



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
**TRABALHO DE LICENCIATURA**

**Proposta de Criação De Um Laboratório Virtual De Ciências Para  
Ensino Secundário de Moçambique Usando a Tecnologia De  
Realidade Virtual**

**Caso de Estudo: Escola Secundária da Polana**

**Discente**

Impagina, Abdul Satar Alberto

**Supervisor**

Dr. Vali Issufo

Maputo, Dezembro de 2021



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
**TRABALHO DE LICENCIATURA**

**Proposta de Criação De Um Laboratório Virtual De Ciências Para  
Ensino Secundário de Moçambique Usando a Tecnologia De  
Realidade Virtual**

**Caso de Estudo: Escola Secundária da Polana**

**Discente**

Impagina, Abdul Satar Alberto

**Supervisor**

Dr. Vali Issufo

Maputo, Dezembro de 2021



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
**TRABALHO DE LICENCIATURA**

**TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE TRABALHO DE LICENCIATURA**

Declaro que o estudante **Abdul Satar Alberto Impagina** entregou, no dia 20/12/2021, as 3 cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura com a referência: \_\_\_\_\_, Intitulado: **Proposta de Criação De Um Laboratório Virtual De ciências para Ensino Secundário de Moçambique Usando a Tecnologia De Realidade Virtual. Caso de estudo: Escola Secundária da Polana.**

Maputo, 20 de Dezembro de 2021

O Chefe de Secretaria:

\_\_\_\_\_

## **Dedicatórias**

*Ao meu pai: Alberto Impagina*

*À minha Mãe: Sara Ndzucule Matsimbe*

*Aos Meus Irmãos: Jamila, Mariamo e Ussumane*

*À minha namorada: Hortência*

*E a todos amigos e familiares*

## **Agradecimentos**

Primeiramente a Deus, pela sua excelência em todas as suas acções.

Aos meus pais, pela educação que me deram, paciência, nos meus actos e anos de formação, e pelo acompanhamento. Aos meus irmãos, amigos e colegas de turma e aos docentes que têm sido fundamentais, na minha formação académica.

Agradeço ao colega eng. Cristiliano Arlindo Maculuve pelo apoio moral, e aos demais pela oportunidade de poder conviver e aprender durante essa jornada, rumo ao conhecimento.

Aos docentes da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), Faculdade de Engenharia (FENG) Departamento de Engenharia Electrotécnica (DEEL), pela transmissão do conhecimento, pois o mesmo foi preponderante na qualidade da nossa formação.

Ao meu Supervisor, dr. Vali Issufo, que me tem guiado durante a realização do projecto.

Um agradecimento a todos funcionários e alunos da escola Secundária da Polana pela colaboração, na partilha de informação, que possibilitou a realização do presente projecto.

## **Epígrafe**

*“The only source of knowledge is experience”*

**~ Albert Einstein ~**

## Resumo

Em Moçambique, o ensino secundário geral subdividiu-se em dois grupos, dos quais temos 1º ciclo, da 7ª a 9ª classe, e o 2º ciclo da 10ª à 12ª classe, segundo Sistema Nacional de Educação (SNE). É no ensino secundário onde são introduzidas as demais disciplinas de ciências, o que requer novas metodologias para aprendizagem dos alunos. Um dos maiores constrangimentos enfrentados, durante o processo do ensino e aprendizagem, nas disciplinas de ciências, é o nível de abstracção, a relação entre a teoria e a prática, pois diversas escolas não apresentam condições, designadamente laboratórios de ciências, para demonstrações práticas, visto que, nas disciplinas de ciências, pode-se fazer o uso de experiências, na forma explicativa, de alguns conhecimentos. Paralelamente, algumas escolas com laboratórios de ciências, não conseguem atender à demanda, pois além de não reunirem todas as condições necessárias, por conta da falta de materiais para os professores e alunos efectuarem experiências devem procurar meios de compartilharem o mesmo espaço com as demais turmas. Deste modo, teve-se em conta a falta de laboratórios, nas instituições de ensino secundário público, como problema de pesquisa, pois o mesmo mostra-se relevante pelo impacto que cria no sector de educação, sobretudo na qualidade da formação dos alunos, pois põe em causa o desenvolvimento do país. Para um melhor entendimento das reais necessidades para a solução do problema, fez-se um levantamento de dados, na Escola secundaria da Polana, em Maputo, que resultou na obtenção de informações necessárias para o desenvolvimento de uma solução do problema em causa. Como resultado, criou-se um protótipo para um laboratório virtual de ciências destinado ao ensino secundário, com recurso às tecnologias de realidade virtual, pois o mesmo proporciona um maior sentido de imersão e maior proximidade com o mundo real.

**Palavras-chaves:** Realidade virtual, Ambiente virtual, Educação, Sistemas imersivos, Laboratório virtual

## **Abstract**

In Mozambique, general secondary education is subdivided into two groups, of which we have 1st cycle, from 7th to 9th grade, and 2nd cycle from 10th to 12th grade, according to the National Education System (SNE). It is in secondary education that other science subjects are introduced, which requires new methodologies for student learning. One of the biggest constraints faced during the teaching and learning process in science subjects is the level of abstraction, the relationship between theory and practice, as several schools do not have conditions, namely science laboratories, for practical demonstrations, since, in science subjects, one can make use of experiences, in the explanatory form, of some knowledge. At the same time, some schools with science laboratories cannot meet the demand, as they do not meet all the necessary conditions, due to the lack of materials for teachers and students to carry out experiments, they must look for ways to share the same space with the other classes. In this way, the lack of laboratories in public secondary education institutions was taken into account as a research problem, as it is relevant due to the impact it creates in the education sector, especially in the quality of student training. It jeopardizes the country's development. For a better understanding of the real needs to solve the problem, a data survey was carried out at the Polana Secondary School, in Maputo, which resulted in obtaining the necessary information for the development of a solution to the problem in question. As a result, a prototype was created for a virtual science laboratory for secondary education, using virtual reality technologies, as it provides a greater sense of immersion and greater proximity to the real world.

**Key words:** Virtual reality, Virtual environment, Education, Immersive systems, Virtual laboratory

## Índice

Dedicatórias.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Epígrafe .....	iv
Resumo .....	v
Abstract .....	vi
Índice De Tabelas.....	xi
Listas das abreviaturas.....	1
1. CAPÍTULO I - Introdução.....	2
1.1. Contextualização.....	2
1.2. Problema .....	2
1.3. Hipótese .....	3
1.4. Justificativa.....	3
1.5. Objectivos.....	4
1.5.1. Objectivo geral.....	4
1.5.2. Objectivos específicos .....	4
1.6. Estrutura do trabalho .....	5
2.6. População e Amostra da Pesquisa.....	9
2.8. Desenvolvimento do sistema proposto.....	10
3. CAPÍTULO III - Revisão da literatura.....	14
3.1. Educação em Moçambique .....	14
3.1.1. Sistema de ensino Moçambicano .....	14
3.1.1.2. Ensino Secundário .....	15
3.1.2. Desafios no sector de educação, em Moçambique .....	16
3.1. Laboratórios escolares .....	17
3.1.1. Objectivo de um laboratório escolar .....	17
3.1.2.1. Benefícios da realização de actividades laboratoriais.....	19

