Open Source</i>	Não	França
-----------------------	------------	-----------------------	------------------------	--------------------	-----	--------

Fonte: a pesquisadora.

Destaca-se que a maioria dos projetos estudados, 8 de 9, têm sua aplicação destinada ao ensino, o que mostra certo entusiasmo por parte dos pesquisadores quanto ao potencial do uso dessas tecnologias como ferramenta de ensino e aprendizagem. Percebeu-se também, apesar de não ter sido relatado na tabela comparativa, que os autores dos trabalhos pertencem predominantemente a instituições universitárias, o que também pode justificar a quantidade de trabalhos relacionados ao ensino.

Outra característica observada foi que metade dos projetos voltados ao ensino, 4 de 8, realizaram integração com o *Moodle* para disposição de materiais e atividades complementares. A integração com o *Moodle* proporciona um melhor acompanhamento pedagógico das práticas executadas no ambiente virtual juntamente com os experimentos remotos.

Notou-se a preferência por tecnologias *open source*, sendo 8 dos 9 trabalhos optaram por servidores de mundos virtuais de código livre, em particular o *Open Sim* e *Open Wonderland*. Nesse quesito houve uma pequena vantagem do *Open Sim*, constante em 5 projetos, em relação ao *Wonderland*, utilizado no desenvolvimento de 3 mundos virtuais pesquisados.

Quanto à origem dos trabalhos, notou-se que, apesar de terem sido analisados 9 artigos, eles foram produzidos em apenas 5 países distintos. Foram descritos 3 trabalhos do Brasil, 2 do Reino Unido, 2 da Alemanha, 1 da Espanha e 1 da França.

Constatou-se que muitos projetos descritos nas bibliografias avaliadas ainda estavam em andamento, mas que, apesar de não concluídos, os resultados parciais de sua validação foram todos positivos, sugerindo a viabilidade da integração entre mundos virtuais 3D e experimentos remotos.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES

Os autores são praticamente unânimes em destacar o potencial de colaboratividade proporcionado pelos ambientes virtuais 3D no uso da experimentação remota, ao permitirem que os alunos visualizem e interajam, em conjunto, com os experimentos remotamente. Apesar de os estudantes poderem acessar os experimentos de qualquer local,

mesmo estando fisicamente distantes dos laboratórios, a integração dos mundos virtuais lhes proporciona a sensação de presença, uma vez que podem interagir com outros usuários, incluindo colegas e professores. Essa integração possibilita também que um usuário observe a interação dos outros usuários com os experimentos.

Também é muito apreciado o fato dos experimentos remotos permitirem aos alunos realizarem as práticas laboratoriais a qualquer momento e em qualquer lugar que lhes permita uma conexão com a internet, ampliando suas possibilidades de acesso. As atividades laboratoriais são fundamentais para que os educandos pratiquem o que estão aprendendo em teoria, e os laboratórios de experimentação remota mostram-se uma excelente alternativa para suprir essa necessidade.



### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Marconi e Lakatos (2003) pode-se definir método como um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que permitem que um objetivo (conhecimentos válidos e verdadeiros) seja alcançado com maior segurança e economia, determinando o caminho a seguir, detectando falhas e amparando as decisões do cientista. As seguir, serão apresentadas a classificação da pesquisa e as etapas percorridas para sua realização.

#### 3.1 Classificação da Pesquisa

Esta pesquisa possui abordagem qualitativa, em concordância com o que diz Godoy (1995), ao enunciar que a pesquisa qualitativa não objetiva enumerar e/ou medir os eventos estudados, partindo de questões ou focos de interesses amplos, definindo-se à medida que o estudo se desenvolve. Esse tipo de pesquisa envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos alcançados por intermédio de contato direto do pesquisador com a situação estudada, com o intuito de compreender os fenômenos conforme a perspectiva dos participantes da situação em estudo. Ainda segundo Godoy (1995), “quando estamos lidando com problemas pouco conhecidos e a pesquisa é de cunho exploratório, esse tipo de investigação parece ser o mais adequado”.

Dentre as categorias de pesquisa qualitativa, o método de pesquisa-ação foi adotado por sua característica de participação e interferência do pesquisador no caso estudado. Segundo Severino (2007), a pesquisa-ação é aquela que, além de compreender, pretende interferir na situação, visando modificá-la. A seguir, no Quadro 2, podemos observar a diferença entre uma Descrição de Aplicação, Pesquisa-ação e Estudo de Caso:

Quadro 2 - Comparação entre Descrição de Aplicação, Pesquisa-Ação e Estudo de Caso.

<p><b>A descrição da aplicação</b> detalha experiência do autor do estudo na implementação de aplicação particular. Os resultados geralmente são de sucesso e o trabalho</p>	<p>Na <b>pesquisa-ação</b> o autor participa da implementação de um sistema e, simultaneamente, realiza <b>certa intervenção</b> técnica. Existe uma intenção original de desenvolver uma pesquisa. O pesquisador possui dois</p>	<p>Em <b>estudos de caso</b>, o objetivo claro é a condução de uma pesquisa, e os pesquisadores são investigadores-observadores, não</p>
--	---	--

<p>é concluído com uma lista de recomendações. Nesse caso, o autor não conduziu uma pesquisa, mas uma <b>implementação.</b></p>	<p>objetivos: agir para resolver determinado problema e contribuir para um conjunto de conceitos em Sistemas de Informação (SI).</p>	<p>participantes.</p>
---	--	-----------------------

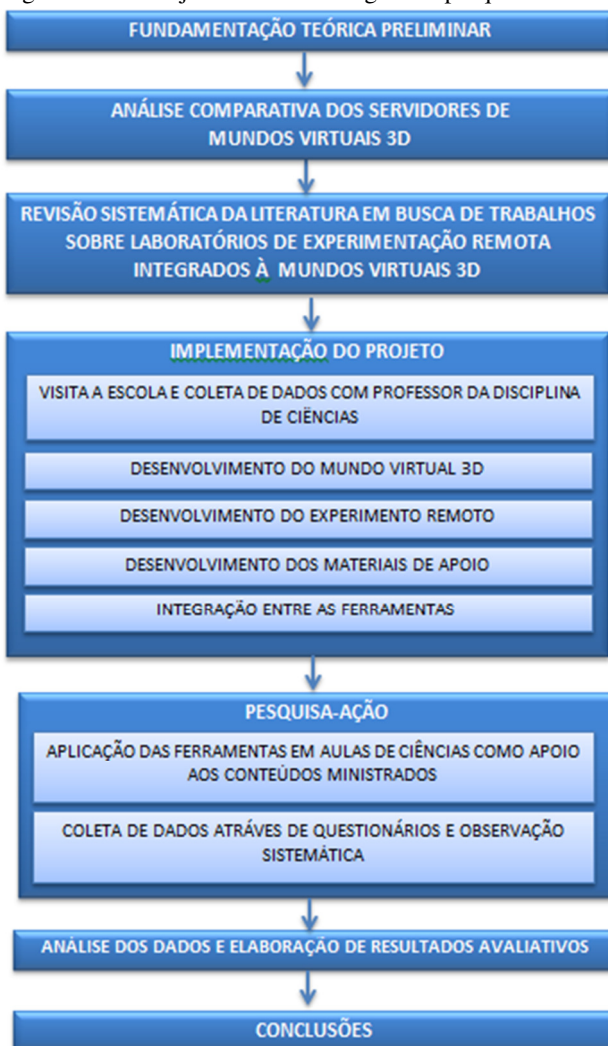
Fonte: (BENBASAT; GOLDSTEIN; MEAD, 1987 *apud* POZZEBON; FREITAS, 1998).

Segundo Pozzebon e Freitas (1998) as três categorias de pesquisa são comumente classificadas como estudos de caso. Porém a diferença essencial entre o estudo de caso e a pesquisa-ação está na intervenção ou não do pesquisador. Do mesmo modo, difere-se a pesquisa-ação da descrição de aplicação pela pré-existência da intenção de realizar uma pesquisa.

### 3.2 Etapas da Pesquisa

A fim de atingir os objetivos propostos para esse projeto de pesquisa, os procedimentos metodológicos a serem aplicados deverão seguir as seguintes etapas e atividades, conforme pode ser visto na Figura 16:

Figura 16 – Planejamento metodológico da pesquisa.



Fonte: a pesquisadora.

Na fundamentação teórica preliminar, foi realizada uma pesquisa bibliográfica inicial objetivando identificar e definir os principais conceitos a serem abordados durante a investigação. Alguns assuntos importantes enfocados nessa fase são o uso educacional das tecnologias da informação e comunicação, dos laboratórios de experimentação

remota e dos mundos virtuais 3D. Em seguida, foi realizada uma análise comparativa entre os servidores de mundos virtuais 3D descritos a fim de identificar qual a ferramenta que melhor atende as necessidades do desta pesquisa. Foi efetuada, também, uma revisão sistemática da literatura em busca de trabalhos publicados sobre experimentos remotos integrados a mundos virtuais 3D, a fim de que fossem identificados os principais trabalhos nessa área.

Após as fases iniciais de fundamentação teórica e coleta de dados, foi realizada a implementação do projeto, iniciando com a realização de visitas à escola de ensino básico para a coleta de dados relevantes aos processos de ensino utilizados nas aulas de Ciências. A coleta de dados na escola foi realizada juntamente com professor por meio de entrevista. Essa etapa mostrou-se fundamental para a definição de algumas características do experimento realizado, considerando sua relevância à disciplina de Ciências.

Em seguida, foram realizadas as etapas de desenvolvimento do experimento remoto, do mundo virtual 3D, do material didático de apoio e a integração entre as ferramentas. Nessas etapas o experimento foi construído efetivamente, com a montagem do *hardware* a fim de realizar o experimento e a interface de acesso *web* para sua observação e manipulação. A construção do mundo virtual 3D foi feita de acordo com o cenário definido em parceria com o professor de Ciências, visando criar um ambiente imersivo e atraente ao aluno para a utilização do experimento.

A etapa de pesquisa-ação foi a aplicação do ambiente desenvolvido nas aulas de Ciências como suporte ao conteúdo ministrado pelo professor. Durante essa etapa foram utilizadas as técnicas de observação sistemática e questionários, com o professor e os alunos, para a coleta de dados referentes ao uso das tecnologias no processo de ensino.

Finalmente, os dados coletados com a pesquisa-ação foram analisados e, a partir deles, foi possível identificar a viabilidade do uso das ferramentas, anteriormente citadas e observar a percepção dos alunos e do professor em relação ao uso da tecnologia em sala de aula. Os resultados e conclusões obtidos foram utilizados para a elaboração de artigos e desta dissertação de mestrado.



## 4 IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

A implementação do projeto iniciou com uma coleta de dados na escola, para realizar a definição e caracterização das ferramentas que seriam desenvolvidas. Posteriormente, foram desenvolvidos o experimento remoto, o mundo virtual 3D contextualizado, os materiais didáticos de apoio, que foram disponibilizados via ambiente virtual de aprendizagem, e por fim, foi realizada a integração entre as ferramentas. Os detalhes sobre a implementação dessas etapas estão descritas nas seções à seguir.

### 4.1 COLETA DE DADOS NA ESCOLA

A definição e aplicação do projeto contou com o apoio do professor de Ciências Luiz Carlos Miguel, que leciona na Escola de Educação Básica Otávio Manoel Anastácio, da rede pública municipal de ensino da cidade de Araranguá, Santa Catarina. A escola Otávio Manoel Anastácio foi selecionada para a aplicação desta pesquisa por estar participando do projeto de proposta de estratégia metodológica para a integração tecnologia no ensino de disciplinas STEM na Educação Básica da rede pública, promovido pelo RExLab.

Durante o período compreendido entre setembro de 2014 e início de agosto de 2015 foram realizadas cinco reuniões com o professor Luiz Carlos. Na primeira reunião houve uma entrevista não estruturada, na qual foram elencados os conteúdos abordados na disciplina de Ciências nos anos correspondentes ao ensino fundamental II, bem como as necessidades de aplicações práticas para tais conteúdos. A escolha pelo ensino fundamental foi baseada em dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), que demonstrou uma melhora no índice dos primeiros anos do ensino fundamental, contrastando com a etapa que vai do 6º ao 9º ano que se encontra estagnada, refletindo no mau desempenho dos alunos que chegam ao ensino médio (INEP, 2014).

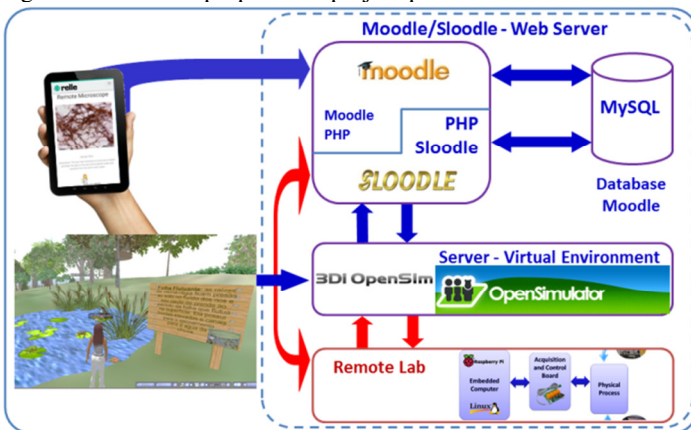
Considerando os assuntos abordados na disciplina e o tempo para implementação do projeto, optou-se por trabalhar, do Reino Plantae, o conteúdo Morfologia das Angiospermas, em que são estudadas as partes das plantas. Esse conteúdo é trabalhado no 6º ano nas escolas do município de Araranguá. Na segunda reunião foi apresentada a proposta do ambiente virtual 3D e do experimento microscópio remoto. Nesse encontro foram discutidos diversos aspectos da construção da contextualização do ambiente e dos materiais didáticos

de apoio. Nas reuniões seguintes foram realizadas a apresentação e validação das ferramentas e materiais desenvolvidos, bem como o agendamento das datas de aplicação junto às turmas de estudantes.

#### 4.2 VISÃO GERAL DA ARQUITETURA

O ambiente desenvolvido consiste em uma plataforma computacional constituída de um mundo virtual 3D e um experimento remoto. Esse experimento é composto de um microscópio digital contendo um disco que pode ser rotacionado tanto em sentido horário quanto anti-horário, alternando assim os materiais que estão no foco do microscópio. Os comandos para manipular o experimento e as imagens capturadas pelo microscópio são acessados por meio da *web* e via Mundo Virtual 3D, conforme demonstrado no esquema ilustrado na Figura 17.

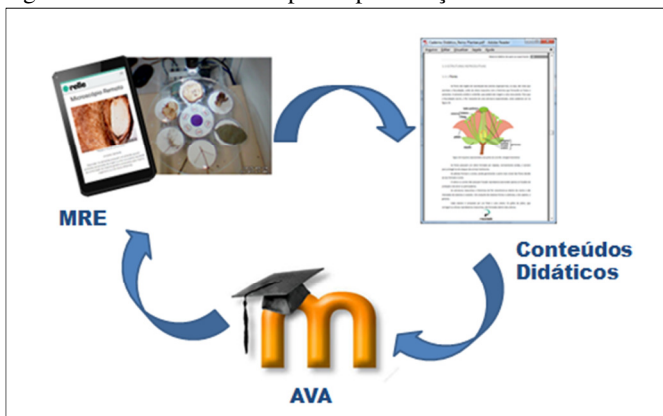
Figura 17 - Modelo proposto do projeto piloto.



Fonte: a pesquisadora, adaptado de Silva et.al (2013).

O ambiente proposto faz parte do projeto do RExLab baseado nos conceitos de Experimentação Remota Móvel (MRE), portanto segue a mesma arquitetura modelo. Nesse modelo são implementados a Experimentação Remota Móvel, o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e os Conteúdos Didáticos, conforme Figura 18.

Figura 18 - Visão macro do protótipo/serviço.



Fonte: a pesquisadora.

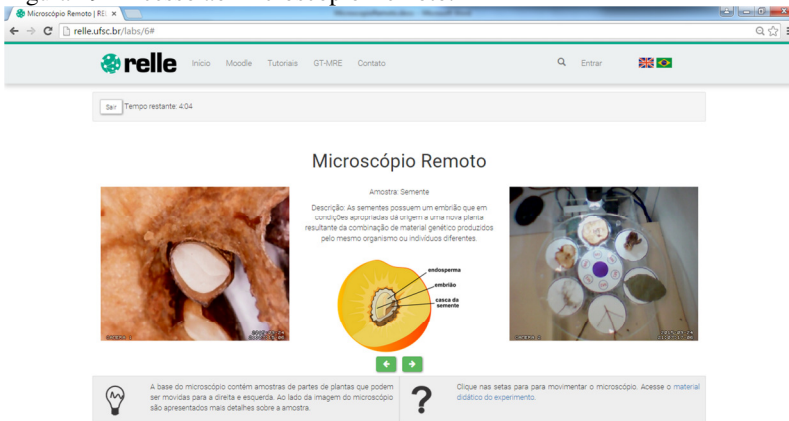
A plataforma computacional inclui um servidor com sistema operacional *Linux*, distribuição *Ubuntu*. Esse servidor hospeda o *Remote Labs Learning Environment*, ou Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos, RELLE, disponível em <relle.ufsc.br>. A página do RELLE inclui conceitos de responsividade, o que permite a visualização dos experimentos por dispositivos que contenham telas de diferentes resoluções, incluindo computadores pessoais, *tablets* e *smartphones*.

A arquitetura também inclui o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Moodle*, que serve de base para todo conteúdo didático, incluindo a parte teórica e pedagógica da plataforma. Intenciona-se que o aluno acesse o experimento remoto, diretamente pelo site ou por intermédio do mundo virtual 3D, após ter visto os conceitos relacionados ao conteúdo abordado pela disciplina.

### 4.3 EXPERIMENTO REMOTO

O experimento remoto é composto de um microscópio digital contendo um disco que pode ser rotacionado tanto em sentido horário quanto anti-horário, conforme os comandos enviados pelo usuário por meio da *web*, alternando assim os materiais posicionados no foco do microscópio. As imagens das amostras focadas são transmitidas via internet e podem ser acessadas por meio da página <<http://relle.ufsc.br>>, de acordo com a Figura 19.

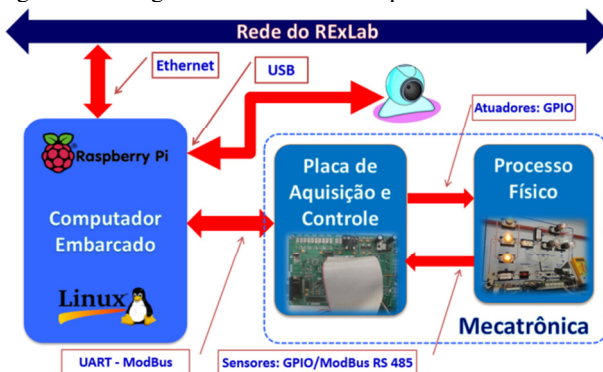
Figura 19 - Acesso ao Microscópio Remoto.



Fonte: Relle (2016).

Os experimentos remotos encontram-se fisicamente nas instalações da UFSC, campus Araranguá, sede do REXLab, tendo sua *hardware* e interfaces de acesso desenvolvidos pela equipe técnica responsável do REXLab. O microscópio remoto, assim como os demais experimentos desenvolvidos pelo laboratório, foram construídos a partir da arquitetura padronizada, baseada em recursos de hardware e software *open source*, conforme pode ser visto na Figura 20. Cada experimento difere quanto aos sensores e atuadores que dispõem, instalados de acordo com sua especialidade.

Figura 20 - Diagrama de blocos dos experimentos remotos.

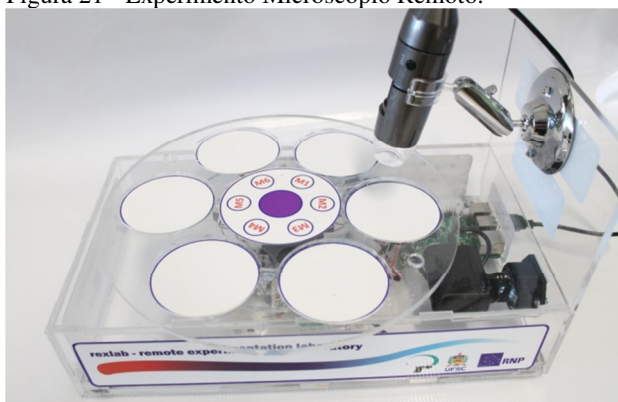


Fonte: Relle (2016).

A base do experimento é um “computador embarcado”. A escolha para essa função o *Raspberry PI*, modelo B+, que tem como atribuição principal intermediar os acessos aos demais dispositivos de *hardware* dos experimentos via rede.

Integrado à referida estrutura, foi adicionado um microscópio digital com capacidade de ampliação de até 1000 vezes (Figura 21), e uma base de acrílico contendo um disco com 6 *slots* para a disposição dos materiais a serem observados. Há sensores de *reed*, acionados por ímãs que determinam as posições de parada de cada *slot*.

Figura 21 - Experimento Microscópio Remoto.



Fonte: Relle (2016).

#### 4.4 MUNDO VIRTUAL 3D

O mundo virtual 3D foi construído tematizado com o conteúdo relativo à Morfologia das Angiospermas, que apresenta as estruturas e características das partes das plantas Angiospermas. O servidor de mundos virtuais para a construção do ambiente proposto foi o *Open Sim*, conforme escolha definida no item 3.3.3, Análise Comparativa, deste documento.

A base do cenário é uma ilha dividida em 5 setores, cada um abordando uma parte da planta: raízes, caules, folhas, flores e frutos com suas sementes. Em cada seção foram dispostas plantas que pudessem exemplificar as diferentes características que a respectiva parte da planta pudesse apresentar. Foram utilizados pacotes gratuitos de objetos 3D para o arranjo do cenário e algumas plantas mais peculiares foram criadas manualmente por meio dos recursos disponibilizados pelo *Open Sim*. Todo o ambiente foi sinalizado com placas informativas para situar

o estudante sobre o assunto abordado, e foi disposta uma trilha guiando o estudante entre as seções da ilha, conforme visto na Figura 22.

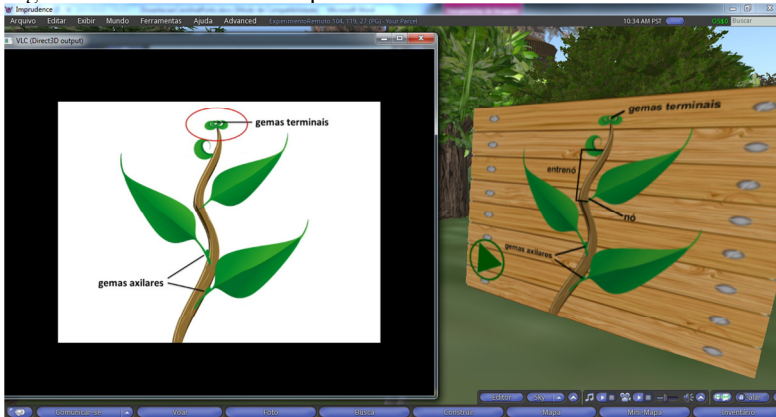
Figura 22 - Visão da trilha que liga as seções do mundo virtual.



Fonte: a pesquisadora.

Foi desenvolvido e incluído em cada seção um vídeo informativo sobre a parte da planta estudada (Figura 23). Os vídeos foram disponibilizados no servidor do Relle em formato .ogv e acessados via *URL* por intermédio do mundo virtual.

Figura 23 - Vídeo didático disponível no mundo virtual 3D.



Fonte: a pesquisadora.

Ao final de cada seção os estudantes têm acesso a um ambiente para resolução das atividades disponíveis no *Moodle* (Figura 24).

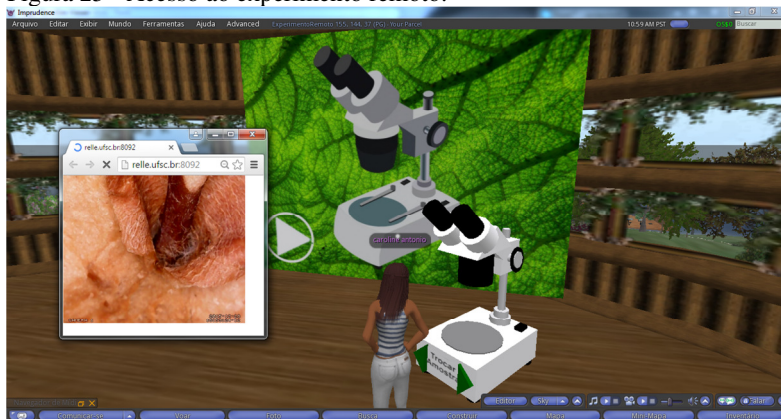
Figura 24 - Local de acesso às atividades disponibilizadas no Moodle.



Fonte: a pesquisadora.

Chegando ao final da trilha, o aluno encontra uma casa na árvore onde está o acesso ao experimento remoto. O estudante pode interagir com o experimento remoto enviando comandos para rotacionar a base, para a direita ou esquerda, fazendo com que a amostra em foco seja alterada. Os comandos são disparados quando o estudante clica nos botões apresentados no microscópio representativo disposto no ambiente (Figura 25).

Figura 25 - Acesso ao experimento remoto.



Fonte: a pesquisadora.

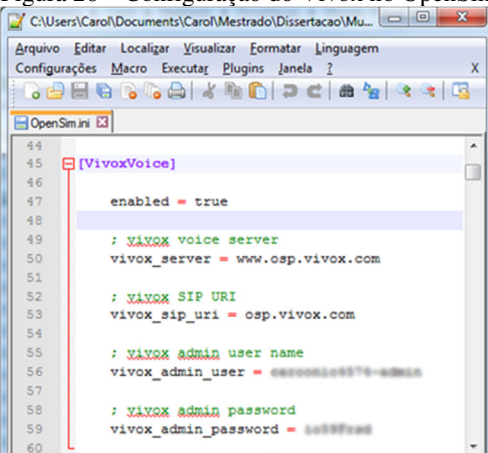
A versão do *Open Sim* utilizada nesse projeto foi a 0.8.0.3, a última versão disponível quando se iniciou a construção do ambiente. O servidor de mundos virtuais foi inicialmente alocado em um servidor

Linux usando distribuição *Ubuntu* 14.04, mas notou-se que o *Open Sim* apresentou melhor desempenho quando executado em sistema operacional *Windows*, justificando a transferência para um servidor com *Windows Server* 2013. A diferença em relação aos tempos de respostas do servidor foi notada na realização de um teste de carga para o qual foram conectados diversos usuários simultaneamente.

Foram também avaliados, durante esse teste, dois clientes de visualização para mundos virtuais, o *Imprudence* versão 1.4.0 beta e o *Hippo OpenSim Viewer* 0.6.3. Inicialmente havia a preferência pela utilização do *viewer Imprudence* devido ao suporte à língua portuguesa que não ocorre no *Hippo*, porém notou-se que ele responde mais rapidamente aos comandos enviados pelo usuário, permitindo a navegação pelo ambiente enquanto o *viewer* renderiza o cenário. Isso levou a adoção do *Hippo* como cliente de visualização nas aplicações do projeto.

Para que os usuários pudessem se comunicar via chat de voz foi utilizada a solução gratuita fornecida pela *Vivox* (acessível em: <http://www.vivox.com/>). Após a criação de uma conta na *Vivox* é recebido um *e-mail* com as configurações a serem realizadas e os dados necessários para utilização do serviço. No arquivo *OpenSim.ini* foram adicionadas as seguintes linhas de configuração (Figura 26):

Figura 26 – Configuração do Vivox no OpenSim.ini.



```
44
45 [VivoxVoice]
46
47     enabled = true
48
49     ; VIVOX voice server
50     vivox_server = www.osp.vivox.com
51
52     ; VIVOX SIP URI
53     vivox_sip_uri = osp.vivox.com
54
55     ; VIVOX admin user name
56     vivox_admin_user = o3200120379-admin
57
58     ; VIVOX admin password
59     vivox_admin_password = 10389000
60
```

Fonte: a pesquisadora.



## 4.5 AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM

Com o auxílio do professor Luiz Carlos Miguel, da escola Otávio Manoel Anastácio, e da professora de Ciências, Aline Coelho dos Santos, colaboradora do REXLab, foram preparados os materiais didáticos e as atividades a serem realizadas pelos alunos. Os conteúdos foram disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem *Moodle* (acessível mediante o endereço <http://relle.ufsc.br/microscopio>) e as amostras foram selecionadas para exibição e análise por meio do microscópio remoto.

O *Moodle* é uma plataforma de gestão de aprendizagem *open source*, distribuída livremente sob a GNU (*General Public License*), podendo ser adaptada, estendida ou modificada sem quaisquer custos. O educador pode criar seu próprio site privado, dispondo de diversos recursos didáticos dinâmicos, que podem ser acessados a qualquer hora e de qualquer lugar. É um AVA robusto, utilizado e reconhecido mundialmente, contendo suporte à diversos idiomas, incluindo o português (MOODLE, 2015). Por uma questão de compatibilidade com o *plugin* que realiza a integração com o mundo virtual, utilizou-se a versão 2.6 do *Moodle* para esse projeto. A Figura 27 mostra a tela do *Moodle* quando acessada no curso do projeto.

Figura 27 - Página inicial do Moodle.

The screenshot shows the Moodle course page for 'Microscópio Remoto'. The browser address bar displays 'relle.ufsc.br/microscopio/course/view.php?id=2'. The page header includes 'Moodle REXLab' and 'Português - Brasil (pt\_br)'. The main content area is titled 'Microscópio Remoto' and features a 'Apresentação' section with an illustration of two people and a speech bubble saying 'Seja bem-vindo!'. Below the illustration, there are links for 'Material do Professor' and 'Material Complementar'. The right sidebar contains sections for 'PESQUISAR NOS FÓRUMS', 'ÚLTIMAS NOTÍCIAS', 'PRÓXIMOS EVENTOS', and 'ATIVIDADE RECENTE'. The left sidebar shows a navigation menu with options like 'Minha página inicial', 'Páginas do site', and 'Curso atual'.

Fonte: a pesquisadora.

Como material de apoio ao projeto foram criados: um caderno didático abrangendo o conteúdo completo referente à morfologia das angiospermas (Figura 28), apresentações de slides (Figura 29) referentes a cada parte da planta a serem utilizadas nas aulas que precedem a utilização do ambiente virtual 3D e experimento remoto, e ainda atividades com acesso via *Moodle* (Figura 30) e ambiente virtual 3D.

Figura 28 - Caderno didático.



Fonte: a pesquisadora.

Figura 29 - Slides com os conteúdos fracionados por aula.



Fonte: a pesquisadora.

Figura 30 - Acesso às atividades via Moodle.



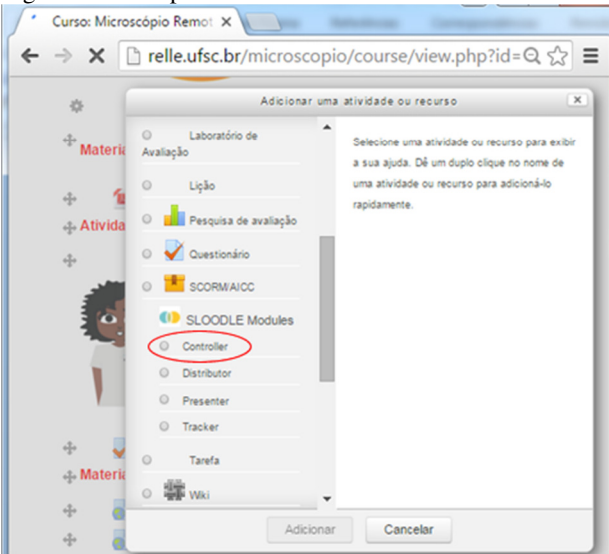
Fonte: a pesquisadora.

#### 4.6 INTEGRAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS

Foi utilizado o *plugin* do Moodle, chamado *SLOODLE*, para integrar o Moodle e o *OpenSim*, oportunizando que as ferramentas pedagógicas do Moodle, como os questionários, fossem disponibilizados no Mundo Virtual. Para funcionar, o *plugin* deve ser instalado tanto no servidor do Moodle, quanto no de mundos virtuais.

No Moodle, o *SLOODLE* cria uma lista com alguns novos módulos a serem utilizados, porém é necessário incluir no *site* do curso o componente do tipo *Controller*, conforme exposto na Figura 31.

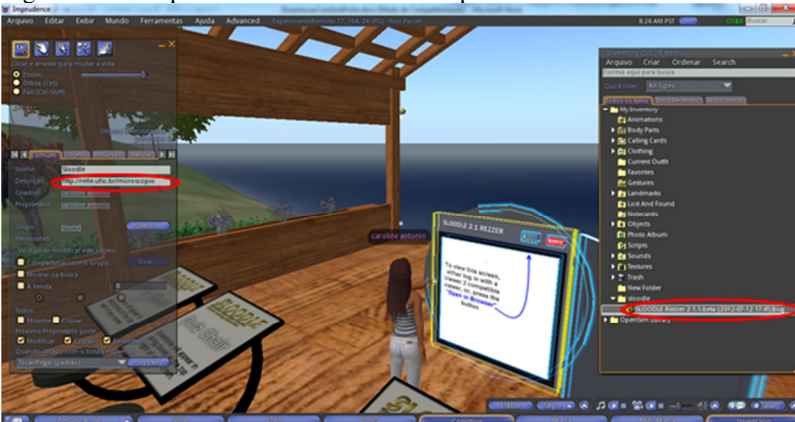
Figura 31 - Componente do SLOODLE no Moodle.



Fonte: a pesquisadora.

No mundo virtual, o *SLOODLE* adiciona ao inventário do usuário um componente chamado *SLOODLE Rezzer*, em cuja propriedade “Descrição” deve ser informado o endereço na *web* do *Moodle* ao qual se deseja conectar, conforme pode ser visto a seguir na Figura 32.

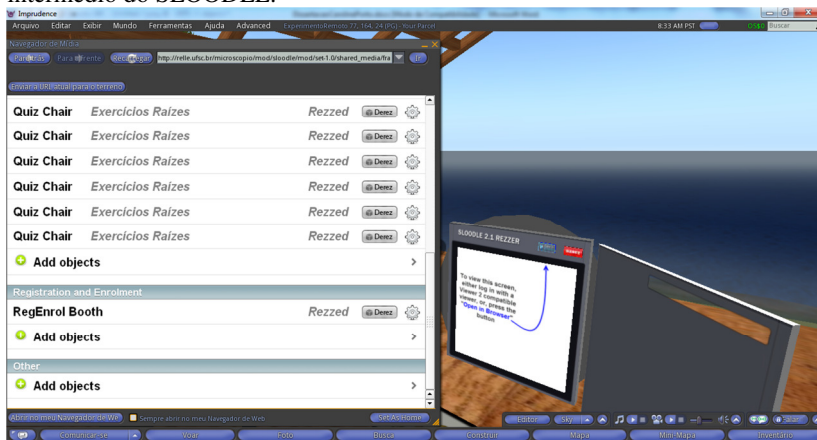
Figura 32 - Componente do SLOODLE no Open Sim.



Fonte: a pesquisadora.

Clicando no *Rezzed*, será chamada a página do *Moodle* no navegador de internet e será possível adicionar os objetos desejados à cena. Para este projeto foram empregados objetos de *Quiz Chair*, a fim de realizar o *link* aos questionários, e *RegEnrol Booth*, para registrar o avatar como um usuário do *Moodle*. A Figura 33 mostra a tela de configuração dos componentes do *SLOODLE*.

Figura 33 - Tela de configuração da conexão entre o Moodle e o Open Sim por intermédio do *SLOODLE*.



Fonte: a pesquisadora.

Uma das dificuldades enfrentadas para a utilização do *SLOODLE* deve-se ao fato de estar desatualizado. A última versão testada do *SLOODLE* é compatível com o Moodle 2.6, *software* esse que se encontra atualmente na versão 3.0.1. Pretendia-se utilizar o componente *Presenter* para que os *slides* disponibilizados no Moodle pudessem ser exibidos no mundo virtual, porém devido a problemas com o componente, aparentemente não resolvidos pela equipe do *SLOODLE*, essa opção foi descartada.

A integração com o experimento remoto ocorreu por meio dos comandos, em LSL (*Linden Scripting Language*), de *llLoadURL* e *llHTTPRequest*, adicionando-se os *scripts* aos objetos contidos na cena para carregar a página que dispõe das imagens do microscópio e para enviar os comandos para rotacionar a base com as amostras (Figura 34, Figura 35 e Figura 36).

Figura 34 - Script para abrir a página com a imagem obtida do microscópio.

```
Script: New Script
File Edit Help
1 default{
2   touch_start(integer total){
3     l!Say(0,"Imagem Microscópio");
4     l!LoadURL(l!DetectedKey(0), "Imagem Microscópio", "http://rele.ufsc.br:8092");
5   }
}
```

Fonte: a pesquisadora.

Figura 35 - Script para enviar o comando para girar a base para a esquerda.

```
Script: New Script
File Edit Help
1 key http_request_id;
2
3 default
4 {
5   touch_start(integer total_number)
6   {
7     http_request_id = l!HTTPRequest("http://relelab.ufsc.br:8090/left", [HTTP_METHOD, "GET"], "");
8   }
9 }
10 }
```

Fonte: a pesquisadora.

Figura 36 - Script para enviar o comando para girar a base para a direita.

```
Script: New Script
File Edit Help
1 key http_request_id;
2
3 default
4 {
5   touch_start(integer total_number)
6   {
7     http_request_id = l!HTTPRequest("http://relelab.ufsc.br:8090/right", [HTTP_METHOD, "GET"], "");
8   }
9 }
10 }
```

Fonte: a pesquisadora.

No cliente de visualização é possível configurar que as *URLs* sejam carregadas no navegador do próprio *viewer* ou no navegador padrão do sistema operacional.

## 5 APLICAÇÃO DO PROJETO

Para a aplicação do projeto, foram realizados seis encontros com duas turmas de 6º ano da Escola Otávio Manoel Anastácio, contendo 23 (vinte e três) alunos cada, sendo uma turma do turno da manhã e outra do turno da tarde. Os encontros ocorreram entre os dias 26 de agosto e 18 de novembro de 2015. Devido a problemas estruturais no laboratório de informática da escola, as aplicações deste projeto foram realizadas nas dependências do campus da UFSC, unidade de Mato Alto, Araranguá – SC, sendo as crianças transportadas em ônibus cedido pela prefeitura municipal.