3.1.3. Desafios de aulas laboratoriais nas escolas .....	19
3.2. TIC's em Moçambique .....	20
3.2.1. Uso das TIC's, na Educação .....	20
3.2.2. Iniciativas de TIC's em curso, em Moçambique.....	21
3.2.3. A Utilização das TIC's, nas escolas.....	22
3.2.1. Implementação das TIC's, nas escolas secundárias .....	23
3.3. Realidade virtual .....	23
3.3.1. Classificação de sistemas RV quanto à imersão .....	24
3.3.1.1. Componentes da interactividade.....	25
3.3.1.2. Níveis de interactividade .....	25
3.3.2. Tele-presença.....	26
3.4.4. Ciberespaço.....	26
3.4.5. Comparação entre Realidade Virtual e Multimédia.....	27
3.4.6. Realidade virtual para educação .....	28
3.4.4. Benefícios da realidade virtual, na educação .....	29
3.4.5. Desafios de criação de projectos de realidade virtual.....	30
3.4.6. Equipamentos de realidade virtual.....	31
3.4.6.1. Dispositivo de entrada.....	32
3.4.6.2. Dispositivos de saída .....	33
3.4.6.3. Dispositivos hápticos.....	34
3.5. Linguagem de programação .....	35
4. CAPÍTULO IV - Caso de Estudo.....	36
5. CAPÍTULO V- Apresentação e discussão de resultados.....	39
5.1. Resultado dos questionários.....	39
5.2. Sobre o Laboratório na Escola .....	40
5.3. Relevância dos laboratórios nas escolas.....	41
6. CAPÍTULO V – Proposta de solução.....	43

6.1.	Escolha da solução viável .....	44
7.	CAPÍTULO VII - Modelo da solução proposta .....	47
7.1.	Construção do modelo.....	47
7.2.	Grupo de interesse ( <i>Stakeholders</i> ).....	47
7.4.	Requisitos do sistema.....	48
7.4.1.	Requisitos funcionais.....	49
4.1.1.	Requisitos não funcionais.....	50
7.5.	Casos de uso.....	52
7.5.1.	Diagrama de Casos de uso .....	52
7.6.	Arquitectura da Aplicação.....	53
7.6.1.	Arquitectura de aplicação MEAN .....	53
8.	Capítulo VII - Considerações finais.....	55
8.2.	Conclusões.....	55
8.3.	Recomendações.....	56
9.	Capítulo VIII - Referências bibliográficas.....	57
9.1.	Referências bibliográficas.....	57
9.2.	Outra bibliografia consultada .....	59
	Apêndice 1 – Especificação dos caso de uso.....	A-1
	Apêndice 2 – Diagramas de sequência .....	A-6
	Apêndice 3 – Diagramas de Estudo .....	A_9
	Apêndice 4 – Diagrama de Classes .....	A-13
	Apêndice 5 – Protótipo do sistema .....	A-14
	Anexo 1 – Plano Tecnológico da educação.....	A1-1
	Anexo 2: Projectos existentes de realidade virtual para a educação.....	A1-2
	Anexo 3 – Imagens do laboratório da Escola Secundária da Polana.....	A1-6
	Anexo 4 – Exemplo de um guião.....	A1-9
	Anexos 5 – Dispositivos de Realidade Virtual .....	A1-10

## Índice de figuras

Figura 1. Sistema avançado de Tele-operação.....	26
Figura 2. Imagem ilustrativa da diferença de dispositivos 3DOF e 6DOF .....	32
Figura 3. Campo de visão (a) vertical, (b) horizontal .....	34
Figura 4. Gráfico da distribuição das Idades dos Entrevistados .....	39
Figura 5 Gráfico da distribuição dos alunos e as respectivas instituições de ensino.....	40
Figura 6. Respostas da pergunta 5 do questionário .....	40
Figura 7. Respostas da pergunta 6 do questionário .....	40
Figura 8. Respostas da pergunta 8 do questionário .....	41
Figura 9. Respostas da pergunta 11 do questionário .....	42
Figura 10. Respostas da pergunta 13 do questionário .....	42
Figura 11. Respostas da pergunta 16 do questionário .....	42
Figura 12. Respostas da pergunta 17 do questionário. ....	42
Figura 13. Diagrama de Caso de Uso .....	52
Figura 14. Esquema de aplicação WEB cliente/servidor de quatro camadas. ....	53
Figura 15. Arquitetura de uma aplicação MEAN.....	54
Figura A1- 1 Diagrama de sequência CDU-16 .....	A-6
Figura A1- 2 Diagrama de sequência CDU-01 .....	A-7
Figura A1- 3 Diagrama de sequência CDU-4 .....	A-8
Figura A2 - 1 Diagrama de Actividade CDU-03.....	A-9
Figura A2 - 2 Diagrama de Actividade CDU-16.....	A-11
Figura A2 - 3 Diagrama de Actividade CDU-05.....	A-12
Figura A3- 1 Diagrama de Classes.....	A-13
Figura A4- 1 Tela da página inicial do sistema.....	A-14
Figura A4- 2 Tela de Login do Sistema .....	A-15
Figura A4- 3 Tela de Registro: Passo 1 – Tipo de conta .....	A-15
Figura A4- 4 Tela de Registo: Passo 2 – Dados de Acesso .....	A-16
Figura A4- 5 Tela de Registro: Passo 3 – Outras Informações .....	A-16
Figura A4- 6 Tela de Pesquisa de aula laboratorial.....	A-17
Figura A4- 7 Tela de detalhes da aula Laboratorial.....	A-18
Figura A4- 8 Tela de Interação com o Ambiente Virtual .....	A-19

Figura A5- 1 Website do Nanome .....	A1-2
Figura A5- 2 Website do HoloLab Champions.....	A1-2
Figura A5- 3 Imagem Da plataforma Titans of Space.....	A1-3
Figura A5- 4 Imagem da Plataforma Anatomyou.....	A1-4
Figura A6- 1 Sala do laboratório de ciências .....	A1-6
Figura A6- 2 Alguns Materiais disponíveis no laboratório de ciências .....	A1-6
Figura A6- 3 Mesa principal de experiências.....	A1-7
Figura A6- 4 Microscópio.....	A1-7
Figura A6- 5 Substâncias usadas para experiência .....	A1-8
Figura A6- 6 Guião de Laboratório .....	A1-9
Figura A7- 1 comparação de dispositivos de RV.....	A1-10
Figura A8- 1 Esteira Tridimensional da Omni .....	A1-12
Figura A8- 2 Luvas de Dados usado em Realidade Virtual .....	A1-12
Figura A8- 3 Rato e teclado.....	A1-13
Figura A8- 4 HMD da oculus .....	A1-14
Figura A8- 5 Imagem de uma CAVE .....	A1-14
Figura A8- 6 Dispositivo Auditivo da Sony.....	A1-15
Figura A8- 7 Dispositivo áda marca Touch.....	A1-15

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Ferramentas usadas para o desenvolvimento do protótipo .....	13
Tabela 2. Composição do Sistema Educativo .....	15
Tabela 3. Comparação entre Realidade Virtual e Multimídia.....	27
Tabela 4. Comparação das vantagens e desvantagens das soluções propostas .....	45
Tabela A1- 1 Especificação de CDU-1 criação de conta.....	A-1
Tabela A1- 2 Especificação de CDU-2 Iniciar secção .....	A-2
Tabela A1- 3 CDU-3 Agendar uma aula Laboratorial .....	A-3
Tabela A1- 4 CDU-4 Interagir com o ambiente virtual .....	A-4
Tabela A1- 5 CDU-5 Visualiza secções Laboratoriais .....	A-5

## Listas das abreviaturas

<b>2D</b>	Duas Dimensões
<b>3D</b>	Três Dimensões
<b>AVE</b>	Ambiente Virtual Educacional
<b>CDU</b>	Casos De Uso
<b>CIUEM</b>	Centro de Informática da universidade Eduardo Mondlhane
<b>CRT</b>	Tubo de Raios Catódicos
<b>DOF</b>	Degrees of freedom
<b>ES</b>	Ensino Secundário
<b>ES1</b>	Ensino Secundário Primeiro grau
<b>ES2</b>	Ensino Secundário Segundo Grau
<b>FPS</b>	Frames Per Second
<b>HMD</b>	Head Mounted Display
<b>IFP</b>	Institutos de Formações de Professores
<b>IMAP</b>	Instituto do Magistério Primário
<b>INTICT</b>	Instituto Nacional de Tecnologias de Informação e Comunicação
<b>MCT</b>	Ministério da Ciência e Tecnologia
<b>MINED</b>	Ministério da Educação
<b>NEPAD</b>	Nova Parceria para o Desenvolvimento de África
<b>RA</b>	Realidade Aumentada
<b>RF</b>	Requisitos Funcionais
<b>RNF</b>	Requisitos Não Funcionais
<b>RV</b>	Realidade Virtual
<b>SNE</b>	Sistema Nacional de Educação
<b>TIC</b>	Tecnologias de Informação e Comunicação
<b>UML</b>	Unified Modeling Language)
<b>VRML</b>	Virtual Reality Modeling language
<b>XP</b>	Extreme Programing