Foram aplicados questionários e observação sistemática como instrumento de coleta de dados. Quando se fala em observação como fonte de dados para uma pesquisa, isso significa que, a partir do momento em que o pesquisador se interessa pelo estudo de um determinado aspecto da realidade, a observação espontânea (informal ou assistemática) deve ser verificada por meio de observação sistemática. A observação sistemática é seletiva, uma vez que o pesquisador irá observar uma parte da realidade, natural ou social, partindo de sua proposta de trabalho e delimitações de seu plano de pesquisa e, então, os fatos que ele considerar significativos poderão ser registrados para análise e possível inclusão (MARIA DE CECÍLIA M. DE CARVALHO, 2012).

O questionário é um instrumento constituído por uma série ordenada de perguntas a serem respondidas por escrito e sem a presença do pesquisador. Algumas das vantagens da utilização de questionários estão relacionadas ao fato de atingir um maior número de pessoas simultaneamente, obtendo-se respostas mais rápidas e precisas, propiciando maior liberdade e segurança nas respostas em razão do anonimato (MARCONE; LAKATOS, 2003).

Crianças e jovens, de 7 a 18 anos, formam uma população especial, e os questionários devem ser adaptados ao grau de desenvolvimento cognitivo e social desse grupo de destino. Isso significa que as perguntas devem ser simples, tanto em estrutura quanto em redação. É importante que sejam evitadas ambiguidades e questões formuladas negativamente, pois estudos empíricos mostraram que as crianças têm um limite muito baixo de compreensão para a ambiguidade e imprecisão em perguntas, apresentando dificuldades em lidar com essa situação (LEEuw, 2011).

Relacionado à quantidade de categorias de respostas, indica-se que para crianças no final da meia infância (entre 7 e 12 anos) e início

da adolescência (entre 12 e 16 anos) pode-se usar com segurança o mesmo número de categorias de um adulto, o que corresponde entre 5 e 7 categorias (BORGERS; HOX, 2001; HERSHEY; HILL, 1979; TURNER; HOLODAY-HENSON, 1989 *apud* LEEUW, 2011). Ainda quanto ao número de categorias, pode ser feita uma exceção às regras utilizando-se as opções de respostas em formato gráfico. Segundo Leeuw (2011), os autores Scott, Brynin e Smith (1995) obtiveram êxito em suas pesquisas com crianças no final da meia infância e início da adolescência utilizando um cartão com sete caras de *smiley* como escala de resposta para a felicidade. Aquele estudo apontou que até mesmo os mais jovens (entre 10 e 11 anos) mostraram entendimento claro das faces e que todas as crianças, até mesmo o mais velho com 16 anos, motivaram-se a responder.

Já, neste estudo, as turmas de alunos eram formadas, em sua maioria, por alunos entre 11 e 12 anos de idade e foram divididos em duplas para a realização das atividades. Cada dupla de alunos teve acesso a um computador e um *tablet*. Com o computador, os alunos puderam acessar o mundo virtual e por meio dele acessar as atividades disponíveis no *Moodle* e o experimento remoto. Por intermédio do *tablet* foi possível acessar diretamente a página do *Moodle* ou do RELLE onde se encontram os acessos aos experimentos remotos. Para uma melhor interação com as ferramentas, foi acordado com os alunos que as duplas se revezariam na utilização do computador e do *tablet*.

Na primeira aplicação, os alunos, previamente identificados e cadastrados foram apresentados ao ambiente *Moodle*, podendo acessar os conteúdos didáticos e se familiarizar com a ferramenta. Os aprendizes não tinham conhecimentos prévios sobre a utilização das tecnologias, tornando-se necessário, nessa primeira aplicação, instruí-los sobre como acessar os ambientes, visualizar os conteúdos e responder às atividades, bem como mostrar-lhes os principais comandos para navegação nos ambientes. Os estudantes também conheceram o laboratório de experimentação remota (RExLab) e puderam ver os experimentos em operação sendo manipulados por meio da internet.

Na segunda aplicação, os alunos tiveram acesso ao mundo virtual. Naquele dia, eles foram instruídos sobre o que encontrariam e como navegar com seus avatares através do ambiente. Também foram orientados acessar e responder às atividades do *Moodle*, bem como realizar o acesso ao experimento remoto por intermédio do mundo virtual. Os alunos puderam também personalizar seus avatares alterando suas vestimentas e aparência. Os estudantes demonstraram grande



entusiasmo com a utilização do ambiente, o que, por vezes, foi motivo de distração e perda de foco no trabalho proposto.

Nas demais aplicações, os discentes de ambas as turmas foram convidados a navegar pelo ambiente virtual, explorando de forma interativa os conteúdos ali disponibilizados. Após a exploração inicial, solicitou-se que realizassem o acesso ao experimento remoto e localizassem, dentre as amostras disponibilizadas, a correspondente ao conteúdo previamente visto em aula e, depois, respondessem às atividades apresentadas sobre o assunto. Entre as atividades, foi proposta uma análise da amostra visualizada, classificando e indicando as características observadas através do microscópio (Apêndice A).

Percebeu-se que, a partir da terceira aplicação, os alunos estavam mais familiarizados com as ferramentas e focados nas atividades propostas, explorando melhor o ambiente e seus recursos em busca das respostas aos questionários aplicados. Notou-se, a partir dessa terceira aplicação, que alguns estudantes estavam esgotando o número de tentativas de respostas dos questionários (máximo de três tentativas), em busca de melhorar seus desempenhos, ocorrendo até certa disputa sobre quem conseguia maior número de acertos.

Durante as práticas do projeto, dois questionários foram aplicados aos alunos e ao professor, a fim de avaliar a aceitação e a viabilidade do uso das ferramentas. Os resultados e análises desses questionários podem ser vistos a seguir.

## 5.1 QUESTIONÁRIOS DISCENTES

A seguir serão apresentados os resultados obtidos nos questionários aplicados aos alunos de forma sumarizada, envolvendo os alunos das turmas da manhã e tarde.

### 5.1.1 Análises do Primeiro Questionário

Após a terceira prática, foi aplicado um questionário com 13 (treze) questões aos alunos, a fim de traçar seu perfil tecnológico e identificar o grau de satisfação com o uso do experimento remoto nas aulas de Ciências. As perguntas relacionadas ao perfil tecnológico apresentando respostas de múltipla escolha, foram:

- 1) Há quanto tempo utiliza o computador?
- 2) Quem te ensinou mais sobre como usar computadores? (uso de programas não ligados à internet)
- 3) Onde tem maior acesso a um computador?

- 4) Há quanto tempo utiliza a Internet?
- 5) Quem te ensinou mais sobre como usar a internet?
- 6) Onde acessa com maior frequência a Internet?

As questões relacionadas ao uso de experimento remoto foram fechadas e os alunos puderam atribuir um grau de satisfação, representado por cinco imagens que demonstravam desde muito insatisfeito a muito satisfeito. Foram elas:

- 7) Quando você tem a oportunidade de usar os computadores na escola, como você se sente?
- 8) Quando você tem a oportunidade de usar os *tablets* nas aulas, como você se sente?
- 9) Você acha que aprendeu de forma mais fácil com o uso do experimento remoto?
- 10) Você prefere a aula com conteúdo apenas no quadro, sem o experimento remoto?
- 11) Você achou fácil acessar o experimento remoto?
- 12) Você gostaria de usar outros experimentos remotos?

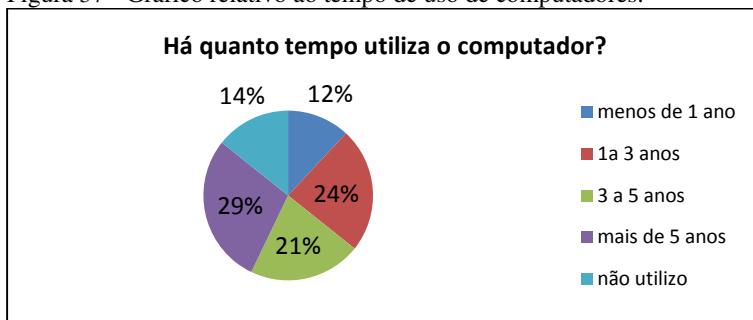
A última questão do formulário apresentado aos alunos foi aberta, dando-lhes oportunidade para descrever, com suas palavras, o que aprenderam com o experimento remoto (o questionário aplicado pode ser visualizado no Apêndice B).

Dos 46 (quarenta e seis) questionários respondidos pelos alunos, 4 (quatro) foram desconsiderados ao se fazer a apuração dos resultados por estarem incompletos (menos da metade das questões preenchidas) ou apresentarem questões com mais de uma resposta assinalada. A seguir serão apresentados os resultados obtidos com a aplicação do questionário.

#### 5.1.1.1 Análise do Perfil Tecnológico

A Figura 37 apresenta o gráfico com as respostas relativas à questão “Há quanto tempo utiliza o computador?”.

Figura 37 - Gráfico relativo ao tempo de uso de computadores.

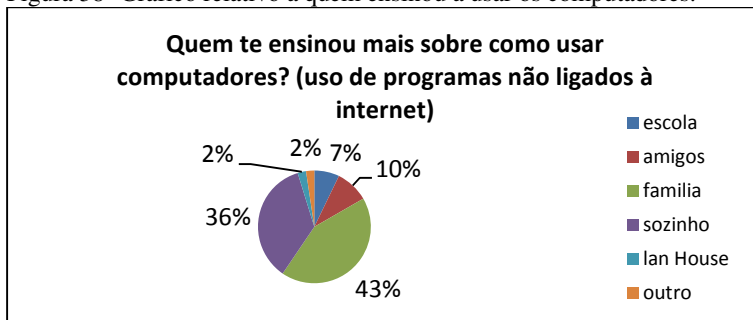


Fonte: a pesquisadora.

Pode-se observar que 29% dos estudantes utilizam o computador há mais de 5 anos, 21% entre 3 e 5 anos, 24% entre 1 e 3 anos, 12% há menos de 1 ano e 14% responderam que não utilizam o computador. Portanto a grande maioria dos alunos, um total de 86%, possuem acesso a computadores, apesar do número de estudantes sem acesso a essa tecnologia ainda ser considerável, 14%.

A seguir, a Figura 38 demonstra os resultados relativos à questão “Quem te ensinou sobre como usar computadores?”.

Figura 38- Gráfico relativo a quem ensinou a usar os computadores.

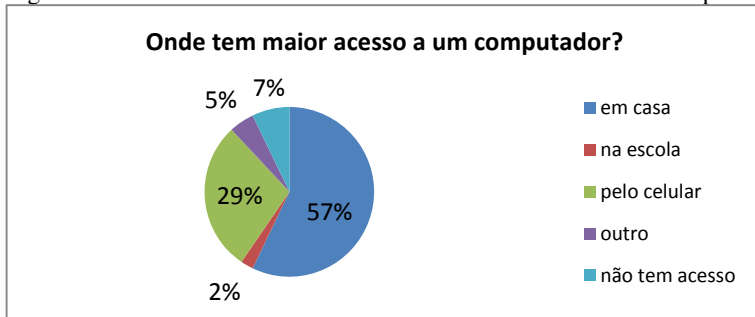


Fonte: a pesquisadora.

É possível observar pelos resultados que a maioria dos estudantes, 43%, aprendeu a utilizar os computadores com familiares, seguidos de 36% dos estudantes que disseram ter aprendido sozinhos. Outros 10% responderam ter aprendido a usar o computador com amigos, 7% disseram que foi na escola, 2% em *lan houses* e 2% marcaram que aprenderam de outra forma.

O gráfico apresentado na Figura 39 demonstra os resultados obtidos com a questão “Onde tem maior acesso a um computador?”.

Figura 39 - Gráfico sobre onde o estudante tem maior acesso ao computador.

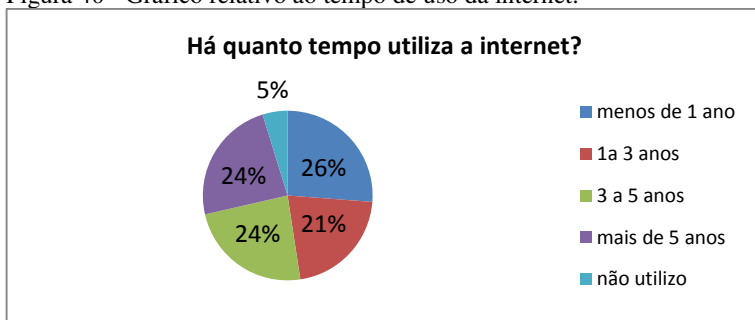


Fonte: a pesquisadora.

Por meio desse gráfico é possível verificar que a maioria dos estudantes, 57%, tem maior acesso a computadores em casa, indo ao encontro com a resposta da questão anterior em que a maioria dos estudantes disse ter aprendido a utilizar computadores com familiares. Em seguida, 29% responderam ter maior acesso pelo celular, demonstrando, aqui, que eles utilizam os celulares *smartphones* para executar aplicativos e realizar consultas semelhantes às obtidas com o computador. Outros 5% responderam que têm maior acesso em outro lugar que não os indicados na pesquisa, 2% responderam que na escola e 7% disseram não ter acesso a computadores.

O próximo gráfico, Figura 40, demonstra os resultados da questão relacionada ao tempo em que usa da internet.

Figura 40 - Gráfico relativo ao tempo de uso da internet.



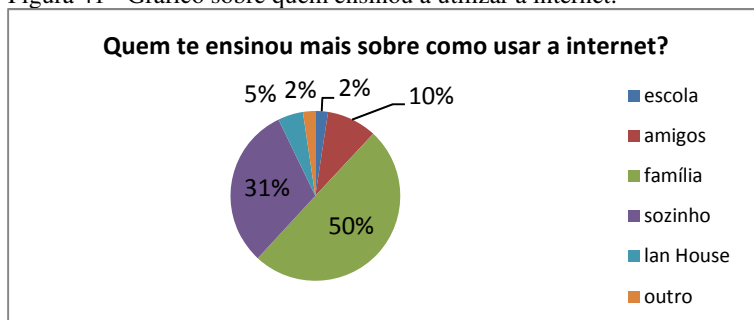
Fonte: a pesquisadora.

Conforme demonstra o gráfico, 24% dos alunos acessam a internet há mais de 5 anos, 24% entre 3 e 5 anos, 21% entre 1 e 3 anos, 26% há menos de 1 ano e apenas 5 % não utilizam. Percebeu-se que a grande maioria dos estudantes, 95%, possuem acesso à internet.

Observou-se que as respostas relativas ao tempo de uso da internet são muito próximas às respostas referentes ao tempo de uso do computador, o que sugere que grande parte dos alunos já obteve acesso à internet juntamente com o acesso aos computadores. Outro fator relevante é que o número de alunos que disse não ter acesso à internet, 5%, é menor que o número de estudantes que declarou não ter acesso a computadores, 14%, o que indica que os alunos acessam internet por meio de outros dispositivos.

O gráfico a seguir, Figura 41, apresenta os resultados sobre a questão “Quem te ensinou mais sobre como usar a internet?”.

Figura 41 - Gráfico sobre quem ensinou a utilizar a internet.

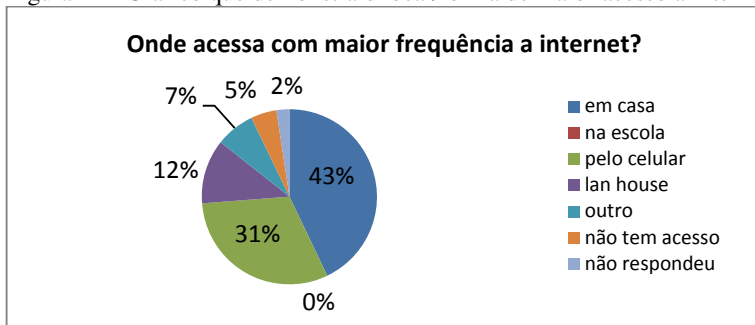


Fonte: a pesquisadora.

Como pode ser visto a maioria dos estudantes, 50%, disse ter aprendido a usar a internet com a família, seguidos de 31% que disseram ter aprendido sozinhos. Responderam que com amigos, 10% dos estudantes, outros 5% em *lan houses*, 2% na escola e 2% em outro local que não os indicados na pesquisa. Pode-se observar que as respostas relativas a essa questão foram muito próximas às respostas obtidas na questão sobre quem ensinou mais sobre como usar o computador.

O próximo gráfico, Figura 42, apresenta os resultados da questão “Onde acessa com maior frequência a internet?”.

Figura 42 - Gráfico que demonstra o local/forma de maior acesso a internet.

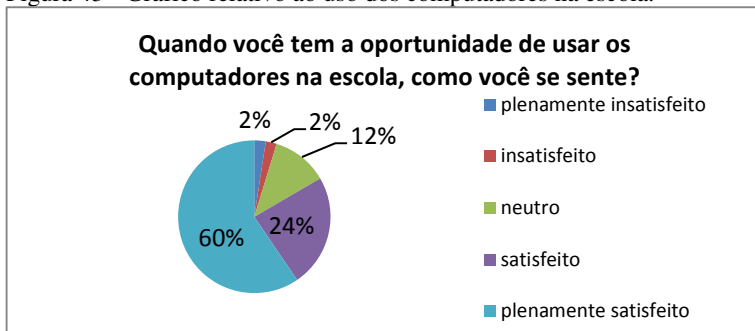


Fonte: a pesquisadora.

Ficou evidente que 43% dos alunos responderam que acessam à internet com maior frequência em casa, 31% por intermédio de telefone celular e 12% em *lan houses*. Outros 7% dos estudantes responderam que acessam à internet em outros locais, enquanto 5% responderam que não têm acesso à rede, e outros 2% não responderam a essa questão. A análise desses dados demonstra que a maioria das respostas indicou que os estudantes acessam, com maior frequência, à internet em casa e nenhum estudante respondeu que seu acesso é mais frequente na escola. Outro fator interessante observado foi o número significativo de alunos, 31% do total, cujo acesso é mais frequente por meio de telefones celulares, um recurso com grande potencial a ser explorado como recurso didático.

O gráfico apresentado na Figura 43 demonstra os resultados obtidos para a questão “Quando você tem a oportunidade de usar os computadores na escola, como você se sente?”:

Figura 43 - Gráfico relativo ao uso dos computadores na escola.



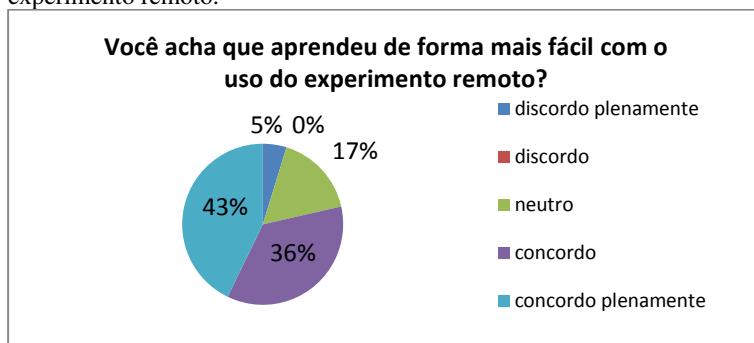
Fonte: a pesquisadora.

Como pode ser verificado, 60% dos alunos demonstraram-se plenamente satisfeitos ao utilizar computadores na escola e outros 24% consideram-se satisfeitos. Os alunos que responderam de forma neutra corresponderam a 12%, e apenas 4% consideram-se insatisfeitos ou muito insatisfeitos com o uso de computadores na escola. Os resultados demonstram que a grande maioria dos alunos, um total de 84%, aprecia quando tem a possibilidade de utilizar computadores nas atividades escolares.

#### 5.1.1.2 Satisfação no Uso do Experimento Remoto

O próximo gráfico, Figura 444, mostra os resultados da questão “Você acha que aprendeu de forma mais fácil com o uso do experimento remoto?”:

Figura 44 - Gráfico relativo à aprendizagem percebida com o uso do experimento remoto.

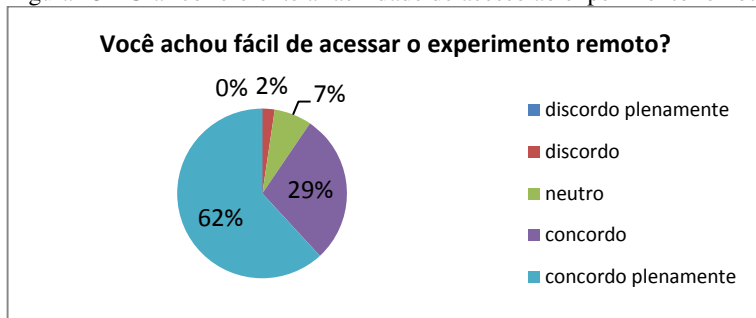


Fonte: a pesquisadora.

Na questão relativa à aprendizagem percebida, 43% dos alunos concordam plenamente, e outros 36% concordam que aprenderam de forma mais fácil com o uso do experimento remoto. Consideram que nem concordam e nem discordam 17% dos alunos e apenas 5% deles afirmam discordar plenamente dessa questão. Pode-se observar que os alunos em sua maioria, somando-se os resultados positivos um total de 79%, acreditam que ganharam aprendizagem com o uso dos experimentos remotos como apoio à disciplina de Ciências.

A Figura 45 apresenta os resultados referentes à facilidade de acesso ao experimento remoto.

Figura 45 - Gráfico referente à facilidade de acesso ao experimento remoto.

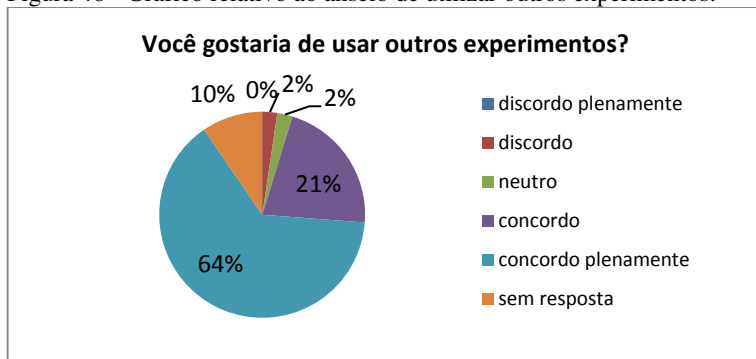


Fonte: a pesquisadora.

É visível pelo gráfico que a grande maioria dos estudantes, um total de 91%, somando-se os que concordam, 29%, e os que concordam plenamente, 62%, acreditam que é fácil de acessar o experimento remoto. Outros 7% responderam de forma neutra e apenas 2% disseram não concordar.

O próximo gráfico apresentado, Figura 46, expõe o resultado da questão “Você gostaria de usar outros experimentos?”:

Figura 46 - Gráfico relativo ao anseio de utilizar outros experimentos.



Fonte: a pesquisadora.

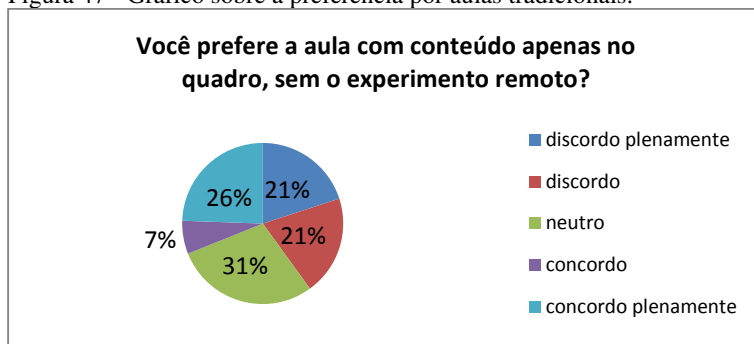
Conforme demonstrado no gráfico, 64% dos alunos disseram concordar plenamente em querer utilizar outros experimentos remotos, do mesmo modo, 21% disseram concordar. No entanto, 2% dos alunos disseram não concordar nem discordar e 10% não responderam a essa questão. Ficou evidente que a grande maioria dos alunos, 85%, gostaria



de utilizar outros experimentos remotos como complemento às atividades escolares.

Foi solicitado também aos estudantes que informassem sua concordância em relação à preferência por aulas somente com quadros, sem o uso de experimentos remotos, cujo resultado é exibido na Figura 47.

Figura 47 - Gráfico sobre a preferência por aulas tradicionais.



Fonte: a pesquisadora.

Como resposta para essa questão, 26% dos estudantes disseram concordar plenamente e outros 7% concordam que preferem o conteúdo exposto apenas em quadro, sem o uso de experimento remoto. Mantiveram-se neutros, 31% dos estudantes, responderam discordar 21% e discordar plenamente outros 21%. Com relação a essa questão, é possível observar que houve certa confusão dos estudantes ao indicarem suas respostas devido à característica de negação da pergunta, pois os resultados obtidos neste caso não são coerentes com os demais.

### 5.1.1.3 Análise da Questão Dissertativa

Dos 42 (quarenta e dois) questionários considerados para análise, em 34 (trinta e quatro) os alunos responderam a questão dissertativa: “Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto”, cujas respostas podem ser vistas na íntegra no Anexo A. De modo geral os alunos responderam que aprenderam mais sobre os conteúdos vistos em aula. Alguns disseram que com o uso do experimento remoto puderam aprender além do que foi visto em sala, e que o experimento remoto é um “meio de educação”, o que demonstra

que eles realmente discerniram o experimento como uma ferramenta de ensino.

Uma das respostas mais interessantes e gratificantes obtidas foi: “os computadores não são só para brincar mas para aprendermos”. Em outra o aluno disse que aprendeu como usar o experimento remoto em casa, reforçando um dos principais benefícios apontados ao uso de laboratórios remotos, que é a possibilidade de acesso em qualquer lugar e a qualquer hora.

Alguns alunos também colocaram opiniões como, é “legal e bem útil”, “gostei muito”, “eu queria que tivesse *tablets* na nossa escola”. Apenas um aluno que respondeu a esta questão colocou que aprendeu “nada” com o experimento.

### 5.1.2 Análises do Segundo Questionário

Ao final das aplicações do projeto, no sexto e último encontro, foi aplicado um questionário visando a identificar a viabilidade e aceitação do uso dos mundos virtuais 3D integrados à experimentação remota para as aulas de Ciências. O questionário aplicado foi inspirado no questionário elaborado para o projeto, já citado, *eLab3D* de López, Carpeño e Arriaga (2014). As questões foram adaptadas ao contexto do ambiente desenvolvido nesta investigação, simplificando a linguagem e adequando o número de questões à faixa etária do grupo que integra este estudo.

Sua composição contou com 25 (vinte e cinco) questões fechadas, em que os alunos puderam indicar seu grau de anuência com relação às afirmações, representados por meio de cinco imagens, variando entre discordo plenamente e concordo plenamente, e uma questão aberta que lhes permitiu relatar quais suas impressões em relação ao uso do ambiente (o questionário completo pode ser visualizado no Apêndice C).

As vinte e cinco questões fechadas foram agrupadas em seis categorias:

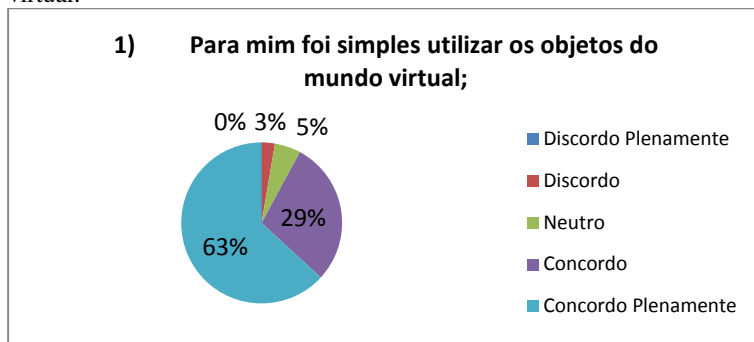
- a) Facilidade de Utilização;
- b) Confiabilidade da Ferramenta;
- c) Percepção de Imersão;
- d) Percepção de Presença Social;
- e) Utilidade;
- f) Satisfação do Uso.

No último dia de aplicação, alguns estudantes não puderam se fazer presentes, resultando em um número inferior de questionários respondidos, um total de 38 (trinta e oito), somando-se os alunos das turmas do turno da manhã e da tarde. A seguir serão demonstrados os resultados obtidos da aplicação desse questionário, expondo-se, por categoria, as respostas dos estudantes.

#### 5.1.2.1 Facilidade de Utilização

Referente à Facilidade de Utilização, a Figura 488 apresenta o gráfico obtido mediante as respostas da afirmação “Para mim foi simples utilizar os objetos do mundo virtual”.

Figura 48 - Gráfico relativo à simplicidade de utilização dos objetos do mundo virtual.

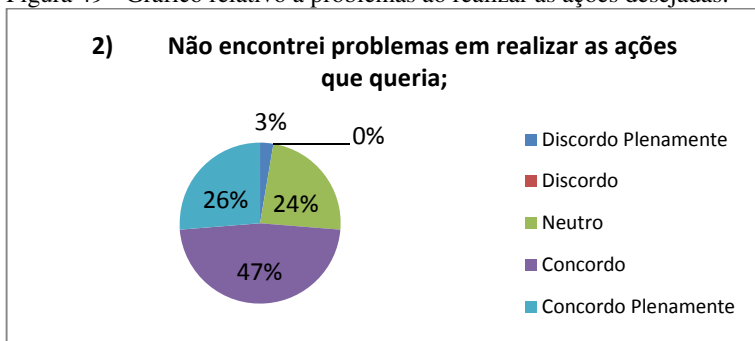


Fonte: a pesquisadora.

Notou-se que 63% dos alunos concordaram plenamente e outros 29% concordaram que o uso dos objetos do mundo virtual foi simples, enquanto 5% responderam de forma neutra e apenas 3% discordaram dessa afirmação.

A Figura 49 demonstra os resultados da asserção “Não encontrei problemas em realizar as ações que queria”.

Figura 49 - Gráfico relativo a problemas ao realizar as ações desejadas.

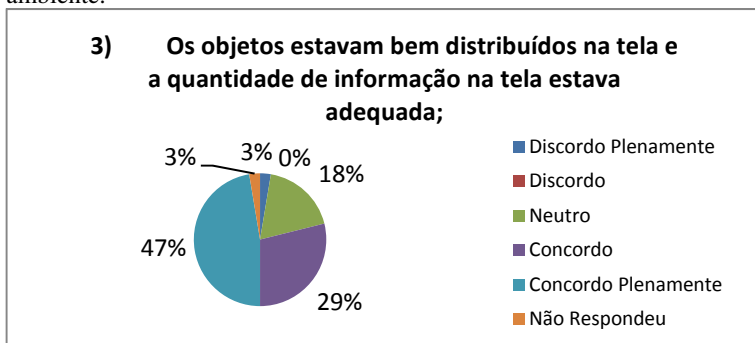


Fonte: a pesquisadora.

Foi possível observar pelo gráfico que 26% dos jovens concordaram plenamente e 47% concordaram que não encontraram problemas em realizar as ações pretendidas no ambiente, enquanto 24% responderam de forma neutra e apenas 3% discordaram plenamente.

A seguir, a Figura 50, demonstra os resultados obtidos sobre a concordância quanto à adequada distribuição dos objetos em tela e quantidade de informações.

Figura 50 - Gráfico referente à distribuição dos objetos e informação no ambiente.



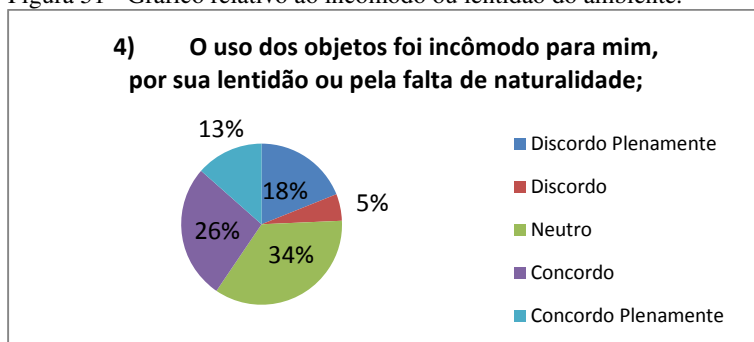
Fonte: a pesquisadora.

Quanto a essa questão, 47% dos estudantes responderam concordar plenamente, e 29% concordaram, totalizando 76% de estudantes que entenderam que os objetos estavam bem distribuídos e a quantidade de informações na tela estava adequada. Responderam de

forma neutra 18% dos estudantes, bem como 3% discordaram plenamente e outros 3% não responderam a esta questão.

Foi questionado também aos estudantes, se o uso dos objetos foi incômodo devido à lentidão ou falta de naturalidade. O resultado está demonstrado na Figura 51.

Figura 51 - Gráfico relativo ao incômodo ou lentidão do ambiente.

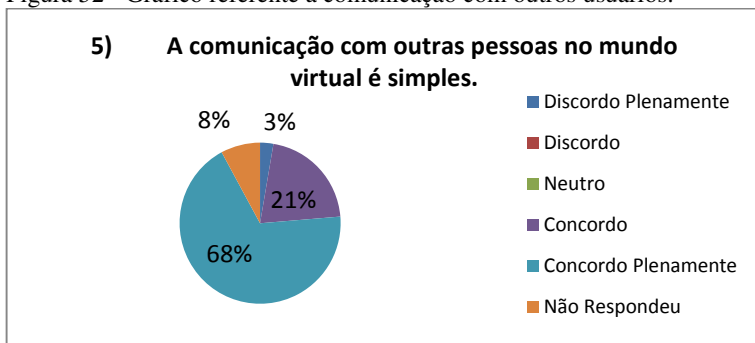


Fonte: a pesquisadora.

Foi possível observar que 13% dos estudantes concordaram plenamente e 26% responderam apenas concordando que o uso dos objetos foi incômodo, totalizando 39% dos respondentes. Os que responderam de forma neutra foram 34% dos alunos, discordaram 5% e outros 18% discordaram plenamente. Assim como no primeiro questionário, percebeu-se que por a questão ter um sentido de negação, causou confusão em sua resposta, pois os resultados obtidos nesse caso, não são condizentes com as demais respostas desta categoria.

A Figura 52 apresenta os resultados obtidos na afirmação “A comunicação com outras pessoas no mundo virtual é simples”.

Figura 52 - Gráfico referente à comunicação com outros usuários.



Fonte: a pesquisadora.

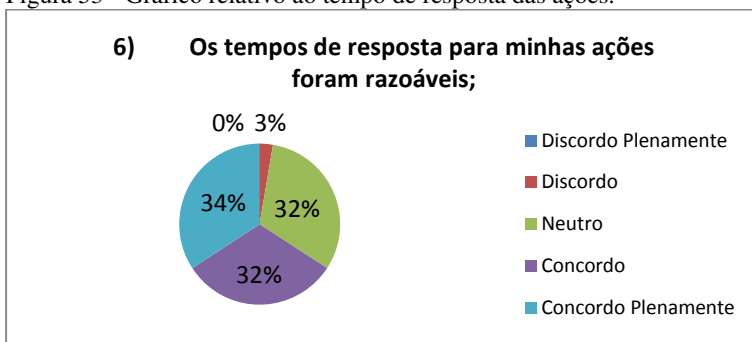
Quanto a essa afirmação, 68% dos estudantes disseram concordar plenamente e 21% responderam concordar que a comunicação com outras pessoas no mundo virtual é simples. Apenas 3% responderam discordar plenamente e 8% não responderam.

Por meio desses gráficos, ficou claro que a grande maioria dos alunos considera o ambiente de fácil utilização. Somando-se os alunos que concordam plenamente e os que concordam, 92% acharam o ambiente simples de utilizar, 73% não encontraram problemas em realizar as ações almeçadas, 76% entenderam que os objetos estavam bem distribuídos em tela e as informações em quantidade adequada e 89% acharam que a comunicação com outras pessoas no mundo virtual foi simples. Porém, observou-se, durante as aplicações do projeto, que o fato da ferramenta utilizada como visualizador do mundo virtual apresentar os comandos em língua estrangeira (inglês) fez com que, por algumas vezes, os alunos não conseguissem realizar as ações que desejavam em um primeiro momento, sendo necessária a intervenção da pesquisadora para esclarecer as dúvidas.

#### 5.1.2.2 Confiabilidade da Ferramenta

A seguir a Figura 53 apresenta os resultados referentes à afirmação “Os tempos de resposta para minhas ações foram razoáveis”, correspondente à categoria “Confiabilidade da Ferramenta”.

Figura 53 - Gráfico relativo ao tempo de resposta das ações.

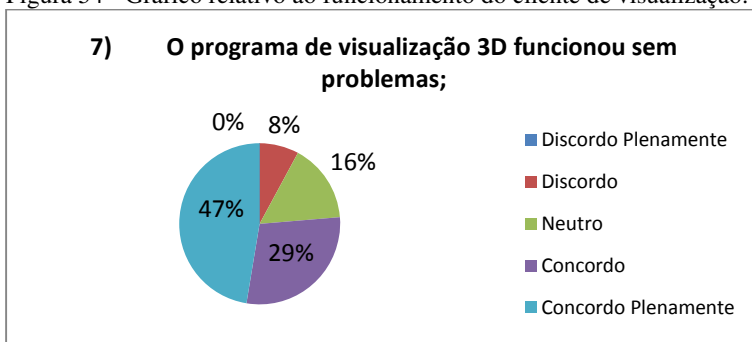


Fonte: a pesquisadora.

Nesse gráfico pode-se observar que 34% dos alunos concordaram plenamente e 32% concordaram que o tempo de resposta para as ações no ambiente foram razoáveis, enquanto apenas 3% discordaram dessa afirmação. Ainda que a maioria dos alunos, 66% no total, considerou o tempo de resposta razoável, e uma parcela significativa, representando 32% dos estudantes, responderam de forma neutra, sugerindo que apesar de não considerarem o tempo de resposta ruim, gostariam que os retornos fossem mais rápidos.

O próximo gráfico, Figura 54, apresenta os resultados sobre o funcionamento do programa de visualização do mundo virtual 3D.

Figura 54 - Gráfico relativo ao funcionamento do cliente de visualização.



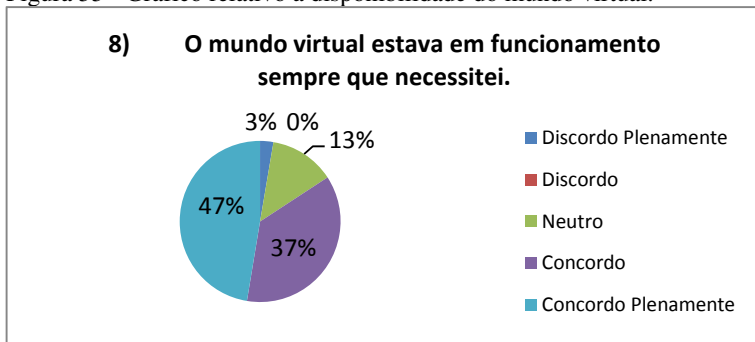
Fonte: a pesquisadora.