## 1. CAPÍTULO I - Introdução

### 1.1. Contextualização

Segundo o Sistema Nacional de Educação (SNE), através da lei 6/92, de 6 de Maio, o nível secundário geral subdividiu-se em dois grupos: o 1º ciclo da 7ª à 9ª classe e o 2º ciclo, da 10ª à 12ª classe. Um dos objectivos, segundo o artigo 12, é de aprofundar os conhecimentos dos alunos, em diversas áreas, sobretudo nas áreas de ciências.

A falta de laboratórios de ciências, no ensino público, para o enquadramento prático das aulas teóricas, através de demonstrações e experiências científicas constitui um grande desafio, uma vez que algumas escolas secundárias, mesmo dispondo de uma sala laboratorial, ainda lidam com diversos desafios tais como a falta de equipamento laboratorial, carga horária que não contempla aulas práticas e falta de motivação, por parte dos alunos e professores (Hoguane, 2008).

Apesar da falta de infra-estruturas, para a melhoria da qualidade do ensino, a componente tecnológica tem sido uma das alternativas de refúgio a dificuldades de acesso à informação, pois, com o acesso à *internet*, o aluno pode efectuar diversas pesquisas sobre um determinado assunto, obtendo resultados quase que instantâneos. Neste âmbito, com o intuito de se testar os conhecimentos, através do envolvimento prático, podem ser encontrados alguns simuladores, na *internet*, que podem ser usados para demonstrações de experimentos laboratoriais, contudo, ainda se verifica a carência de laboratórios e oficinas virtuais viradas ao ensino médio (MINEDC, 2007).

### 1.2. Problema

O ensino, no modelo tradicional, é baseado num programa, no qual o professor é visto como o regente, com a tarefa de transmitir, mediar e avaliar a aquisição de conhecimentos, cabendo, ao aluno, apenas a concepção do que lhe é ensinado, com pouco questionamento sobre o aprendido, o que faz com que o aluno esteja limitado à memorização dos conceitos (Euclides, 2014).

Verifica-se a necessidade de se introduzir mecanismos práticos nas metodologias de ensino actuais. Segundo Mulema et al. (2017), os objectos, fenómenos e processos são observados sem provocar neles qualquer alteração e, numa simples observação, o sujeito não age manualmente sobre o objecto de observação. Assim sendo, destaca-se a dificuldade do aluno em relacionar a teoria desenvolvida em sala, com a realidade à sua volta.

Considerando que a teoria é feita de conceitos, que são abstrações da realidade, pode-se inferir que o aluno que não reconhece o conhecimento científico, em situações do seu quotidiano, não foi capaz de compreender a teoria, pois, segundo Freire (1997) citado por Reginaldo et al. (2012), para compreender a teoria é preciso experienciá-la. É reconhecida a relevância das aulas laboratoriais, pois elas podem ser tidas como um instrumento de motivação. Uma das razões que fazem com que as aulas práticas laboratoriais não ocorram é a falta de laboratórios e, sobretudo, a falta de materiais, sendo que, em algumas unidades curriculares das disciplinas de ciências têm tido resultados baixos, no referente ao aproveitamento escolar dos alunos (Macamo, 2015).

Actualmente, a falta de laboratórios de ciências, nas escolas secundárias públicas, constitui uma realidade significativa, havendo necessidade de uma intervenção emergente. Assim, o presente trabalho procura responder à seguinte questão:

**Como as tecnologias digitais podem auxiliar, nas aulas práticas laboratoriais do ensino secundário, em Moçambique, na redução de abstracção de conceitos teóricos?**

### **1.3. Hipótese**

O uso de laboratórios virtuais de ciências, com recurso à tecnologia de Realidade Virtual, irá proporcionar mais oportunidades, na aplicação de aulas práticas laboratoriais, aos alunos das escolas secundárias do ensino público, sobretudo no que tange à redução da abstracção de conceitos teóricos aprendidos, e possibilitará uma abordagem mais activa, na aquisição de conhecimento.

### **1.4. Justificativa**

O método tradicional usado em algumas instituições de ensino, tais como o livro didáctico e o quadro usado em salas de aulas não cativam alguns alunos, pois com o crescimento do uso dos recursos tecnológicos, a maioria deles encontra-se num convívio rodeado de objectos tecnológicos, sobretudo a jogos, na *internet* (Pohlmann & Silva, 2019). Os elementos gráficos, como imagens, vídeos e animações, têm vindo a impulsionar o processo de ensino e aprendizagem. Com efeito, a abordagem que a realidade virtual traz a questão sobre como explicar conceitos cujo o texto e o idioma, muitas vezes, representam uma barreira, para a aprendizagem. O uso da realidade virtual, na vertente educacional, permite uma maior imersão do aluno e, por conseguinte, este poderá apresentar um aumento na capacidade multissensorial, multi-perceptual e

multidimensional, aumentando assim a sua compreensão. Uma vez construído o laboratório virtual, não haverá necessidade de se refazer para cada instituição de ensino médio, como tem sido feito com os laboratórios físicos.

Segundo Giti (1992) existem diversas formas em que a RV pode ajudar, no processo educacional, mas o mais importante está na possibilidade de permitir que os estudantes possam visualizar conceitos abstractos, observar eventos, seja na escala atómica ou planetária, visitar ambientes e interagir com eventos cujo factor tempo, distância e segurança não estão disponíveis. Outro ponto que torna a tecnologia de realidade virtual um óptimo aliado, na educação, é a capacidade de poder tornar a maioria dos conceitos teóricos em práticos, pois os alunos têm a possibilidade de interagir com os elementos virtuais, através da manipulação dos mesmos, podendo tirar as próprias conclusões. Para os estudantes com dificuldade em aprender, através de técnicas verbais, pode-se usar a ferramenta como impulsionador dos seus conhecimentos, permitindo que diversos alunos possam aprender ao seu ritmo.

## **1.5. Objectivos**

### **1.5.1. Objectivo geral**

- Desenvolver um Laboratório Virtual de Ciências para o Ensino Secundário de Moçambique

### **1.5.2. Objectivos específicos**

- Descrever a situação actual dos laboratórios do ensino secundário, em Moçambique;
- Descrever os sistemas de laboratórios de RV existentes, para a área de educação;
- Apresentar os benefícios do uso das tecnologias de RV, na educação;
- Desenvolver um protótipo de laboratório virtual da disciplina de Biologia, usando tecnologias de RV.

## 1.6. Estrutura do trabalho

O presente trabalho subdivide-se em 7 capítulos, a seguir apresentados :

- **CAPÍTULO I - Introdução:** Contempla a Introdução do trabalho, contextualização, definição do problema, justificativa e os objectivos do trabalhos;
- **CAPÍTULO II - Metodologias:** Apresenta os processos metodológicos usados para a elaboração do presente trabalho;
- **CAPÍTULO III - Fundamentação Teórica e revisão literária:** Aborda aspectos relacionados com a educação em Moçambique, desde as metodologias usadas em aulas práticas laboratoriais, nas áreas de ciências, sistemas de laboratórios virtuais existentes e avaliação do impacto do uso das tecnologias de RV, para a educação no ES;
- **CAPÍTULO IV - Descrição do caso de estudo:** Apresenta a descrição do caso de estudo, o processo usado nas aulas práticas laboratoriais e os constrangimentos enfrentados nas aulas práticas laboratoriais.
- **CAPÍTULO V - Resultados Obtidos:** Apresenta os resultados sobre os inquéritos realizados aos alunos relacionados ao uso de laboratórios de ciência no ES.
- **CAPÍTULO VI - Descrição da solução proposta:** Descreve os processos da elaboração da solução do problema, através de representações visuais como o uso de diagramas de casos de uso, diagramas de classe, diagramas de sequência e o protótipo correspondente.
- **CAPÍTULO VII - Considerações finais:** Apresenta os constrangimentos obtidos, durante a realização da pesquisa, conclusões da pesquisa e as recomendações.
- **BIBLIOGRAFIA** - Lista as referências bibliográficas usadas para o desenvolvimento do trabalho.
- **GLOSSÁRIO** - Apresenta e define alguns termos relativos ao vocabulário apresentado ao longo do trabalho.
- **APÊNDICES** - Apresenta os diagramas do sistema como os diagramas de sequência, diagramas de actividades, diagrama de estados, roteiro das entrevistas realizadas aos alunos e professores nas escolas e apresentação das interfaces do protótipo do sistema.
- **ANEXOS** – Apresenta alguns relatórios de aulas laboratoriais, nas disciplinas de ciências do ensino secundário, e outros materiais de apoio que sustentaram a elaboração do trabalho.

## **2. Capítulo II - Metodologias**

### **Métodos de pesquisa**

Face ao objecto em estudo, no presente projecto, foram aplicados alguns princípios metodológicos, com vista a alcançar os objectivos traçados no trabalho.

#### **2.1. Classificação da pesquisa**

##### **2.1.1. Quanto aos objetivos**

Segundo Gil (2002), as pesquisas podem ser classificadas, segundo os seus objectivos, em descritivas, exploratórias e explicativas. A pesquisa descritiva consiste na descrição de fenómenos ou população a ser estudada, ou seja, faz o uso de recursos já existentes, como base que sustenta a pesquisa. Já a pesquisa exploratória procura proporcionar maior familiaridade com o problema, visando torná-lo mais explícito. Por seu turno, a pesquisa Explicativa procura aproximar o conhecimento à realidade e é com base nesse tipo de pesquisa que são alcançados os resultados, fazendo-se o uso do conhecimento científico.

Com base na classificação apresentada, este projecto é do tipo explicativo, pois irá envolver processamentos que irão culminar na análise e observação das técnicas e procedimentos usados nas aulas práticas laboratoriais, nas escolas secundárias.

#### **2.2. Meios técnicos da investigação**

Segundo Gil (2002), os meios técnicos de investigação são um conjunto de métodos que visam a garantir precisão e objectividade, no estudo, e também fornece orientações, no que tange à obtenção, processamento de dados e à sua posterior validação do problema em causa. De Seguida, são listados alguns métodos usados no presente trabalho, segundo o mesmo autor:

### **2.2.1. Método experimental**

Através do método experimental, foram estabelecidas algumas variáveis controladas, no objecto de estudo, que são os laboratórios, para que pudessem ser observados os resultados gerados através das mesmas variáveis, sobre o objecto.

### **2.2.2. Método observacional**

Nesse método, foi feito o uso da observação, de modo a analisar-se a ocorrência de certas acções relativas ao objecto em estudo, de modo a apurar-se os resultados obtidos dos comportamentos tal como dos alunos, face a áreas práticas das disciplinas de ciências, no que concerne a aulas laboratoriais.

### **2.2.3. Método comparativo**

De modo a ressaltar as semelhanças e as diferenças de alguns fenómenos e factos, foi usado o método comparativo, através do qual foi possível preestabelecer uma relação entre os métodos convencionais de aulas práticas em laboratórios e os métodos modernos.

### **2.2.4. Método estatístico**

Fez-se o uso do método estatístico, para que se pudesse prever alguns resultados com maior probabilidade de serem verdadeiros. Foi com base nesse método que se obteve um maior grau de precisão do resultado, pois é com base em métodos quantitativos que as variáveis em causa foram colocadas à prova.

## **2.3. Níveis de pesquisa**

O presente projecto apresenta o nível de pesquisa explicativa, que segundo Gil (2002), tem como preocupação a identificação de factores que se encontram relacionados com a determinação da ocorrência de fenómenos.

## **2.4. Técnicas de pesquisa**

### **2.4.1. Pesquisa Documental**

Segundo Marconi & Lakatos (2003), a pesquisa documental consiste na colecta de dados que se encontra restrita, em alguns documentos, quer eles escritos ou não. Foi feito o levantamento de dados e efectuadas análises de alguns relatórios referentes ao ministério da Educação, a fim de poder-se perceber melhor o estado dos laboratórios e alguns projectos relacionados com as aulas práticas laboratoriais, nas escolas.

### **2.4.2. Pesquisa Bibliográfica**

Recorreu-se ao uso da pesquisa bibliográfica, de modo a sustentar a pesquisa do trabalho. É denominada fonte secundária, segundo Marconi & Lakatos (2003), toda bibliografia já tornada pública relativa ao tema em causa e, para este trabalho, foram consultados Jornais, revistas, livros monografias e algumas teses. Para além disso, recorreu-se a meios áudios visuais, pois, tratando se - de uma vertente tecnológica, fez-se o uso de diversas fontes virtuais como plataformas de simulações virtuais e vídeos de debates relacionados com o caso de estudo.

### **2.4.3. Pesquisa de Laboratório**

Embora no formato virtual, fez-se o uso de algumas plataformas de laboratório virtual, de modo a perceber-se melhor são as implicações face ao uso das mesmas.

### **2.4.4. Observação**

Através do uso dos sentidos humanos, foram feitas observações comportamentais, em alguns alunos, no que tange ao comportamento em aulas práticas laboratoriais de ciências. Esse processo obriga ao observador a ter um maior contacto com a realidade (Marconi & Lakatos, 2003).

Na presente pesquisa fez-se o uso das seguintes formas de observação:

#### **2.4.4.1. Observação Sistemática**

Ela também é designada como um método estruturado, planeado, controlado. Nesta observação, foi feito elaborado um plano que contém alguns pontos cruciais que devem merecer uma maior atenção, para o alcance dos resultados.

#### **2.4.4.2. Observação Não-Participante**

Por conta de algumas restrições da Covid-19, a redução de interações físicas foi ultrapassada através de uma observação não directa.

#### **2.4.5. Entrevista**

Foram feitas entrevistas aos actores, directamente ligados à pesquisa em causa, nomeadamente os professores, pois estes detêm de maior interação com os alunos, em salas de aulas, e conhecem alguns padrões comportamentais, sobretudo relativos a alguns procedimentos práticos laboratoriais e as suas implicações. Segundo Marconi & Lakatos (2003), pode-se considerar a entrevista como uma observação directa intensiva que, por sua vez, constitui uma conversação directa, onde se encontra o entrevistado e o entrevistador, que irá proporcionar as informações necessárias de forma verbal. Também foram conduzidas algumas entrevistas a alguns alunos visados, para se saber sobre algumas experiências em aulas práticas laboratoriais.

#### **2.4.6. Questionário**

Através de uma série de perguntas, foram feitas algumas colectas de dados, através de respostas providas pelo entrevistado. Fez-se o uso de alguns formulários físicos e virtuais endereçados aos autores do caso do estudo, como os professores e alunos, a fim de se perceber quais eram as suas expectativas em relação ao uso de laboratórios, nas aulas práticas.