Conforme as respostas, 47% dos estudantes disseram concordar plenamente e 29% concordar que o programa de visualização utilizado, *Hippo Viewer*, funcionou sem problemas. Outros 16% dos respondentes

assinalaram de forma neutra a essa questão, enquanto 8% disseram discordar.

A Figura 55 demonstra o resultado da asserção “O mundo virtual estava em funcionamento sempre que necessitei”.

Figura 55 - Gráfico relativo à disponibilidade do mundo virtual.



Fonte: a pesquisadora.

O gráfico exibido na Figura 55 apresenta que 47% dos estudantes concordaram plenamente e outros 37% concordaram, totalizando em 84%, que o mundo virtual estava em funcionamento sempre que dele necessitaram. Quanto à mesma afirmação, percebe-se que 13% dos alunos mantiveram-se neutros e apenas 3% disseram discordar plenamente da assertiva.

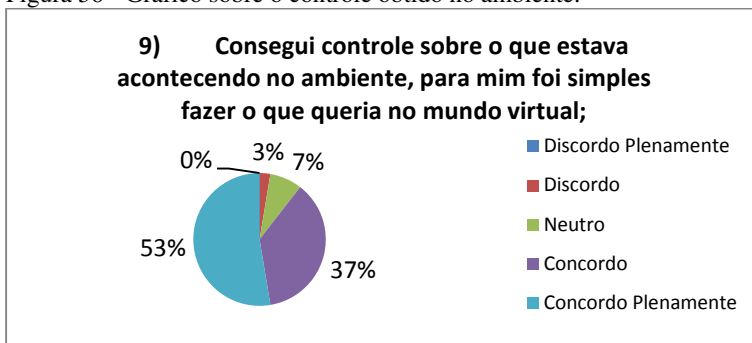
De modo geral, pode-se concluir que o quesito confiabilidade da ferramenta foi alcançado considerando-se os critérios observados e os resultados obtidos.

### 5.1.2.3 Percepção de Imersão

Referente à categoria “Percepção de Imersão”, a Figura 56 apresenta o resultado da afirmação “Consegui controle sobre o que estava acontecendo no ambiente, para mim foi simples fazer o que queria no mundo virtual”.



Figura 56 - Gráfico sobre o controle obtido no ambiente.

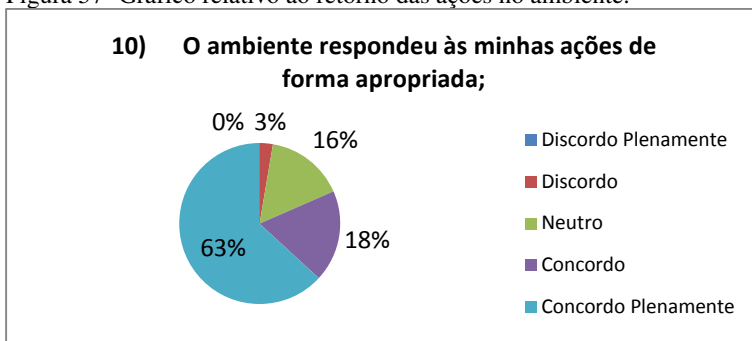


Fonte: a pesquisadora.

Notou-se, pelas respostas, que a grande maioria dos estudantes, 90% somando os 53% que concordam plenamente e 37% que concordam, conseguiu controle sobre o que estava acontecendo no ambiente e consideraram simples realizar as ações que pretendiam no mundo virtual. Outros 7% mantiveram-se neutros e apenas 3% responderam discordar.

A seguir, a Figura 57 apresenta o gráfico referente ao retorno obtido das ações realizadas no mundo virtual.

Figura 57- Gráfico relativo ao retorno das ações no ambiente.

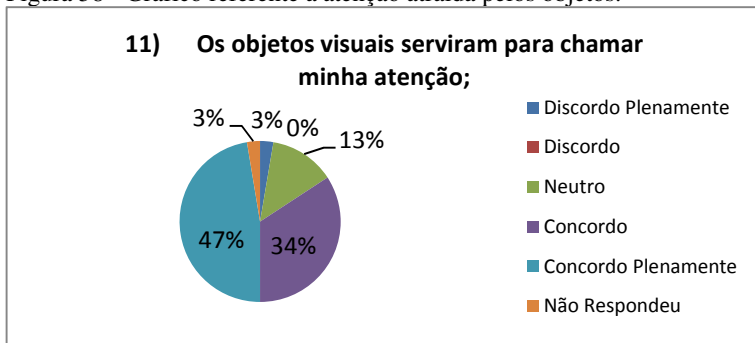


Fonte: a pesquisadora.

Quanto a essa asserção, 63% dos estudantes disseram concordar plenamente e outros 18% afirmaram concordar que o ambiente respondeu às suas ações de forma apropriada. Enquanto isso, 16% responderam de forma neutra e apenas 3% discordaram.

A Figura 58 demonstra o resultado da afirmação “Os objetos visuais serviram para chamar minha atenção.”

Figura 58 - Gráfico referente à atenção atraída pelos objetos.

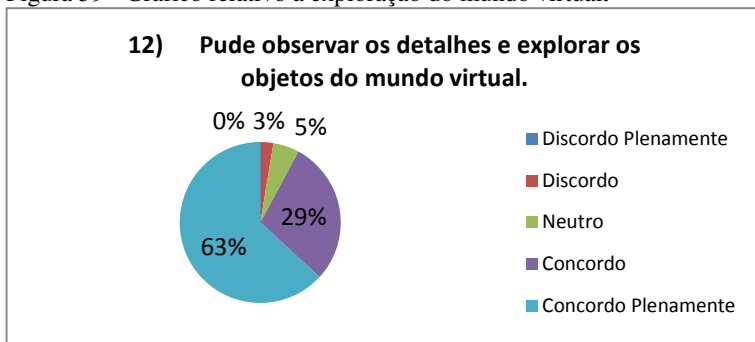


Fonte: a pesquisadora.

Observou-se que 47% dos respondentes concordaram plenamente e 34% concordaram, resultando num total de 81% de alunos que defenderam que os objetos visuais do mundo virtual 3D serviram para chamar sua atenção. Enquanto isso, 13% responderam de forma neutra, 3% discordaram plenamente e outros 3% não responderam.

O próximo gráfico, Figura 59, apresenta os resultados da afirmação “Pude observar os detalhes e explorar os objetos do mundo virtual”.

Figura 59 - Gráfico relativo à exploração do mundo virtual.



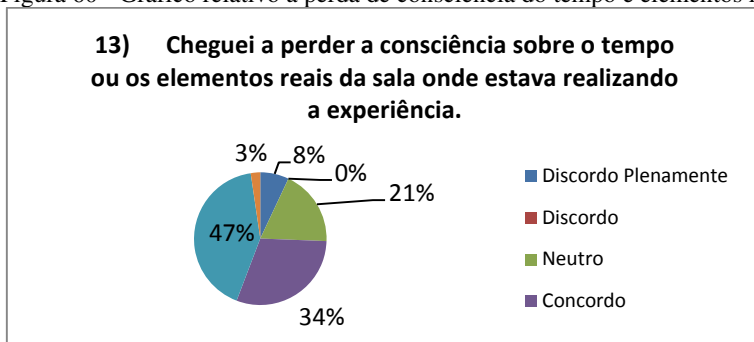
Fonte: a pesquisadora.

Conforme visto no gráfico, 63% concordaram plenamente e outros 29% dos alunos concordaram que puderam observar os detalhes e

explorar os objetos do mundo virtual. Enquanto isso, 5% mantiveram-se neutros e apenas 3% discordaram da afirmação. Tornou-se evidente que a grande maioria, o correspondente a 92% do total de alunos, acreditaram ter conseguido fazer uma boa sondagem do ambiente virtual e seus componentes.

A Figura 60 demonstra os resultados da asserção “Cheguei a perder a consciência sobre o tempo ou os elementos reais da sala onde estava realizando a experiência”.

Figura 60 - Gráfico relativo à perda de consciência do tempo e elementos reais.



Fonte: a pesquisadora.

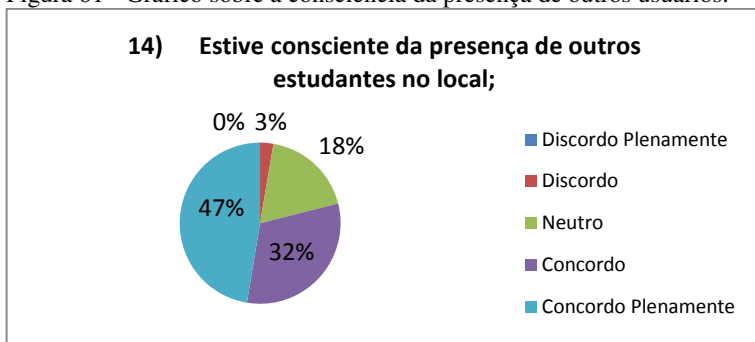
O gráfico da Figura 60 demonstra que 47% dos alunos concordaram plenamente e outros 34% concordaram que chegaram a perder a consciência sobre o tempo ou mesmo dos elementos reais da sala em que estavam realizando a experiência, o que corresponde a um total de 81% dos estudantes. Enquanto isso 21% mantiveram-se neutros quanto à resposta, 8% disseram discordar plenamente e o equivalente a 3% dos alunos não responderam a essa questão.

Conforme os resultados apresentados para as asserções dessa categoria, foi possível concluir que o ambiente proporcionou uma alta sensação de imersão, uma vez que a grande maioria dos alunos conseguiu explorar de forma satisfatória o ambiente a ponto de perderem a noção do tempo e dos elementos reais do local em que estavam.

#### 5.1.2.4 Percepção de Presença Social

Com relação à percepção de presença social, os resultados da afirmativa “Estive consciente da presença de outros estudantes no local” podem ser vistos na Figura 61.

Figura 61 - Gráfico sobre a consciência da presença de outros usuários.

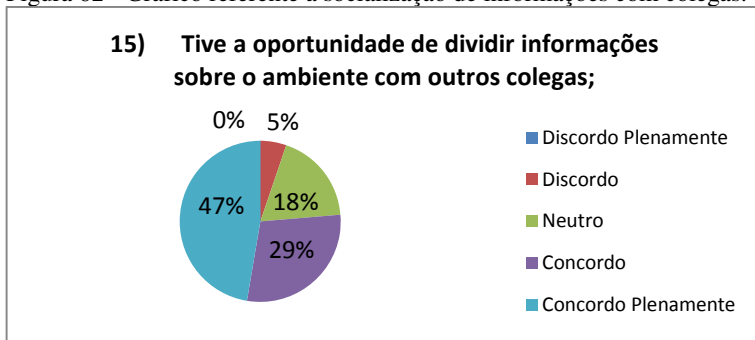


Fonte: a pesquisadora.

Referente a essa asserção, 47% dos estudantes responderam concordar plenamente e 31% concordar que estiveram conscientes da presença de outros estudantes no local. Outros 18% responderam de forma neutra e apenas 3% disseram discordar.

A Figura 62 demonstra os resultados sobre a oportunidade de dividir informações sobre o ambiente com outros colegas.

Figura 62 - Gráfico referente à socialização de informações com colegas.



Fonte: a pesquisadora.

De acordo com o as respostas apresentadas, notou-se que 47% dos alunos concordaram plenamente e outros 29% concordaram, totalizando 76% que tiveram oportunidade de dividir informações sobre o ambiente com outros colegas. Ao mesmo tempo, 18% mantiveram-se neutros com relação à resposta e apenas 5% discordaram da asserção apresentada.

O próximo gráfico, Figura 63, refere-se à afirmação de que surgiram conversas e interações naturalmente com os colegas, não necessariamente relacionadas à prática ou ao experimento realizado.

Figura 63 - Gráfico referente à interação com outros colegas por meio do ambiente virtual.



Fonte: a pesquisadora.

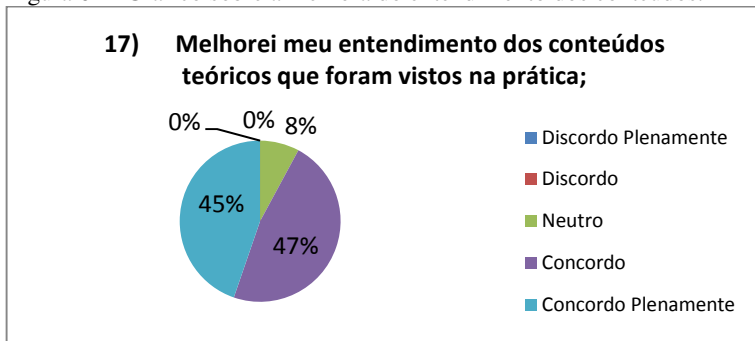
Foi observado que 45% dos respondentes disseram concordar plenamente e 34% concordar, totalizando 79%, que surgiram conversas e interações espontâneas com seus colegas, não estando essas conversas necessariamente relacionadas à prática ou ao experimento realizado. Outros 21% responderam de forma neutra e nenhum aluno discordou dessa afirmativa.

Notou-se a evidência da percepção de presença social, uma vez que os alunos puderam identificar e dividir informações com outros estudantes, que não seu colega de dupla, durante a experiência.

#### 5.1.2.5 Percepção de Aprendizagem

A seguir, a Figura 64 demonstra o resultado da asserção “Melhorei meu entendimento dos conteúdos teóricos que foram vistos na prática” correspondente à categoria “Percepção de Aprendizagem”.

Figura 64 - Gráfico sobre a melhora do entendimento dos conteúdos.

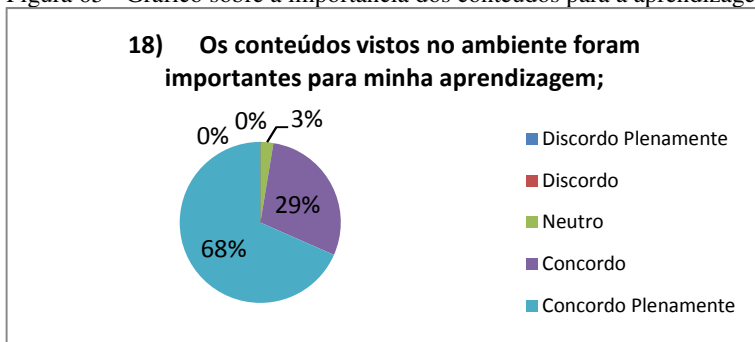


Fonte: a pesquisadora.

Somando os alunos que afirmaram concordar plenamente, 45%, e os que concordaram, 47%, um total de 92% dos estudantes disseram que melhoraram seu entendimento dos conteúdos teóricos que foram vistos na prática. Outros 8% responderam de forma neutra e nenhum estudante discordou dessa asserção.

O próximo gráfico, Figura 65, apresenta a percepção da importância dos conteúdos vistos no ambiente para a aprendizagem do estudante.

Figura 65 - Gráfico sobre a importância dos conteúdos para a aprendizagem.



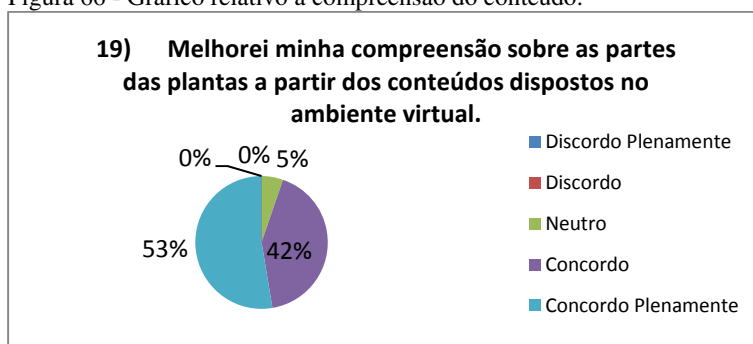
Fonte: a pesquisadora.

O equivalente a 97% dos alunos, somando os 68% que concordam plenamente e outros 29% que concordam, disseram que os conteúdos vistos no ambiente foram importantes para sua aprendizagem. Outro ponto importante a ser ressaltado foi que, apesar de 3% dos

alunos terem-se mantidos neutros, nenhum aluno discordou dessa asserção.

A Figura 66 demonstra o resultado da afirmação “Melhorei minha compreensão sobre as partes das plantas a partir dos conteúdos dispostos no ambiente virtual”.

Figura 66 - Gráfico relativo à compreensão do conteúdo.



Fonte: a pesquisadora.

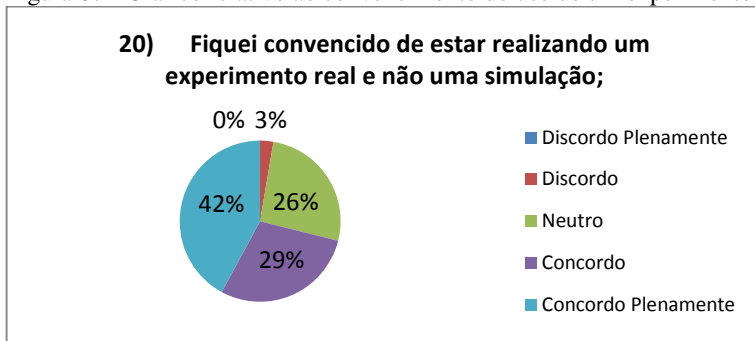
Com relação a essa asserção, 53% dos estudantes responderam que concordam plenamente e outros 42% concordam, totalizando 95% dos respondentes, que melhoraram sua compreensão sobre as partes as plantas a partir dos conteúdos dispostos no ambiente virtual. Apenas 5% responderam de forma neutra e, novamente, nenhum estudante respondeu discordar dessa afirmação.

Essas respostas são bastante animadoras, pois demonstraram que os alunos tiveram uma percepção positiva de aprendizagem e consideraram os conteúdos disponibilizados pelo ambiente virtual significativos para seus estudos.

#### 5.1.2.6 Utilidade

Sobre a categoria “Utilidade” a seguir está disposta a Figura 67, demonstrando os resultados obtidos com a asserção “Fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não uma simulação”.

Figura 67 - Gráfico relativo ao convencimento do uso de um experimento real.

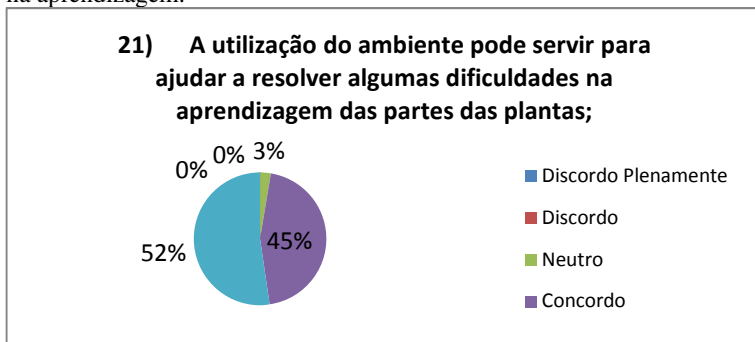


Fonte: a pesquisadora.

Observou-se que 42% dos estudantes concordaram plenamente e outros 29% concordaram estar convencidos de que estavam realizando um experimento real e não uma simulação. Essa é uma das vantagens apontadas ao uso de laboratórios de experimentação remota. Outros 26% responderam de forma neutra e apenas 3% responderam discordar.

O próximo gráfico, Figura 68, apresenta os resultados referentes à utilização do ambiente para ajudar a resolver algumas dificuldades na aprendizagem das partes das plantas.

Figura 68 - Gráfico referente à capacidade do ambiente resolver as dificuldades na aprendizagem.