### **2.5. Critérios para a selecção do objecto de estudo**

Situada na capital de Moçambique, a cidade de Maputo é onde se situa grande parte das instituições de ensino, sobretudo as escolas secundárias. Foi escolhido como caso de estudo a Escola Secundária da Polana, em Maputo, para que se pudesse perceber, com maior precisão, sobre as necessidades laboratoriais, para as aulas práticas, assim como extrair as informações necessárias com a finalidade de criação de uma proposta de solução que atenda às referidas necessidades, no que tange ao objecto em estudo.

### **2.6. População e Amostra da Pesquisa**

Para melhor entender a real necessidade no concernete às aulas laboratoriais, recorreu-se a uma entrevista a dez (10) alunos que frequentavam a 11ª classe. A escolha foi baseada no facto dos referidos alunos pertencerem à secção de ciências com Biologia,

correspondente ao grupo (B) das secções, no ensino secundário, em Moçambique, pois o mesmo tem, no seu currículo, as seguintes disciplinas de ciências: Física, biologia e química, que necessitam, com maior frequência, de aulas práticas laboratoriais.

Foi também seleccionada uma amostra de dez (10) alunos da 10ª Classe, para uma entrevista sobre as experiências com as aulas práticas laboratoriais. A selecção da amostra teve como base o facto dos alunos se encontrarem numa classe que precede a escolhas das secções a seguir.

Também foram feitas entrevistas a dois (2) professores que leccionam as disciplinas de ciências, sendo um deles professor de química e outro de biologia.

Para melhor se entender como funcionam as aulas laboratoriais e a gestão da sala laboratorial, foi feita uma entrevista ao responsável do laboratório de ciências da mesma escola.

## **2.7. Procedimentos e análises de dados**

As diversas técnicas de recolha de dados usadas no presente trabalho tiveram em conta a amostra da pesquisa e, de forma a tornar fiáveis os resultados, foram usados tanto os métodos quantitativos assim como os qualitativos. Na abordagem quantitativa, segundo Silva & Menezes (2005), parte-se do princípio que tudo pode ser quantificável, transformando em números as informações recolhidas, para uma posterior classificação e análise. Os dados foram agrupados e categorizados, consoante as necessidades do trabalho, e recorreu-se a técnicas estatísticas, para se efectuar a análise dos resultados obtidos.

Na abordagem qualitativa, alguns dados foram analisados individualmente, pois, segundo Silva & Menezes (2005), nem todos dados podem ser agrupados e analisados usando métodos estatísticos, desse modo, os mesmos dados foram processados e correlacionados com os demais da pesquisa, a fim de se chegar aos resultados da pesquisa.

## **2.8. Desenvolvimento do sistema proposto**

Foi desenvolvido um sistema protótipo, de modo a resolver os problemas identificados no trabalho em causa, através do uso de tecnologias informáticas.

### 2.8.1. Metodologias de desenvolvimento

A metodologia usada para o desenvolvimento do sistema foi *extreme programming* (XP), Segundo Sommerville (2011) é um método de desenvolvimento ágil, o que irá proporcionar uma maior dinâmica na integração de novos módulos que poderão complementar as funcionalidades do sistema, através de desenvolvimentos incrementais. Essa metodologia possibilita que os intervenientes do sistema estejam envolvidos em testes, para um processo de validação.

O desenvolvimento de alguns módulos pode ser feito de forma independente, usando-se a metodologia XP, possibilitando que diversas entidades possam focar-se nas tarefas que melhor resolvem os problemas, reduzindo o entendimento da complexidade do sistema, no seu todo.

### 2.8.2. Paradigma de programação

O paradigma de programação usado na construção da solução foi o de Orientação de Objectos(OO), pois tratando-se de atribuídos que estão directamente ligados à vida real. o uso de OO irá facilitar a reutilização dos mesmos códigos na criação de novos módulos do sistema.

### 2.8.3. Linguagem de Modelação

A fim de representar o sistema foi feito o uso da linguagem padrão de Linguagem de Modelagem Unificada (UML), pois, ela apresenta melhor representação e menor ambiguidade, na interpretação do sistema, pois é constituída por representações do domínio universal.

### 2.8.4. Linguagem de programação

- a) **Javascript** é uma linguagem de programação interpretada e estruturada de alto nível. Ela é uma excelente opção para a criação da solução, pois é uma linguagem direccionada para aplicações *web* e apresenta componentes interactivas, podendo ser executadas através de uso de um navegador. Tem suporte à Orientação a Objectos (OO), o que irá ajudar numa melhor organização do programa.
- b) **Typescript** é uma linguagem *open-source*, baseado no próprio *Javascript*. A versão usada será do ECMA script 262.

### 2.8.5. Frameworks Usados

a) **AngularJS** é uma *framework* que faz o uso de tecnologia de desenvolvimento *web*, para a criação de aplicações. Ela faz o uso de HTML, CSS e da linguagem *Typescript* para a criação dos programas. É uma tecnologia *open-source* e é mantida pela Google, dispondo dos padrões *Model-View-Controller*, para melhor estruturação do código, facilitando, em ambientes de testes.

**A-Frame** é uma *framework* para a criação de aplicações web de RV (WebVR). É de código aberto e faz o uso da *framework* *Treejs.js*, usado na representação de elementos gráficos visuais. Ela possibilita a criação de elemento 3D e a interação com os elementos do ambiente virtual.

#### a) **A-Frame**

É uma estrutura web para a construção de experiências de realidade virtual. As ferramentas são suportadas pelas equipas Mozilla e trabalham na Vive, Rift, Daydream, GearVR e *desktop*. Baseado em HTML, facilita na construção de aplicações Webs. Usa o conceito de componentes que proporcionam boa estrutura. De acordo com o site, A-Frame é compatível com a maioria das bibliotecas, *frameworks* e ferramentas, incluindo React, Vue.js, d3.js, Ember.js, jQuery. Usa uma API *WebVr*, para obter acesso aos dados fornecidos *headset* de realidade virtual, sobre orientação e posição, transformando a câmera e renderizando o conteúdo *headset*.

#### b) **WebVR**

WebVR é uma API de JavaScript para criar 3D imersivos, experiências de realidade virtual, em seu navegador.

#### c) **Webgl**

A *Webgl* é uma API javascript, para renderizar gráficos 2D e 3D, no navegador da Web, sem necessidade de complementos adicionais. Pode ser usado dentro de elementos HTML, como tela.

### 2.8.6. Sistema de gestão de Base de dados

Por se tratar de um sistema bastante interativo, é necessário maximizar o tempo de resposta, de modo a garantir um maior sentido de imersão, ao usuário envolvido no

sistema. Deste modo, foi feita a escolha do banco de dados orientada ao documento, nesse caso concreto, o MongoDB na versão 4.0.0, pois ele faz o uso do conceito de base de dados noSQL, que traz consigo as vantagens de se ter a possibilidade de adicionar e remover campos e atributos deste, bem como modificar a sua estrutura, de forma dinâmica, em tempo de execução, facilitando maior escalabilidade do sistema em causa.

Também foi feito o uso do JSON, para a representação dos dados usados no sistema e para a comunicação entre diferentes *endpoints*, pois ele apresenta uma estrutura mais familiarizada e fácil de trabalhar com as tecnologias a serem usadas na criação do sistema proposto.

### 2.8.7. Ambiente de desenvolvimento

Para o ambiente de desenvolvimento, foi feito o uso de editor do texto, Visual Code Studio, que apresenta uma facilidade na criação de aplicações *webs*, pois dispõe de diversos *plugins* que facilitamno desenvolvimento do código de programação.

### 2.8.8. Outras ferramentas

Tabela 1. Ferramentas usadas para o desenvolvimento do protótipo

<b>Chrome</b>	Usado para a visualização e iteração com o sistema
<b>Adobe Photoshop</b>	Para a criação e manipulação de imagens.
<b>Mogolab</b>	Para a gestão de base de dados locais.
<b>AdobeXD</b>	Para a criação do protótipo da aplicação.
<b>Microsoft Visio 2016</b>	Na criação de diagramas e representação de casos de uso do sistema
<b>Visual Code Studio</b>	Para o desenvolvimento do código de programação
<b>Postman</b>	Para o teste de API
<b>Adobe Illustrator</b>	Para a manipulação de algumas ilustrações

### **3. CAPÍTULO III - Revisão da literatura**

#### **3.1. Educação em Moçambique**

O sector da educação em Moçambique é visto como uma das áreas bastante importante, visto que é dele que resulta o desenvolvimento do país e, sendo essa uma das áreas com maiores desafios, é tido como prioridade, pelas políticas governamentais, na tentativa de melhorar o sistema educacional plano estratégico da educação (MINED, 2020). Conforme a Constituição da República de Moçambique, o SNE tem, como um dos seus princípios, a educação como o direito e o dever de todos cidadãos, pois ela constitui um mecanismo para a melhoria da vida populacional e a redução da pobreza, no país.

Segundo o artigo nº 4 da lei número Lei n.º 18/2018, de 28 de Dezembro, da Constituição da República de Moçambique, o SNE determina o processo educativo, com base nos seguintes princípios pedagógicos:

- a) Desenvolvimento das capacidades e da personalidade de uma forma harmoniosa, equilibrada e constante, que confira uma formação integral;
- b) Desenvolvimento da iniciativa criadora, da capacidade de estudo individual e de assimilação crítica dos conhecimentos;
- c) Ligação entre a teoria e a prática, que se traduz no conteúdo e métodos do ensino de várias disciplinas, no carácter politécnico do ensino, conferido na ligação entre a escola e a comunidade;
- d) Ligação do estudo ao trabalho produtivo socialmente útil, como forma de aplicação dos conhecimentos científicos a produção e de participação no esforço de desenvolvimento económico e social dos pais;
- e) Ligação estreita entre a escola e a comunidade, em que a escola participa activamente na dinamização do desenvolvimento socioeconómico e cultural da comunidade e recebe desta a orientação necessária, para a realização de um ensino e formação que respondam às exigências do desenvolvimento do país.

##### **3.1.1. Sistema de ensino Moçambicano**

É dever do Estado organizar e desenvolver a educação, através de um Sistema Nacional de Educação. Sendo assim, aprovada a Lei n.º 18/2018, de 28 de Dezembro, o sistema educacional é composto pelas seguintes modalidades.

Tabela 2. Composição do Sistema Educativo

Educação Pré-Escolar				
Educação Geral	Ensino Primário	1º Grau	1ª – 3ª Classe	Ensino Obrigatório
		2º Grau	4ª – 6ª Classe	
	Ensino Secundário	1º Grau	7ª – 9ª Classe	
		2º Grau	10ª – 12ª Classe	
Educação de Adultos				
Educação e Formação de Professores				
Subsistema de Educação Profissional				
Subsistema de Ensino Superior				

Fonte: (MINED, 2020)

No ensino geral, podemos encontrar as subdivisões que são o ensino primário e o ensino secundário.

#### 3.1.1.1. Ensino primário

O ensino primário prossegue até a sétima classe podendo estar subdividida entre 1º grau (1ª - 3ª Classe), e 2º grau (4ª - 6ª Classe). Esse ensino é tido como obrigatório, sendo gratuito para todos, nas escolas públicas. Ainda no ensino primário, aponta-se a introdução das TIC's, no sistema de ensino, como uma forma de apoiar o processo de aprendizagem, através de conteúdos digitais direccionados à população moçambicana, com vista a acelerar alfabetização, no país.

#### 3.1.1.2. Ensino Secundário

O Ensino secundário, em Moçambique (ES), está organizado em dois grupos, que compreendem um total de 6 classes, conforma a tabela 2. O mesmo processo de ensino pode ser ministrado em duas modalidades, designadamente o ensino presencial e à distância.

- a) **Ensino Presencial** – Faz o uso de um espaço físico, onde o aluno encontra-se diante do professor, que, por sua vez, age como mediador das matérias a serem leccionadas, no momento já pré-estabelecido pela instituição de ensino. A modalidade de ensino-aprendizagem é mediado pelo professor, num ambiente

físico, sala de aula, na presença permanente do aluno e onde o horário lectivo é determinado pelo estabelecimento de ensino;

**b) Ensino à Distância** – Nesta modalidade de ensino, não se estabelece uma presença física entre o aluno e professor, pois faz-se o uso de tecnologias como meio de comunicação e interação entre ambas as partes. Embora boa parte do processo de ensino seja à distância, ele também possibilita alguns encontros presenciais, como é o caso de acesso a laboratórios, oficinas e realizações de alguns testes.

### **3.1.2. Desafios no sector de educação, em Moçambique**

O ensino secundário também registou avanços, em termos de números de alunos, embora dos que haviam terminado o nível primário, em 2015, apenas 64% dos alunos engrenaram no nível secundário, deixando ainda um vácuo considerável. É também foco da MINED investir em escolas primárias, pois, é delas que se preparam os alunos que poderão frequentar o nível secundário, sendo que, entre 2008 e 2017, o número de escolas secundárias aumentaram para o ES1, de 285 para 539, e para o ES2, de 76 para 262 (MINED, 2020).

Embora diversas melhorias têm sido feitas, ao ponto de se melhorar as condições, na área da educação, segundo a MINED, permanecem diversos desafios para que as metas do sector de educação sejam alcançadas, tais como:

- Necessidade de expandir o sistema educativo, para todos os níveis, tendo como enfoque o nível pós-primário;
- Criar maior visibilidade à modalidade do ensino à distância, sendo que o nível secundário, além de adoptar formas presenciais de leccionamento, possibilita as formas não presenciais;
- Tornar obrigatório o primeiro ciclo do ES, a partir de 2023, segundo o Sistema nacional de Educação, apresentando, como desafios, o aumento de número de professores e o melhor aproveitamento do número de salas de aulas, sobretudo nas ES1, para que se possa fazer o uso das mesmas Escolas Primárias para o Ensino Secundário Básico;
- Necessidade de expandir a frequência das aprovações dos alunos que frequentam o ciclo do ensino secundário (ES2), no período predeterminado, pois, de 2014 a 2017, apenas 5% dos alunos do nível secundário é que frequentavam o mesmo nível, no devido tempo;

- Redução de taxas de desistências e reprovações, visto que as taxas variam de região a região.
- Necessidade de se fazer um levantamento completo, em todos os níveis, sobre as condições actuais das infra-estruturas escolares, para se poder criar um programa de reabilitação.

### **3.1. Laboratórios escolares**

Segundo Sacates, (1997), no laboratório de ensino, pode-se destacar duas formas de realização da experiência: A experiência **demonstrativa** e a experiência **em grupos**.

As experiências demonstrativas podem ser realizadas em salas de aulas ou laboratórios de ciências, sendo o professor o protagonista do experimento, por conta dos perigos que as mesmas podem proporcionar. Cabe ao professor a planificação das experiências , na perspectiva de facilitar a percepção, por parte dos alunos.

As experiências em grupo, diferentemente das demonstrativas, são realizadas pelos alunos, sendo a função do professor a preparação dos experimentos e a supervisão, durante a ocorrência da mesma. O mesmo ocorre em laboratórios, onde os alunos seguem os passos descritos pelo professor, podendo-se notar uma supervisão cuidadosa, para que os alunos não corram perigo, durante os experimentos, e nem danifiquem os materiais.

#### **3.1.1. Objectivo de um laboratório escolar**

Os laboratórios são instrumentos fundamentais, no processo de ensino. Segundo Borges (2002), alguns professores fazem o uso de experiências anteriores que tiveram a oportunidade de experimentar, para a explicação de alguns conceitos teóricos, contudo, isso traz uma limitação na compreensão para alguns alunos. Por sua vez alguns estudantes não preestabelecem uma relação social sobre a aplicação prática dos conceitos aprendidos nas disciplinas de ciências, pois carecem de demonstrações praticas para comprovar factos e leis de ciências.