Fonte: a pesquisadora.

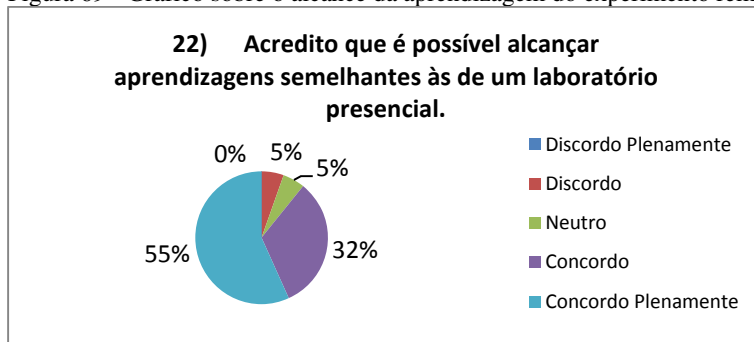
Nesse gráfico foi possível observar que 52% dos alunos concordaram plenamente e outros 45% concordaram que a utilização do ambiente pode servir para ajudar a resolver algumas dificuldades na aprendizagem das partes das plantas. Em contrapartida, nenhum aluno



respondeu discordando dessa afirmação e apenas 3% mantiveram-se neutros.

Foi solicitado, também, que os estudantes indicassem seu grau de concordância com a asserção “Acredito que é possível alcançar aprendizagens semelhantes às de um laboratório presencial”, cujas respostas estão exibidas na Figura 69.

Figura 69 - Gráfico sobre o alcance da aprendizagem do experimento remoto.



Fonte: a pesquisadora.

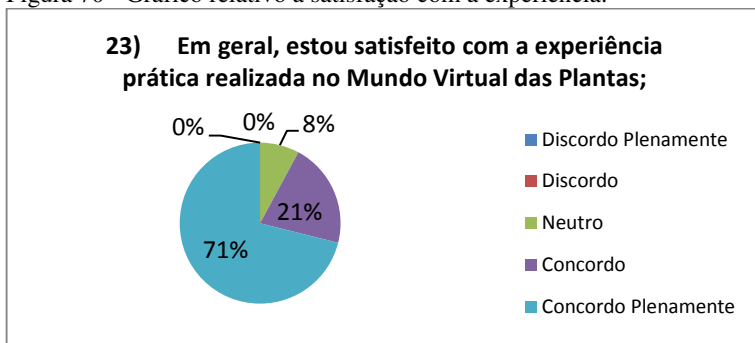
Quanto a essa asserção, 55% dos estudantes responderam concordar plenamente e 32% concordaram que é possível alcançar aprendizagens semelhantes às de um laboratório presencial utilizando os laboratórios de experimentação remota. Outros 5% responderam de forma neutra e 5% responderam discordar.

Esses resultados demonstram que a grande maioria dos estudantes acredita na utilidade do ambiente virtual como ferramenta de ensino e aprendizagem, uma vez que creem que o uso do ambiente pode lhes proporcionar aprendizagem semelhante às de um laboratório presencial e lhes foi útil para sanar dificuldades na assimilação do conteúdo.

#### 5.1.2.7 Satisfação do Uso

A última categoria abordada foi “Satisfação do Uso”. As respostas resultantes da afirmação “Em geral, estou satisfeito com a experiência prática realizada no Mundo Virtual das Plantas” estão na Figura 70.

Figura 70 - Gráfico relativo à satisfação com a experiência.

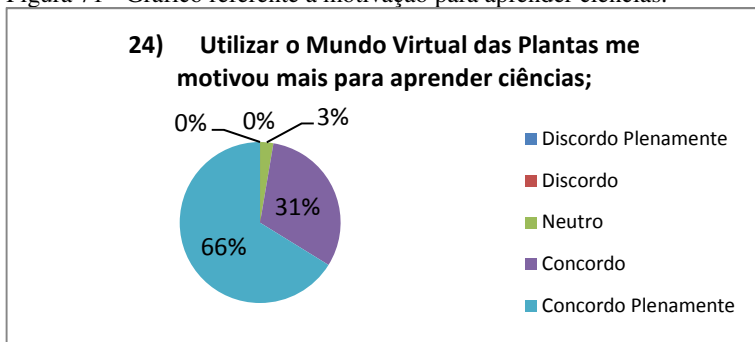


Fonte: a pesquisadora.

Foi evidenciado na Figura 70 que 71% dos estudantes concordaram plenamente e outros 21% concordaram estarem satisfeitos com a experiência prática realizada no Mundo Virtual das Plantas, representando, juntos, 92% do total de alunos que responderam ao questionário. Outros 8% mantiveram-se neutros quanto a essa afirmativa, porém nenhum aluno disse discordar.

O próximo gráfico, Figura 71, apresenta os resultados da asserção “Utilizar o Mundo Virtual das Plantas me motivou mais para aprender ciências”.

Figura 71 - Gráfico referente à motivação para aprender ciências.



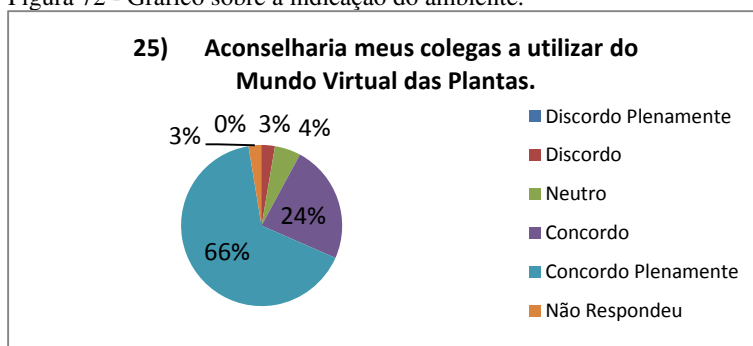
Fonte: a pesquisadora.

Esse gráfico, Figura 71, demonstra o resultado de uma questão crucial deste projeto. Ele mensura a motivação dos alunos proporcionada pelo uso do ambiente virtual no estudo de Ciências e mostra que as respostas obtidas foram bastante animadoras. Pôde ser

visto que 66% dos estudantes disseram concordar plenamente e outros 31% concordaram que utilizar o Mundo Virtual das Plantas os motivaram mais a aprender Ciências, representando, juntos, 97% do total de alunos. Apenas 3% se mantiveram neutros e nenhum aluno disse discordar dessa afirmativa.

A seguir, a Figura 72 apresenta o resultado sobre a afirmação “Aconselharia meus colegas a utilizar do Mundo Virtual das Plantas”.

Figura 72 - Gráfico sobre a indicação do ambiente.



Fonte: a pesquisadora.

Quanto a essa asserção, 66% dos estudantes responderam concordar plenamente e 24% concordar, totalizando 90%, que aconselhariam seus colegas a utilizar o Mundo Virtual das Plantas. Enquanto isso, 4% responderam de forma neutra, 3% disseram discordar e outros 3% não responderam.

Ficou evidente pelos resultados obtidos nessa categoria, que os estudantes, de modo geral, sentiram-se satisfeitos e motivados com a utilização do ambiente.

#### 5.1.2.8 Análise da Questão Dissertativa

Dos 38 (trinta e oito) questionários analisados, em 26 (vinte e seis) deles os alunos responderam a questão dissertativa: “Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto”, cujas respostas estão disponíveis na íntegra no Anexo B. A maioria dos alunos disseram ter gostado muito do ambiente, ao qual muitos se referiram como “jogo”, por terem aprendido mais sobre o conteúdo de Ciências, como exemplo as respostas: “Gostei muito porque pude aprender cada vez mais e tive

facilidade na aula de Ciências”, “Eu gostei muito, melhorei muito minha aprendizagem, foi uma experiência bem legal” e, “O uso do ambiente virtual me ajudou a compreender melhor as matérias que não tinha entendido”. Os alunos em geral disseram que o ambiente ajudou a resolver as atividades propostas e que gostariam de aprender mais com o uso de tecnologias em aula.

Os comentários foram todos muito positivos. Alguns alunos utilizaram expressões como: “achei muito bom”, “gostei muito”, “adorei” e “foi legal”. Destacando-se aqui algumas respostas como: “Foi muito legal, eu não saberia tudo isso se não fosse vocês” e “Não estou muito feliz porque esta aula é a última, mas de verdade adorei as aulas, aprendi mais e eu acho que vocês podem fazer uma criança virar um(a) cientista. ADORO VOCÊS!!!”.




## 5.2 QUESTIONÁRIOS DOCENTES

A seguir serão apresentados os resultados obtidos nos questionários aplicados ao professor participante do projeto.

### 5.2.1 Análise do Primeiro Questionário

O primeiro questionário aplicado ao professor Luiz Carlos Miguel, assim como para os alunos, foi mais focado no uso da experimentação remota, sendo composto por 16 (dezesesseis) asserções, em que foi possível indicar o grau de anuência em uma escala de 5 (cinco) pontos (discordo plenamente a concordo plenamente) e duas questões dissertativas, conforme pode ser visto no Apêndice D. A seguir, no Quadro 3, a transcrição das respostas do professor (as alternativas discordo plenamente e discordo não foram apresentadas na transcrição por não terem sido assinaladas no questionário, conforme pode ser visto no Anexo C).

Quadro 3 - Respostas do primeiro questionário do professor

Satisfação Indique o seu grau de concordância em relação às proposições abaixo:			
<b>A possibilidade de visualizar e controlar os experimentos remotos de qualquer lugar é um fator importante.</b>		X	
<b>Democratiza o acesso a práticas laboratoriais, considerando que algumas escolas não possuem</b>		X	

<b>laboratórios físicos.</b>			
<b>A separação entre os estudantes e o experimento estimula a reflexão dos estudantes, pois, é preciso concentrar-se mais no experimento e na teoria.</b>			X
<b>Possibilidade e oportunidade de reforçar o conhecimento teórico.</b>		X	
<b>Amplia as experiências de sala aula, pois incrementa as atividades práticas.</b>		X	
<b>Ter o experimento remoto disponibilizado <i>online</i> é um fator motivador para os estudos.</b>			X
<b>O uso da experimentação remota para a prática de ensino de Ciências agrega qualidade ao estudo.</b>		X	
<b>É uma importante estratégia educacional que integra recursos tecnológicos, ensino aprendizagem e construção do conhecimento.</b>		X	
<b>O uso da experimentação remota para a prática de ensino de Ciências contribuiu para aprendizagem.</b>		X	
<b>Desenvolver e disponibilizar novos experimentos são importantes, visto que estes auxiliam no processo de ensino aprendizagem.</b>			X
<b>A interação entre o aluno e o experimento remoto permite que o estudante participe ativamente no processo de aprendizagem.</b>		X	
<b>Respeita o ritmo de aprendizagem do estudante, uma vez que pode ser acessado a qualquer momento.</b>		X	
<b>Contribuem para a resolução das atividades e o conhecimento construído a partir dos assuntos trabalhados em aula.</b>			X
<b>Laboratórios de experimentação remota possibilitam experiências de aprendizagem para além das salas de aula.</b>			X
<b>A integração do experimento remoto ao ambiente virtual de aprendizagem facilita os estudos.</b>		X	
<b>O acesso <i>online</i> para o experimento remoto é fácil.</b>	X		

Fonte: a pesquisadora.

Percebeu-se pelas respostas obtidas que o uso do experimento remoto foi satisfatório para o professor. O docente concordou ou concordou plenamente com a grande maioria das asserções do questionário. Destaca-se que o professor concorda que o uso dos

experimentos remotos democratiza o acesso a práticas laboratoriais, considerando-se que algumas escolas não possuem laboratórios físicos. Além disso, o experimento possibilita e oportuniza o reforço do conhecimento teórico, ampliando as experiências de sala de aula, pois incrementa as atividades práticas de ensino de Ciências, agregando qualidade ao estudo e, conseqüentemente, contribuindo para a aprendizagem.

O professor também viu o uso dos experimentos remotos como uma importante estratégia educacional. Isso se justifica porque a possibilidade de acesso *online*, além de integrar recursos tecnológicos, é um fator de motivação para os estudantes. Também houve concordância que a integração do experimento remoto ao ambiente virtual de aprendizagem (*Moodle*) facilita os estudos. O docente manteve-se neutro apenas com relação à asserção que diz ser fácil o acesso *online* para o experimento remoto.

O questionário continha duas questões dissertativas: “O que você mais gostou?” e “Apresente sugestões ou críticas:”. As respostas para essas questões estão transcritas a seguir para análise, mas podem ser vistas no Anexo C.

Segundo a resposta do professor Luiz Carlos, aquilo que ele mais gostou foi:

Gostei de ver a vontade dos alunos de participar, não paravam de perguntar: hoje tem UFSC? Foi muito bom, bom mesmo.

Sobre críticas ou sugestões ele respondeu:

Só podemos criticar aquilo que realmente dominamos, não é o meu caso. Só posso elogiar, pois foi um projeto diferente, onde os alunos tinham que se inteirar do assunto tratado, e muito bem oferecido, pedagogicamente perfeito.

Como sugestão, por que não ampliá-lo para outras séries??? Parabéns Caroline.





Prof. Luiz Carlos



Constatou-se, pelas respostas, que houve uma boa aceitação do ambiente por parte do professor, sendo destacado, como um dos motivos para isso, a empolgação dos estudantes em participar do projeto e utilizar as ferramentas. Percebe-se também a identificação do ambiente como uma ferramenta pedagógica e a pré-disposição para que o projeto possa ser estendido há outros anos letivos na disciplina de Ciências, o que demonstra contentamento com a participação no projeto.

## 5.2.2 Análise do Segundo Questionário

O Segundo questionário aplicado ao professor foi voltado à identificação de suas impressões quanto ao uso do mundo virtual 3D em conjunto com o experimento remoto. Para o docente foram consideradas apenas as categorias Potencialidade de Aprendizagem, Utilidade e Satisfação do Uso, compondo um total de 10 (dez) questões fechadas em que foi possível indicar o grau de concordância com as asserções apresentadas. Houve, ainda, uma questão aberta em que lhe foi solicitado que escrevesse sobre seu sentimento em relação ao uso do ambiente virtual. O questionário respondido pode ser visto no Anexo D, estando as respostas transcritas no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, para facilitar a análise (as opções correspondentes a discordo plenamente, discordo e neutra foram removidas do quadro por não terem sido marcadas).

Quadro 4 - Respostas do segundo questionário do professor

<b>A. Sobre a Potencialidade de Aprendizagem</b>		
1) Os estudantes podem melhorar sua compreensão dos conceitos teóricos que precisam ser abordados na prática;		X
2) Os estudantes podem adquirir habilidades valiosas para sua aprendizagem;		X
3) Os estudantes podem melhorar sua compreensão sobre as partes das plantas a partir dos conteúdos dispostos no ambiente virtual;		X
<b>B. Sobre a Utilidade</b>		
4) Fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não uma simulação;		X
5) A utilização do Mundo Virtual das Plantas pode servir para ajudar a resolver algumas dificuldades na aprendizagem das partes das plantas;		X
6) A realização de experimentos no ambiente virtual pode melhorar o desempenho em um laboratório real;	X	
7) Creio que é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial.		X

<b>C. Sobre a Satisfação do Uso</b>		
8) Em geral, estou satisfeito com a experiência prática realizada no Mundo Virtual das Plantas;		X
9) Gostaria utilizar o Mundo Virtual das Plantas como ferramenta didática na disciplina de Ciências;		X
10) Aconselharia meus colegas a utilizar do Mundo Virtual das Plantas.		X

Fonte: a pesquisadora.

Entendeu-se pelas respostas obtidas que os critérios referentes ao potencial de aprendizagem, utilidade e satisfação do uso foram atendidos na opinião do professor. O docente concordou plenamente que os estudantes podem melhorar sua compreensão dos conceitos teóricos, assim como sua compreensão sobre as partes das plantas por meio dos conteúdos dispostos no ambiente virtual, podendo adquirir habilidades valiosas para sua aprendizagem. A resposta do educador foi muito positiva também em relação à asserção que diz que, por meio do ambiente, é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial, podendo ajudar a resolver dificuldades na aprendizagem sobre as partes das plantas.

O docente também afirmou estar satisfeito com a experiência prática realizada no Mundo Virtual das Plantas e que gostaria de utilizar o ambiente como ferramenta didática na disciplina de Ciências. Sua resposta também foi positiva em dizer que aconselharia seus colegas a utilizar o Mundo Virtual das Plantas.

A seguir, a resposta transcrita da questão aberta em que foi solicitado ao professor que escrevesse suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto:

Sempre que é possível associar tecnologia e conhecimento o resultado provavelmente será positivo. O manuseio de tecnologias traz o aluno a “viajar” por lugares que ele com certeza não conhece, o que favorece seu crescimento intelectual.

Prof. Luiz Carlos

O professor se mostrou, pela resposta, muito favorável ao uso da tecnologia como ferramenta de ensino por permitir aos alunos alcançar “lugares” antes desconhecidos, favorecendo seu crescimento intelectual. Por meio da tecnologia é possível expandir as atividades e



conteúdos além das salas de aula, por intermédio de uma infinidade de possibilidades e recursos que podem estar disponíveis via internet.

### 5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Constatou-se, pelos resultados obtidos na aplicação do projeto que a maioria dos estudantes possui, de alguma forma, acesso à internet, principalmente de casa e em aparelhos celulares. Esses recursos que estão à disposição dos estudantes podem e devem ser aproveitados para ampliar o acesso à aprendizagem, principalmente para os alunos da rede pública de ensino cujos recursos, muitas vezes, são escassos. Nesse sentido a experimentação remota pode ser uma poderosa aliada dos professores que ministram disciplinas como Ciências, uma vez que agregam o uso de um experimento laboratorial real à possibilidade de acessá-lo a qualquer hora e de qualquer local, necessitando apenas de um ponto de acesso à internet.

Foi possível observar também, que os estudantes, hoje tão acostumados a conviver com a tecnologia em seu cotidiano, sentem-se motivados quando lhes é disponibilizado o acesso a ela em ambiente escolar. A tecnologia pode ser uma importante ferramenta em prol do ensino, uma vez que desperta a curiosidade e interesse dos alunos, facilitando a mediação entre o estudante e conteúdo estudado.

No que diz respeito à viabilidade e aceitação do uso do ambiente virtual como ferramenta de estudos, os resultados também foram muito animadores. Os critérios avaliados como: facilidade de utilização, confiabilidade da ferramenta, percepção de imersão, percepção de presença social, percepção de aprendizagem, utilidade, e satisfação no uso, apresentaram resultados satisfatórios que justificam a confiança que a utilização do ambiente é viável e possui uma boa aceitação como ferramenta para o ensino de Ciências no ensino fundamental. Esses resultados também reforçam a crença em que o uso dos mundos virtuais, para mediar o acesso aos experimentos remotos, proporcionam um ambiente imersivo e colaborativo, agregando características vantajosas ao criar um entorno contextualizado para realização da prática de laboratório por intermédio de diversos recursos de mídia.

Do ponto de vista docente, os resultados obtidos foram também muito animadores com relação à aceitação e viabilidade de uso do ambiente como ferramenta de ensino de Ciências. As respostas redigidas pelo professor demonstram que ele entende que a ferramenta oferece potencial de aprendizagem, é de fácil utilização e em geral ficou

satisfeito com o uso, o que o levou a provar-se favorável à aplicação de tecnologias como ferramentas para agregar qualidade ao ensino.