Sendo assim, alguns dos objectivos dos laboratórios de ciências podem ser:

**a) Verificar e comprovar leis e teorias científicas**

Para que garantam melhor entendimento de leis e teorias científicas, é necessário que os laboratórios disponham de recursos que possibilitem a liberdade dos alunos, aquando da exploração, no processo de descoberta dos demais fenómenos científicos.

Neste contexto, o professor planeia, de forma específica e direccional, um procedimento que deverá ser seguido pelo aluno, para que se chegue ao resultado já esperado, segundo os objectivos da prática laboratorial.

**b) Ensinar o método científico**

Através do uso do método científico, os experimentos laboratoriais permitem que os alunos possam extrair as suas próprias conclusões, nos ensaios laboratoriais, pois os procedimentos científicos funcionam como um guia que dota os mesmos da capacidade de poder fazer estudos e julgar os seus próprios resultados.

**c) Facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos**

Relativamente ao planeamento e orientação do professor, as práticas laboratoriais podem induzir os alunos à compreensão de fenómenos que se pretende ensinar, através da sua exposição a um ambiente já delimitado.

**d) Ensinar habilidades Práticas**

Um dos objectivos das aulas práticas laboratoriais é de permitir que os alunos tenham familiaridade com equipamentos de investigação e aprendam a usar instrumentos específicos, para a mensuração de grandezas físicas, e para fazerem as próprias criações, o que é difícil de se aprender, fora dos laboratórios.

**3.1.2. O laboratório tradicional**

O laboratório, na vertente tradicional, é caracterizado pelo facto do aluno procurar realizar, de forma prática, fazer observações e tomar medidas sobre fenómenos já pré-determinados pelo professor. Essa actividade tem sido realizada em grupos, seguindo uma sequência de instruções, em forma de roteiro. Dependendo do propósito da actividade, pode-se destacar, como finalidade, fazer os testes de algumas leis físicas, comprovar os conhecimentos teóricos de forma prática ou mesmo poder aprender a manusear alguns instrumentos ou técnicas laboratoriais (Borges, 2002).

Um dos grandes constrangimentos do modelo tradicional é que pode gerar algum desinteresse, por parte de alguns alunos, por conta do mesmo experimento apresentar uma sequência de passos já predeterminada, para resolver um dado problema, em paralelo com os resultados que serão obtidos no próprio experimento.

### **3.1.2.1. Benefícios da realização de actividades laboratoriais**

São vários os benefícios que podem ser obtidos, como consequência das aulas práticas laboratoriais, nomeadamente (Silva, 2017):

- Participação activa do aluno na busca de entendimento dos fenómenos referentes à actividade científica, desde a assimilação de aulas teóricas em salas de aulas até aos experimentos.
- Aplicabilidade dos conhecimentos teóricos, pois, através da motivação dos alunos de poderem aplicar os mesmos conhecimentos teóricos e observar o seu impacto, na vida quotidiana, os alunos tornam-se mais activos, no processo de aprendizagem;

### **3.1.3. Desafios de aulas laboratoriais nas escolas**

Em algumas escolas, as aulas práticas de demonstração têm sido feitas mesmos em salas de aulas. Isso é possível, dependendo da complexidade do que se pretende demonstrar. Contudo, para situações mais complexas, como é o caso de demonstrações de algumas leis ou fenómenos, apresenta-se como desafio o panejamento estratégico de modo a relacionar com os conceitos ensinado nas aulas teóricas.

Silva (2017) aponta, como desafios para a realização de actividades experimentais, os seguintes:

#### **a) Motivação**

A motivação é um dos factores preponderantes, para que o aluno, por iniciativa própria ou não, procure entender tanto os conhecimentos teóricos ensinados na sala de aulas, assim como os práticos, em aulas laboratoriais, entretanto é necessário que o professor também possua e transmita a mesma motivação, pois o mesmo é visto como o mediador que irá conduzir às demais actividades.

### **b) Tempo necessário para a preparação das actividades práticas**

Uma actividade prática traz consigo uma enorme responsabilidade que é a de preparo, quer através de pesquisas sobre as normas e os procedimentos a serem seguidos, por via da verificação de equipamentos necessários e, sobretudo, sobre como proceder para que todos tenham a oportunidade de poder participar. Todo esse processo exige tempo, o que, por vezes, condiciona a frequência da mesma actividade.

### **c) Disponibilidade de materiais, equipamentos e espaço**

Outro grande desafio está relacionado com a disponibilização dos materiais, para que tais experimentos possam ser realizados. Este tem sido um dos maiores constrangimentos, pois, por mais que os professores disponham da motivação necessária e a transmitam para os alunos, isso não garante que as actividades possam ser realizadas, caso não haja equipamentos e espaço para tal.

### **d) Tempo necessário para a realização das actividades práticas**

Em alguns casos, pode-se dar o caso da disponibilidade dos equipamentos para a realização de experimentos apresentar uma dada restrição, tanto pela limitação do espaço ou pelo número de materiais disponíveis, para tal. Isso faz com que, em alguns casos, os alunos possam ser repartidos em pequenos grupos, para que se possa gerir a demanda, de modo que a actividade seja feita.

## **3.2. TIC's em Moçambique**

### **3.2.1. Uso das TIC's, na Educação**

Actualmente os recursos computacionais são usados como um auxílio, no processo de ensino e aprendizagem. Com o andar do tempo, é cada vez mais crescente a utilização de tecnologias de informação, no nosso quotidiano, e, graças à *internet*, o acesso à informação tem sido democratizado,.

De acordo com Castro (2000), citado por Geraldi & Bizelli (2016), as TIC's são podem ser vistas como recursos que auxiliam, no processo de ensino-aprendizagem, desde a transmissão do conhecimento de uma forma criativa, dinâmica, possibilitando uma forma mais colaborativa e interativa das componentes envolvidas no aprendizado. Assim, alguns recursos tecnológicos usados, no processo de ensino e aprendizagem, podem ser categorizados como (Geraldi & Bizelli, 2016):

- Recursos estruturados: tutoriais, exercícios, quizzes e guias;

- Recursos primários: texto, vídeos, imagens e som;
- Recursos baseados na experiência: estudos de casos, simulações, resolução de problemas, jogos, pesquisa de campo.

A implementação das tecnologias de informação e comunicação (TIC's), na educação, em particular no ensino secundário geral, tem a ver com a democratização do ensino, o que faz evoluir, desta forma, as metodologias de ensino, fazendo do estudante o elemento activo e efectivo, na aprendizagem (Cherequejanhe, 2014).

Para que se tenha maior proveito do potencial que as TIC's proporcionam, no que tange ao âmbito educacional, deve-se ter em conta os seguintes desafios, segundo Sancho(2009), citado por Pascoal (2014):

- A existência de um projecto institucional que impulse e avalize a inovação educativa, utilizando tecnologias informáticas;
- A dotação suficiente e adequada da infra-estrutura e recursos informáticos, nas escolas e salas de aula;
- A formação dos professores e a predisposição favorável deles, com relação às TIC's;
- A disponibilidade de vários e abundantes materiais didácticos ou curriculares, de natureza digital;

A existência de condições e cultura organizativas, nas escolas, que apoiem e impulsionem a inovação baseada no uso pedagógico das TIC's;

- A configuração de equipas externas de apoio aos professores e às escolas destinadas a coordenar projectos, para facilitar soluções para os problemas práticos.