## 6 CONCLUSÃO

A redução do tamanho e do preço dos componentes eletrônicos, a cobertura de comunicação global e do estilo de vida digital das pessoas trouxeram mudanças significativas em todas as áreas do saber e conseqüentemente, houve e ainda haverá mudanças nos processos de ensino e aprendizagem. Diversos novos modelos de educação surgiram buscando agregar qualidade e ubiquidade à educação. Esses novos modelos baseados, principalmente, na internet têm permitido que se obtenha a informação em qualquer lugar e a qualquer hora, possibilitando ao aluno aprender a seu próprio ritmo.

Alternativas de solução para alguns dos problemas existentes nas escolas, como a falta de laboratórios, principalmente na rede pública de ensino, tornaram-se viáveis por meio do avanço tecnológico e a cobertura de comunicação expandida, que permitiram a criação de laboratórios de experimentação remota. Alunos que antes não tinham a oportunidade de observar os experimentos acontecerem, nem de conhecer as reações quando houvesse interferência sobre suas condições de operação, agora podem ter essa oportunidade pela utilização desse tipo de laboratório.

Os laboratórios de experimentação remota proporcionam aos estudantes o acesso e a manipulação de experimentos reais, associando o saber teórico ao prático. Muitos são os benefícios que o uso desses laboratórios podem trazer, e tem-se percebido que a contextualização dos experimentos é de suma importância para que os jovens observadores obtenham um melhor proveito da experiência. O uso de AVAs, como o *Moodle*, permite a disposição de materiais e tarefas de apoio ao experimento, enquanto os mundos virtuais 3D possibilitam a criação de ambientes contextualizados envolvente. Os mundos virtuais permitem que os alunos, por meio de seus avatares, interajam com o ambiente, com os objetos nele disposto e com outros alunos, favorecendo a sensação de imersão e a aprendizagem colaborativa.

Os mundos virtuais 3D, além de permitirem a criação de um mundo paralelo e sem limites para a criatividade, ainda suportam a criação de todo tipo de ambiente em que o aluno possa interagir por meio de seus avatares, seja em formato de um jogo educacional, seja por analogia às salas de aulas. Por meio dos mundos virtuais, pode-se criar um ambiente imersivo e envolvente para o estudante, oportunizando-lhe a aprendizagem de conteúdos de diversas áreas do conhecimento, desde Geografia, visitando os lugares do mundo, Física, visualizando e

interagindo com experimentos físicos e acompanhando seus resultados, até Ciências, estudando a morfologia das angiospermas.

Os estudos realizados durante o desenvolvimento deste projeto levaram a crer que o uso dos mundos virtuais 3D como ambiente de contextualização para as atividades de experimentação remota tiveram aceitação, tanto por parte dos estudantes, quanto por parte do docente. Entende-se, também, que essa é uma ferramenta viável do ponto de vista tecnológico, considerando o bom desempenho apresentado ao ser utilizada por vários estudantes simultaneamente, oferecendo um bom tempo de retorno às ações e promovendo a percepção de sua utilidade como auxiliar no processo de ensino.

Mas apesar dos resultados positivos quanto à aceitação por parte dos estudantes e professor, assim como a viabilidade apresentada pelo ambiente, algumas dificuldades foram encontradas durante o andamento deste trabalho e, para que se possa pensar em aplicações de larga escala nas escolas públicas, tais obstáculos precisam ser superados.

Como exposto no relato da aplicação do projeto, as práticas foram realizadas nas dependências da UFSC devido à falta de infraestrutura do laboratório de informática da escola participante deste estudo, realidade esta que se faz presente em muitas outras instituições públicas de ensino. Não há impedimento para a utilização do ambiente virtual de aprendizagem, Moodle, e do experimento remoto via página do RELLE, pois, como constatado, a maioria dos estudantes possui alguma forma de acesso à internet, seja por computador seja por aparelho celular. Porém o uso do mundo virtual 3D exige o acesso através de computador *desktop* que tenha uma capacidade de processamento e memória consideravelmente boa.

A pesquisa aqui apresentada, deixou como contribuição para a literatura, além da presente dissertação de mestrado, duas participações na *Experiment International Conference* de 2015, que resultaram nas publicações “*Remote experiments and 3D virtual world in education*”<sup>5</sup> e “*A remote experimentation and 3D virtual world for basic education*”<sup>6</sup>, uma participação no I Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, com o título “*Mundos Virtuais 3D Integrados à*

---

<sup>5</sup> DOI: 10.1109/EXPAT.2015.7463216. Homepage: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7463216&isnumber=7463200>; ISSN/ISBN: 9781467377171.

<sup>6</sup> DOI: 10.1109/EXPAT.2015.7463252. Homepage: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7463252&isnumber=7463200>

*Experimentação Remota no Ensino*<sup>7</sup>, um artigo publicado no *International Journal of Online Engineering* intitulado “*Merging a Remote Microscope and Virtual Worlds: Teaching Kingdom Plantae on Basic Education*”<sup>8</sup>. Também foram publicados o capítulo “Microscópio remoto: Experimentação remota aplicada ao ensino de ciências”<sup>9</sup> no eBook *Tecnologias da Informação e Comunicação: Pesquisa e Inovação* e um capítulo no livro *Gamification-Based E-Learning Strategies for Computer Programming Education*, intitulado “*Using 3D Virtual Worlds integrated to Remote Experimentation in Sciences Teaching*”<sup>10</sup>.

Para trabalhos futuros sugere-se a ampliação do projeto, a fim de abranger outros conteúdos da disciplina de Ciências e mesmo para outras disciplinas, focando nas disciplinas STEM, uma vez que são a base de formação das carreiras científicas e tecnológicas. Sugere-se o estudo da inclusão de *hardwares* de visualização 3D para acesso ao mundo virtual, assim como a verificação da usabilidade e a viabilidade de alguns clientes de visualização disponíveis para *mobile*, como *Mobile Grid Client*, inicialmente projetado para o *Second Life*. O experimento microscópio remoto, assim como os mundos virtuais, dispõe de uma gama de possíveis aplicações apenas alternando as opções de amostras disponibilizadas nele, podendo ser acessado por intermédio do mundo virtual 3D ou mesmo diretamente por meio da página do RExLab, o que possibilita sua utilização por diferentes dispositivos, incluindo dispositivos móveis. Sugere-se, também, a inclusão de novos recursos ao experimento remoto, como a possibilidade de ajuste de foco e a seleção do nível de *zoom* por parte do usuário.

As tecnologias, certamente, são aliadas dos educadores que têm o intuito de agregar qualidade ao processo de ensino e aprendizagem. No entanto é importante que se leve em conta que elas não são um “fim”, e sim um “meio” para que se consiga isso. As tecnologias estão disponíveis e são de fácil acesso a quem souber operá-las. Ao se tirar proveito do que elas têm de melhor a oferecer, pode-se contribuir com o desenvolvimento de ferramentas e dispositivos que tragam benefícios a seus usuários, principalmente na área da educação. Como disse Vázquez

---

<sup>7</sup> ISSN/ISBN: 978-85-5881-5. Homepage:

<http://rexlabs.ufsc.br/ojs/index.php/sppi/issue/viewIssue/2/3>.

<sup>8</sup> ISSN/ISBN: 18612121. Homepage: <http://online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/5095>.

<sup>9</sup> ISBN: 9788558810012. Homepage: <http://rexlabs.ufsc.br/ojs/index.php/>

<sup>10</sup> DOI: 10.4018/978-1-5225-1034-5. Homepage: <http://www.igi-global.com/book/gamification-based-learning-strategies-computer/156640>

(2014), todo o avanço tecnológico deveria se voltar para uma contribuição ao desenvolvimento da humanidade. E não existe desenvolvimento sem educação.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Gustavo R. et al. Remote experimentation network - yielding an inter-university peer-to-peer e-service. **2005 IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation**, 22 set. 2005. DOI: 10.1109/ETFA.2005.1612784.
- ALVES, J.B.M. **Teoria Geral de Sistemas: Em busca da Interdisciplinaridade**. Florianópolis: Stela, 2012. 179 p.
- CALLAGHAN, M. J. et al. **Hybrid Remote/Virtual Laboratories with Virtual**. In: REV 2010 (Stockholm). 2010. V. 115. p. 1-8. CD-ROM
- CALLAGHAN, Michael J. et al. Using Game-Based Learning in Virtual Worlds to Teach Electronic and Electrical Engineering. **Ieee Transactions On Industrial Informatics**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.575-584, fev. 2013. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). DOI: 10.1109/tii.2012.2221133.
- COCHRANE, C. Cochrane Community (beta): Trusted evidence. Informed decisions. Better health., 2015. Disponível em: < <http://community.cochrane.org/about-us> >. Acesso em: Junho de 2015.
- CRD. **Systematic reviews: CRD's guidance for undertaking reviews in health care**. Centre for Reviews and Dissemination, 2009. ISBN 1900640473.
- DAGOSTIN, Neimar Topanotti; FREIRE, Patricia de Sá; GUIMARÃES FILHO, Leopoldo Pedro. **Inovação para o Desenvolvimento Socioeconômico: Um Estudo Bibliométrico**. In: X Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 10., 2014, Rio de Janeiro. **IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. Rio de Janeiro: Benício Biz Editores Associados Ltda, 2014. p. 1 - 17.
- DALGARNO, Barney; LEE, Mark J. W.. What are the learning affordances of 3-D virtual environments? **British Journal Of Educational Technology**, [s.l.], v. 41, n. 1, p.10-32, jan. 2010. Wiley-Blackwell. DOI: 10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x.
- FAYOLLE, J. et al. Remote lab in virtual world for remote control of industrial processes. **2011 Ieee International Conference On**

**Multimedia And Expo**,[s.l.], jul. 2011. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). DOI: 10.1109/icme.2011.6012049.

FREIRE, P. D. S. **Aumente a qualidade e quantidade de suas publicações científicas**. 1.ed. Curitiba, PR: CRV, 2013.

GODOY, Arilda S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.35, n. 2, p57-63, mar./abril. 1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n2/a08v35n2.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

INEP. **Ideb 2013 indica melhora no ensino fundamental**. 2014. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/portal-ideb>>. Acesso em: 17 set. 2014.

INEP. **Censo da Educação Superior 2013**. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/censo\\_superior/apresentacao/2014/coletiva\\_censo\\_superior\\_2013.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/apresentacao/2014/coletiva_censo_superior_2013.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2016.

JAVIER GARCIA ZUBIA E GUSTAVO R. ALVES (Bilbao) (Ed.). **Using Remote Labs in Education: Two Little Ducks in Remote Experimentation**. Deusto: University Of Deusto, 2011.

LOPEZ, S.; CARPENO, A.; ARRIAGA, J.. Laboratorio remoto eLab3D: Un mundo virtual inmersivo para el aprendizaje de la electrónica. **2014 11th International Conference On Remote Engineering And Virtual Instrumentation (rev)**, [s.l.], fev. 2014. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). DOI: 10.1109/rev.2014.6784234.

LEEuw, Edith D. de. **Improving Data Quality when Surveying Children and Adolescents: Cognitive and Social Development and its Role in Questionnaire Construction and Pretesting**. Finland: Suomen Akatemia, 2011. 50 p.

LIZARRALDE, Francisco A.; HUAPAYA, Constanza R.. Análisis de una Plataforma Virtual 3-D Descentralizada para el Desarrollo de Simulaciones Educativas. **Oalib Journal: Open Access Library**. British Virgin Islands. set. 2012. Disponível em: <[http://www.oalib.com/paper/836856#.V4gcW\\_krLIU](http://www.oalib.com/paper/836856#.V4gcW_krLIU)>. Acesso em: 01 jul. 2016.





- 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 Sydney.
- MAIATO, Alexandra M. **Neurociências e aprendizagem: O papel da experimentação no ensino de ciências**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2013. Disponível em: < <http://www.argo.furg.br/btdtd/0000010371.pdf>>.
- MAÍRA ROSA CARNEVALLE (Ed.). **Jornadas.cie: Ciências, 7º ano**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- MARCELINO, Roderval et al. Immersive Learning Environment Using 3D Virtual Worlds and Integrated Remote Experimentation. **International Journal Of Online Engineering (ijoe)**, [s.l.], v. 9, n. 1, 14 jan. 2013. International Association of Online Engineering (IAOE). DOI: 10.3991/ijoe.v9is1.2353.
- MARCELINO, Roderval et al. Virtual 3D Worlds and Remote Experimentation: a Methodology Proposal Applied to Engineering Students. In: UNIVERSITY OF DEUSTO (Espanha). **Using Remote Labs in Education: Two Little Ducks in Remote Experimentation**. Bilbao, 2011. Cap. 17. p. 349-374.
- MARCELINO, Roderval. **Ambiente Virtual de Aprendizagem Integrado a Mundo Virtual 3D e a Experimento Remoto Aplicados ao Tema Resistência dos Materiais**. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27926/000766844.pdf?sequence=1>>
- MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MARIA DE CECÍLIA M. DE CARVALHO (São Paulo) (Org.). **Construindo o Saber: Metodologia Científica - Fundamentos e técnicas**. 24. ed. Campinas: Papirus, 2012. 224 p.
- MATURANA, H.R.; VARELA, F.J. **A Árvore do Conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Palas Athena, 2003.

- MERITT E FUNDAÇÃO MELANN. **CENSO: Matrículas e Infraestrutura.** 2014. Disponível em: <<http://www.qedu.org.br/brasil/censo-escolar?year=2013&dependence=0&localization=0&item;>>. Acesso em: 17 set. 2014.
- MINE, M. **Virtual environment interaction techniques.** UNC Chapel Hill computer science technical report TR95-018. 1995. p. 507248-2.
- MOODLE. **About Moodle.** Disponível em <[https://docs.moodle.org/30/en/About\\_Moodle#Designed\\_to\\_support\\_both\\_teaching\\_and\\_learning](https://docs.moodle.org/30/en/About_Moodle#Designed_to_support_both_teaching_and_learning)>. Acesso em: 29 dez. 2015.
- MULLER, D.; CHILLIISCHI, A.; LANGER, S.. Integrating immersive 3D worlds and real lab equipment for teaching mechatronics. **2012 9th International Conference On Remote Engineering And Virtual Instrumentation (rev)**, [s.l.], jul. 2012. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). DOI: 10.1109/rev.2012.6293117.
- PENA-RIOS, Anasol et al. Remote Mixed Reality Collaborative Laboratory Activities: Learning Activities within the InterReality Portal. **2012 Ieee/wic/acm International Conferences On Web Intelligence And Intelligent Agent Technology**, [s.l.], p.362-366, dez. 2012. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). DOI: 10.1109/wi-iat.2012.43.
- PERISSÉ, A.; GOMES, M.; NOGUEIRA, S. Revisões sistemáticas (inclusive metanálises) e diretrizes clínicas. In: GOMES, M. (Ed.). **Medicina baseada em evidências: princípios e práticas.** Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2001. p.131.
- POZZEBON, Marlei; FREITAS, Henrique M. R. de. Pela Aplicabilidade -com um maior Rigor Científicos dos Estudos de Caso em Sistemas de Informação. **Rac - Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p.143-170, maio/ago. 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65551998000200009>>. Acesso em: 01 jan. 2016.
- OPEN COBALT. **Open Cobalt.** Disponível em: <<http://www.opencobalt.org/>>. Acesso em: Junho de 2014.
- OPEN SIM. **Open Simulator.** Disponível em: <[opensimulator.org](http://opensimulator.org/)>. Acesso em: Junho de 2014.

- OPEN WONDERLAND. **Project Website**. Disponível em: <<http://openwonderland.org>>. Acesso em: Junho de 2014.
- OSTEN, W.; WILKE, M.; PEDRINI, G.. Remote laboratories for optical metrology: from the lab to the cloud. **Speckle 2012: V International Conference on Speckle Metrology**, [s.l.], 11 set. 2012. SPIE-Intl Soc Optical Eng. DOI: 10.1117/12.981616.
- PPGTIC. **Programa de Pós Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação**. Disponível em: <<http://ppgtic.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/>>. Acesso em: Junho de 2016.
- RELLE. **Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos**. Disponível em: <<http://relle.ufsc.br>>. Acesso em: Maio de 2016.
- RIDGEWELL, W. et al. OpenSim Virtual Worlds as Platform for Enhanced Learning Concepts. **11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies**, 08 jul. 2011. Advanced Learning Technologies (ICALT). DOI: 10.1109/ICALT.2011.192.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Braz. J. Phys. Ther. (Impr.)**, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.
- SCHAF, Frederico M.; PALADINI, Suenoni; PEREIRA, Carlos Eduardo. 3D AutoSysLab prototype. **Proceedings Of The 2012 Ieee Global Engineering Education Conference (educon)**, [s.l.], abr. 2012. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). DOI: 10.1109/educon.2012.6201192.
- SCHEUCHER, Bettina et al. Collaborative Virtual 3D Environment for Internet-Accessible Physics Experiments. **iJOE**, v. 5, p.65-71, 2009.
- SECONDLIFE. **SecondLife**. Disponível em: <<http://secondlife.com/>>. Acesso em: Junho de 2014.
- SELWYN, Neil. **Internet y educación**. In: OPENMIND (Espanha). C@mbio: 19 ensayos clave acerca de cómo Internet está cambiando nuestras vidas. 2014. p. 191-216.
- SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- SILVA, Juarez et al. Mobile Remote Experimentation applied to Education. In: UNIVERSITY OF DEUSTO (Espanha). **IT**

- Innovative Practices in Secondary Schools: Remote Experiments.** Bilbao. 2013. Cap. 11. p. 281-302.
- SILVA, Juarez et al. Utilization of NICTs Applied to Mobile Devices. **Ieee Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.97-102, ago. 2013. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). DOI: 10.1109/rita.2013.2273108.
- TIWARI, Sandip. **¿Paraíso perdido? ¿Paraíso recuperado?: Nanotecnología, el hombre y máquina.** In: OPENMIND (Espanha). Hay FUTURO: Visiones para un mundo mejor. 2011. p. 161-183.
- TRAXLER, J. **Mobile Learning: It's here but what is it?**. 2005. Disponível em: <<http://www2.warwick.ac.uk/services/cap/resources/interactions/archive/issue25/traxler/>>. Acesso em: Junho de 2014.
- VÁZQUEZ, Juan. **Horizontes y desafíos de Internet de las cosas.** In: OPENMIND (Espanha). C@mbio: 19 ensayos clave acerca de cómo Internet está cambiando nuestras vidas. 2014. p. 59-82.
- WANG, Sa et al. A new method of virtual reality based on Unity3D. **2010 18th International Conference on Geoinformatics**, 20 jun. 2010. DOI: 10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5567608.
- UNITY. **A Melhor Plataforma de Desenvolvimento para Criar Jogos.** Disponível em: <<https://unity3d.com/pt>>. Acesso em: Junho de 2014.

**APÊNDICE A – Atividade realizada junto ao experimento remoto**

 	
<b>Escola de Educação Básica Otávio Manoel Anastácio</b>	
<b>Disciplina:</b> Ciências	<b>Data:</b> 09/09/2015
<b>Professor:</b> Luiz Carlos	<b>Turma:</b>
<b>Alunos:</b>	

**Atividade Raízes**

1. Acessando o experimento microscópio remoto, localize a amostra correspondente à raiz. A raiz exibida no microscópio possui sistema radicular Pivotante ou Fascicular? Justifique.

---

---

---

---

---

---

2. Faça um desenho representando a raiz apresentada na ampliação do microscópio e identifique quais as regiões visíveis na imagem.



## APÊNDICE B – Questionário: Perfil Tecnológico e Experimento Remoto

### Questionário para Estudantes do Ensino Fundamental – Perfil Tecnológico Experimento Remoto

**Nome da Escola:** Escola de Educação Básica Otávio Manoel Anastácio

**Disciplina:** Ciências

**Conteúdo:** Morfologia das Angiospermas

**Professor(a):** Luiz Carlos Miguel

**Referência (mês/ano):** Setembro de 2015

**Qual o experimento utilizado?** Microscópio Remoto

1) Ha quanto tempo utiliza o computador?

menos de 1 ano  1 a 3 anos  3 a 5 anos  mais de 5 anos  Não Utilizo

2) Quem te ensinou mais sobre como usar computadores? (uso de programas não ligados à internet)

escola  amigos  família  sozinho  Lan House  outro

3) Onde tem maior acesso a um computador?

em casa  na escola  pelo celular  outro  não tem acesso

4) Ha quanto tempo utiliza a Internet?






menos de 1 ano  1 a 3 anos  3 a 5 anos  mais de 5 anos  Não Utilizo

5) Quem te ensinou mais sobre como usar a internet?

escola  amigos  família  sozinho  Lan House  outro

6) Onde acessa com maior frequência a Internet?

em casa  na escola  pelo celular  Lan House  outro  não tem acesso

					
7) Quando você tem a oportunidade de usar os computadores na escola, como você se sente?					
8) Quando você tem a oportunidade de usar os tablets nas aulas, como você se sente?					
9) Você acha que aprendeu de forma <b>mais fácil</b> com o uso do experimento remoto?					
10) Você prefere a aula com conteúdo apenas no quadro, sem o experimento remoto?					
11) Você achou fácil acessar o experimento remoto?					
12) Você gostaria de usar outros experimentos remotos?					
13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.					










**APÊNDICE C – Questionário: Avaliação do uso do MV3D integrado ao Microscópio Remoto: Alunos**





















**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO MUNDO VIRTUAL DAS PLANTAS E MICROSCÓPIO REMOTO**











**Nome da Escola:** Escola de Educação Básica Otávio Manoel Anastácio  
**Disciplina:** Ciências **Conteúdo:** Morfologia das Angiospermas  
**Professor(a):** Luiz Carlos Miguel **Referência (mês/ano):** Novembro de 2015

Muito obrigada pela sua participação neste projeto piloto, esperamos que tenha gostado. A principal finalidade desta experiência é conseguir informações sobre aspectos do uso do ambiente virtual 3D, em conjunto com o experimento remoto, se foram satisfatórios ou se precisam de modificações para tornarem-se mais eficazes, de modo a facilitar a aprendizagem prática do conteúdo Morfologia das Angiospermas.

Sendo assim gostaríamos de conhecer sua avaliação sobre diversos aspectos que serão abaixo listados. O questionário a seguir é formado por diversas questões em forma de afirmações, sobre os quais deve expressar seu grau de concordância, conforme as imagens indicativas, em uma escala que vai de “nada de acordo” até “totalmente de acordo”.

<b>D. Sobre a Facilidade de Utilização</b>					
1) Para mim foi simples utilizar os objetos do mundo virtual;					
2) Não encontrei problemas em realizar as ações que queria;					
3) Os objetos estavam bem distribuídos na tela e a quantidade de informação na tela estava adequada;					
4) O uso dos objetos foi <b>incomodo</b> para mim, por sua lentidão ou pela falta de naturalidade;					
5) A comunicação com outras pessoas no mundo virtual é simples.					

<b>E. Sobre a Confiabilidade da Ferramenta</b>					
6) Os tempos de resposta para minhas ações foram razoáveis;					
7) O programa de visualização 3D funcionou sem problemas;					
8) O mundo virtual estava em funcionamento sempre que necessitei.					
<b>F. Sobre a percepção de Imersão</b>					
9) Consegui controle sobre o que estava acontecendo no ambiente, para mim foi simples fazer o que o queria no mundo virtual;					
10) O ambiente respondeu às minhas ações de forma apropriada;					
11) Os objetos visuais serviram para chamar minha atenção;					
12) Pude observar os detalhes e explorar os objetos do mundo virtual.					
13) Cheguei a perder a consciência sobre o tempo ou os elementos reais da sala onde estava realizando a experiência.					
<b>G. Sobre a percepção de Presença Social</b>					
14) Estive consciente da presença de outros estudantes no local;					
15) Tive a oportunidade de dividir informações sobre o ambiente com outros colegas;					
16) Surgiram conversas e interações naturalmente com meus colegas, não necessariamente relacionadas com a prática ou experimento realizado.					
<b>H. Sobre a Percepção de Aprendizagem</b>					
17) Melhorei meu entendimento					

dos conteúdos teóricos que foram vistos na prática;					
18) Os conteúdos vistos no ambiente foram importantes para minha aprendizagem;					
19) Melhorei minha compreensão sobre as partes das plantas a partir dos conteúdos dispostos no ambiente virtual.					
<b>I. Sobre a Utilidade</b>					
20) Fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não uma simulação;					
21) A utilização do ambiente pode servir para ajudar a resolver algumas dificuldades na aprendizagem das partes das plantas;					
22) Acredito que é possível alcançar aprendizagens semelhantes às de um laboratório presencial.					
<b>J. Sobre a Satisfação do Uso</b>					
23) Em geral, estou satisfeito com a experiência prática realizada no Mundo Virtual das Plantas;					
24) Utilizar o Mundo Virtual das Plantas me motivou mais para aprender ciências;					
25) Aconselharia meus colegas a utilizar do Mundo Virtual das Plantas.					
26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.					





Indique o grau de concordância que você tem em relação às proposições abaixo:	Menos			Mais	
					
O uso da experimentação remota para a prática de ensino de ciências contribuiu para aprendizagem.					
Desenvolver e disponibilizar novos experimentos são importantes, visto que estes auxiliam no processo de ensino aprendizagem.					
A interação entre o aluno e o experimento remoto permite que o estudante participe ativamente no processo de aprendizagem.					
Respeita o ritmo de aprendizagem do estudante, uma vez que pode ser acessado a qualquer momento.					
Contribuem para a resolução das atividades e o conhecimento construído a partir dos assuntos trabalhados em aula.					
Laboratórios de experimentação remota possibilitam experiências de aprendizagem para além das salas de aula.					
A integração do experimento remoto ao ambiente virtual de aprendizagem facilita os estudos.					
O acesso online para o experimento remoto é fácil.					

**1. O que você mais gostou?**

**2. Apresente sugestões ou críticas:**

## APÊNDICE E – Questionário: Avaliação do uso do MV3D integrado ao Microscópio Remoto: Professor






### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO MUNDO VIRTUAL DAS PLANTAS E MICROSCPIO REMOTO











#### Professor

**Nome da Escola:** Escola de Educação Básica Otávio Manoel Anastácio  
**Disciplina:** Ciências **Conteúdo:** Morfologia das Angiospermas  
**Professor(a):** Luiz Carlos Miguel **Referência (mês/ano):** Nov. de 2015

Muito obrigada pela sua participação neste projeto piloto, esperamos que tenha gostado. A principal finalidade desta experiência é conseguir informações sobre aspectos do uso do ambiente virtual 3D, em conjunto com o experimento remoto, se foram satisfatórios ou se precisam de modificações para tornarem-se mais eficazes, de modo a facilitar a aprendizagem prática do conteúdo Morfologia das Angiospermas.

Sendo assim gostaríamos de conhecer sua avaliação sobre diversos aspectos que serão abaixo listados. O questionário a seguir é formado por diversas questões em forma de afirmações, sobre os quais deve expressar seu grau de concordância, conforme as imagens indicativas, em uma escala que vai de “nada de acordo” até “totalmente de acordo”.

A. Sobre a Potencialidade de Aprendizagem					
1) Os estudantes podem melhorar sua compreensão dos conceitos teóricos que precisam ser abordados na prática;					
2) Os estudantes podem adquirir habilidades valiosas para sua aprendizagem;					

3) Os estudantes podem melhorar sua compreensão sobre as partes das plantas a partir dos conteúdos dispostos no ambiente virtual;					
<b>B. Sobre a Utilidade</b>					
4) Fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não uma simulação;					
5) A utilização do Mundo Virtual das Plantas pode servir para ajudar a resolver algumas dificuldades na aprendizagem das partes das plantas;					
6) A realização de experimentos no ambiente virtual pode melhorar o desempenho em um laboratório real;					
7) Creio que é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial.					
<b>C. Sobre a Satisfação do Uso</b>					
8) Em geral, estou satisfeito com a experiência prática realizada no Mundo Virtual das Plantas;					
9) Gostaria utilizar o Mundo Virtual das Plantas como ferramenta didática na disciplina de ciências;					
10) Aconselharia meus colegas a utilizar do Mundo Virtual das Plantas.					
11) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.					



## ANEXO A – Respostas da Questão Dissertativa do Primeiro Questionário dos Alunos

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

EU APRENDA USA O EXPERIMENTO  
REMOTO em CASA

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi como  
curso que unites  
fazendo

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi <sup>que</sup> a raiz fixa e caule  
le no solo, que tem vegetais que  
eles mesmos são raízes, etc.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi sobre o caule

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Os computadores não são só para brincar  
mas para aprendermos

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

os computadores não são só para  
brincar mas para aprendermos

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi sobre as raízes, folhas etc.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi que usar um experimento remoto é um meio de educação que possa nos ensinar novas coisas.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi mais sobre o caule, mas sobre as raízes, sementes, tuberosas, arios etc.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi que usar um experimento remoto é um meio de educação

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi sobre caule

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi sobre o caule

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Muitas coisas ~~o~~ ~~o~~

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Obj legal e bem útil

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

nada

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi um monte de coisas, caules, plantas e partes murchas

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu gostei do experimento de tubetes.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

a importância de saber o que tem dentro da planta  
e de saber como os vasos murcham e se germinam  
10 e aprendi muito sobre isso



13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

aprendi a saber sobre os caules

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Muitas coisas

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi sobre caules, frutos e raízes.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi várias coisas como raiz, caule e semente, Eu queria que tivesse, tabletes na nossa escola

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

E aprendi muita coisa com os experimentos e com os professores.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

aprendi muita coisa a usar melhor os joginhos também interagir melhor com os amigos e utilizar a internet com muita mais facilidade etc

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

aprendi muito coisa sobre o raiz e o caule e o semente legal

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi mais sobre o caule o raiz e outras

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi sobre o caules sobre a raiz e outras.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

- A maioria coisa tipo: Mãe e as coisas melhor mais amplificadas..., aprendi sobre caules, raizes etc...

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

aprende um pouco sobre caules

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu aprendi sobre plantas, caules etc.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

R: Eu aprendi sobre plantas e caules etc.

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Bom, eu aprendi várias coisas tipo raízes, caules, flores e folhas, foi legal

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Bastante coisa, como raízes, flores, caules e etc...

13) Descreva o que você aprendeu com o experimento remoto.

Eu [redacted], adorei o experimento remoto porque além de eu já ter aprendido no quadro e agora tive a oportunidade de aprender no mundo virtual



## ANEXO B – Respostas da Questão Dissertativa do Segundo Questionário dos Alunos

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Eu gostei muito das aulas e queria aprender muito mais,

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

acho muito criativo o jogo, e ajuda bastante a responder a questionaria.

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Gostei muito porque pude aprender cada vez mais, e tive facilidade na aula de ciências

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Achei muito legal e ajuda também o joguinho...

E o experimento remoto ajuda a responder as questionarias.

Mundo Virtual das Plantas.

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Muito legal gosto de ciência agora no computador gosto ainda mais e aprendi muito com a experiencia remoto

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Apreendi muito sobre as plantas e gostei muito do jogo

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

adorei pois poderemos ter mais aprendizagem sobre o mundo virtual,

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Eu gostei muito do uso do computador nas aulas e agente aprendeu bastante.

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

ACHEI MUITO  
BOOMMM

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Eu achei legal porque eu aprendi mais coisas interessantes sobre o tudo do ambiente

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Eu gostei muito, melhorei muito nas atividades de foi uma experiência.

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Eu gostei muito, melhorei muito minha aprendizagem foi uma experiência com legal.



26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Eu aprendi mais com ciência  
e foi legal

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

ACHEI BOOUMMM

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Foi muito legal, eu não sa-  
beria tudo isso se não fosse  
você.

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Muito legal ajudou muito  
Eu adorei...

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

gostei muito que eu aprendi  
sobre as plantas, folhas, caule etc

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Eu gostei muito é bem divertido e interessante  
quero aprender mais e em outro isso  
foi legal D+ Adorei

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Não estou muito feliz por estar sendo

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

foi muito legal eu gostei muito aprendi muitas coisas com o experimento remoto

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

foi muito legal, aprendi muitas coisas com o experimento remoto

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Não estou muito feliz porque esta aula é a última, mais de ser estudante e adorei as aulas aprendi muitas coisas e eu acho que vocês podem fazer uma criança se tornar um cientista

Adoro vocês!!!

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

Foi bom, eu acho que é legal utilizar o computador para aprender as ciências e também aprendi muitas coisas

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

foi muito legal para mim aprender mais sobre ciências.

Mundo virtual das plantas

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

O uso do ambiente virtual me ajudou a compreender melhor as matérias que não tinha entendido.

26) Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.

O uso do ambiente virtual 3D facilitou e me ajudou a reconhecer melhor as plantas. Experimento remoto me ajudou a olhar melhor as sementes.



## ANEXO C – Respostas Primeiro Questionário do Professor



LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA  
Secretaria

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Centro Tecnológico - CTC  
CEP 00000-000 Florianópolis-SC  
Tel (48) 000-0000 Fax (48)000-0000  
Site: www.rexlab.inf.ufsc.br  
e-mail: rexlab@inf.ufsc.br

**Experiência de uso do ER - Docentes**

Nome Luiz Carlos Miguel  
Instituição Escola Básica Municipal Otávio M. Protócio  
Período \_\_\_\_\_ Disciplina Ciências (Plantas)  
Nome do(a) Professor(a): \_\_\_\_\_  
Experimento Remoto utilizado: Lab de Experimentação Remota

Satisfação	Menos					Mais				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Indique o grau de concordância que você tem em relação às proposições abaixo:										
A possibilidade de visualizar e controlar os experimentos remotos de qualquer lugar é um fator importante.				X						
Democratiza o acesso a práticas laboratoriais, considerando que algumas escolas não possuem laboratórios físicos.				X						
A separação entre os estudantes e o experimento estimula a reflexão dos estudantes, pois, é preciso concentrar-se mais no experimento e na teoria.									X	
Possibilidade e oportunidade de reforçar o conhecimento teórico.				X						
Amplia as experiências de sala aula, pois incrementa as atividades práticas.				X						
Ter o experimento remoto disponibilizado on-line é um fator motivador para os estudos.									X	
O uso da experimentação remota para a prática de ensino de ciências agrega qualidade ao estudo.				X						
É uma importante estratégia educacional que integra recursos tecnológicos, ensino aprendizagem e construção do conhecimento.				X						

Satisfação	Menos					Mais				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Indique o grau de concordância que você tem em relação às proposições abaixo:										
O uso da experimentação remota para a prática de ensino de ciências contribuiu para aprendizagem.									X	
Desenvolver e disponibilizar novos experimentos são importantes, visto que estes auxiliam no processo de ensino aprendizagem.										X
A interação entre o aluno e o experimento remoto permite que o estudante participe ativamente no processo de aprendizagem.									X	
Respeita o ritmo de aprendizagem do estudante, uma vez que pode ser acessado a qualquer momento.									X	
Contribuem para a resolução das atividades e o conhecimento construído a partir dos assuntos trabalhados em aula.										X
Laboratórios de experimentação remota possibilitam experiências de aprendizagem para além das salas de aula.										X
A integração do experimento remoto ao ambiente virtual de aprendizagem facilita os estudos.									X	
O acesso on line para o experimento remoto é fácil.				X						

1. O que você mais gostou?

Gostei de ver a vontade dos alunos de participar, não possuem de perguntar: hoje tem UFSC?  
Foi muito bom, bom mesmo.

LABORATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO REMOTA  
Secretaria

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Centro Tecnológico - CTC  
CEP 00000-000 Florianópolis-SC  
Tel (48) 000-0000 Fax (48)000-0000  
Site: www.rexlab.inf.ufsc.br  
e-mail: rexlab@inf.ufsc.br

**2. Apresente sugestões ou críticas:**

Só podemos criticar aquilo que realmente denunciamos, não é o meu caso. Só posso elogiar, pois foi um projeto diferente, onde os alunos tinham que se interessar do assunto tratado, e muito bem oferecido, pedagogicamente perfeito -  
Como sugestão, por que não ampliamos p/ outras séries???  
Parabéns Corolius.

Prof: Luiz





## ANEXO D – Respostas Segundo Questionário do Professor

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO MUNDO VIRTUAL DAS PLANTAS E MICROSCÓPIO REMOTO

Professor

Nome da Escola: Escola de Educação Básica Otávio Manoel Anastácio

Disciplina: Ciências

Conteúdo: Morfologia das Angiospermas






Professor(a): Luiz Carlos Miguel

Referência (mês/ano): Novembro de 2015

Muito obrigada pela sua participação neste projeto piloto, esperamos que tenha gostado. A principal finalidade desta experiência é conseguir informações sobre aspectos do uso do ambiente virtual 3D, em conjunto com o experimento remoto, se foram satisfatórios ou se precisam de modificações para tornarem-se mais eficazes, de modo a facilitar a aprendizagem prática do conteúdo Morfologia das Angiospermas.

Sendo assim gostaríamos de conhecer sua avaliação sobre diversos aspectos que serão abaixo listados. O questionário a seguir é formado por diversas questões em forma de afirmações, sobre os quais deve expressar seu grau de concordância, conforme as imagens indicativas, em uma escala que vai de "nada de acordo" até "totalmente de acordo".

A. Sobre a Potencialidade de Aprendizagem					
1) Os estudantes podem melhorar sua compreensão dos conceitos teóricos que precisam ser abordados na prática;					X
2) Os estudantes podem adquirir habilidades valiosas para sua aprendizagem;					X
3) Os estudantes podem melhorar sua compreensão sobre as partes das plantas a partir dos conteúdos dispostos no ambiente virtual;					X
B. Sobre a Utilidade					
4) Fiquei convencido de estar realizando um experimento real e não uma simulação;					X
5) A utilização do Mundo Virtual das Plantas pode servir para ajudar a resolver algumas dificuldades na aprendizagem das partes das plantas;					X
6) A realização de experimentos no ambiente virtual pode melhorar o desempenho em um laboratório real;				X	
7) Creio que é possível alcançar aprendizagens similares às adquiridas em um laboratório presencial.					X

C. Sobre a Satisfação do Uso						
8)	Em geral, estou satisfeito com a experiência prática realizada no Mundo Virtual das Plantas.					X
9)	Gostaria utilizar o Mundo Virtual das Plantas como ferramenta didática na disciplina de ciências.					X
10)	Aconselharia meus colegas a utilizar do Mundo Virtual das Plantas.					X
11)	Escreva aqui suas impressões sobre o uso do ambiente virtual 3D juntamente com o uso do experimento remoto.					
	<p>Sempre que é possível associa tecnologia e conhecimento o resultado provavelmente será positivo. O manuseio de tecnologias traz o aluno a "raja" por lugares que ele com certeza não conhecia, o que favorece seu crescimento intelectual.</p> <p>Prof: Luiz Carlos</p>					