### **3.2.2. Iniciativas de TIC's em curso, em Moçambique**

Existem inúmeros projectos que visam a integração das comunidades, na sociedade de informações, podendo-se encontrar, umem frente ao Ministério das Ciências e Tecnologias (MCT), cuja sua intervenção tem culminado no desenvolvimento de um conjunto de actividades, no âmbito de promoção e desenvolvimento de tecnologias de

informação e comunicação. De entre alguns desses projectos, segundo o Plano Tecnológico de Educação de 2011, podem-se destacar os seguintes:

**a) Rede Electrónica do Governo**

Também conhecida por GovNet, começou a ser desenvolvida em 2003, estando a cargo do Instituto Nacional de Tecnologias de Informação e Comunicação (INTICT), que está sob a alçada do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Trata-se de uma rede de comunicações de dados, que visa interligar todas as instituições públicas de Moçambique.

**b) Telecentros**

Essa é uma iniciativa do Centro de Informática da Universidade Eduardo Mondlane, iniciada em Maio de 2002. Consiste na planificação e aquisição de material informático sendo nela incumbidos o processo de gestão da mesma. Uma das estratégias de recrutamento de recursos humanos, para esses centros, resulta da capacitação da própria CIUEM.

**c) Centros Recursos Digitais**

Os Centros Provinciais de Recursos Digitais são complementares à extensão da GovNet para as províncias. É um mecanismo organizacional que permite localizar, num determinado local, um conjunto de infra-estruturas e conhecimentos necessários, de modo a interligar diversos organismos às TIC's, tornando possível, efectuar o acesso à *Internet*, prestar apoio técnico, aos funcionários do Estado , e ministrar formação.

**d) Centros Multimédia Comunitários**

Este é um dos projectos do MCT, que visa o alargamento do número de centros actualmente existentes, no país.

**3.2.3. A Utilização das TIC's, nas escolas**

A introdução de TIC's, na nossa sociedade, ainda é um enorme desafio, tendo em conta a nossa realidade, principalmente no sector da educação, por conta de falta de infra-estruturas que possam atender à demanda, contudo, são notórios alguns avanços, no que diz respeito à sua introdução, nas escolas.

Um dos primeiros focos na introdução de TIC's, nas escolas, é a formação dos professores e alunos do segundo ciclo do ensino geral. Ainda segundo o Plano Tecnológico da Educação (2011), pode-se observar:

- **Ao nível da formação de professores:** Pode-se notar a promoção das TIC's nos institutos de formação de professores (IFP), como forma de incentivo aos alunos, de modo a maximizar o aprendizado. 60% Dos IFP dispõem de uma sala de informática com uma média de 12 computadores, dos quais 60% têm acesso à *internet*.
- **Ao nível da formação de alunos:** como resultado de fornecimento, pelo Ministério da Educação, Parceiros ou Organizações Não Governamentais, 80% das escolas no ensino secundário, sendo que cerca de 40% possuem ligação à *Internet*. Nos novos currículos foram introduzidas as disciplinas das TIC's sobretudo na 11ª e 12ª classe e como meio de ensino da 10ª classe.

### 3.2.1. Implementação das TIC's, nas escolas secundárias

Em Moçambique, podemos encontrar o plano tecnológico de Educação, que visa a transformação de forma sustentável o ensino, diversos pilares, tendo como metas munir 100% as salas do ensino secundário, de equipamentos informáticos ate 2026 (MINED, 2020)

Uma das primeiras etapas, na integração de sistemas de informação, no currículo académico, é o apetrechamento das escolas com material informático, para ser disponibilizado aos alunos assim como aos professores. O passo seguinte concerne à conectividade, pois é também necessário o estabelecimento de conexões à *internet*, nas escolas, permitindo o acesso a uma gama vasta de informações, tanto para os formandos como para os educandos.

### 3.3. Realidade virtual

O termo Realidade Virtual não é algo novo, no entanto, pode-se encontrar diversas definições, na tentativa de explicar o seu significado.

A primeira definição é de Coates (1992), citado por Steuer (1993), que define Realidade Virtual como um ambiente de simulação electrónica, experimentado com HMD e roupas conectada por cabos, possibilitando a interação do usuário em um ambiente tridimensional (3D). Ainda de acordo com Greenbaum (1992), citado por Steuer (1993), a Realidade Virtual pode ser definida como um mundo alternado, composto por imagens geradas por um computador que responde aos movimentos humanos. O mesmo

ambiente simulado é experimentado através de luvas de fibra óptica, HMD, e roupas especiais de dados.

O objectivo dessa tecnologia é recriar, ao máximo, a sensação de realidade, para um indivíduo. Essa interacção é realizada em tempo real, com o uso de técnicas e de equipamentos computacionais que ajudam na ampliação do sentimento de presença do usuário (Pohlmann & Silva, 2019).

Um dos enormes potenciais do uso de tecnologias de realidade virtual é a possibilidade de interagir com os elementos envolventes no ambiente virtual, através de alguns recursos sensoriais que permitem a interacção em tempo real (Pohlmann & Silva, 2019).

Cardoso et al. (2017), define Um Ambiente Virtual Educacional (AVE) como qualquer tipo de ambiente educacional que utiliza a Realidade Virtual, pois esta envolve o usuário, periféricos de entrada, saída e um ambiente de simulação.

Pode-se observar a presença de alguns termos comuns das definições sobre realidade virtual havendo dois aspectos que complementam o seu conceito, designadamente a imersividade e a interactividade.

### **3.3.1. Classificação de sistemas RV quanto à imersão**

Segundo Tori et al. (2006), um Sistema de Realidade Virtual pode ser classificado como imersivo e não imersivo. Tanto os sistemas de RV imersivos como os não imersivos garantem um sentido de imersão, sendo assim, eles diferem pelas seguintes características:

A Realidade Virtual imersiva garante um maior envolvimento do usuário, no ambiente virtual, através de dispositivos tecnológicos como luvas, capacetes, salas de projecções de paredes, enquanto o RV não imersiva pode ser feita através do uso de um simples monitor interagindo com *mouse* ou teclados, ou através do uso de um *smarthphone*.

### 3.3.1.1. Componentes da interactividade

A interactividade é caracterizada por vários componentes responsáveis pela definição do nível de interactividade. A combinação dessas mesmas componentes definirá o quão um sistema é interactivo ou não (Flórido, 2011):

- **Comunicação:** Através do uso da ligação do periférico ao sistema, estabelece-se uma ligação recíproca entre o usuário e o sistema.
- **Feedback:** permite regular a manipulação dos objectos de ambientes virtuais, através dos estímulos sensoriais recebidos do sistema, pelo usuário.
- **Tempo de resposta:** é o tempo na qual o utilizador invoca uma acção ao sistema através de periféricos do sistema, a correspondente alteração do sistema.
- **Adaptabilidade:** é a capacidade que ambiente virtual tem de alterar-se, em função das acções dos usuários, sobre os objectos.
- **Controlo e resposta:** o usuário toma o comando, na relação homem-máquina.

### 3.3.1.2. Níveis de interactividade

#### a) Quanto ao controlo

Segundo Feitosa et al. (2009), a interactividade classifica-se em três níveis, quanto ao controlo:

- **Reactivo:** as opções e feedback são dirigidos pelo programa, havendo pouco controlo do usuário, sobre a estrutura do conteúdo;
- **Coactivo:** apresenta-se aqui possibilidades do usuário controlar a sequência do ritmo e o estilo;
- **Proactivo:** o usuário pode controlar tanto a estrutura como o conteúdo.

#### b) Quanto à sensação

O nível de interacção também pode ser definido através de acções sensoriais, ou seja, o por via do grau de sensação despertada, no usuário, através do envolvimento dos seus sentidos.

- **Nível elevado:** no nível elevado, o usuário encontra-se totalmente imerso no ambiente virtual, envolvendo todos os seus sentidos.
- **Nível médio:** apresenta um controlo limitado do ambiente virtual, uma vez que somente envolve uma parte dos sentidos dos usuários sobre o sistema.

- **Nível baixo:** O usuário não se sente parte do ambiente virtual, embora sejam envolvidos alguns dos seus sentidos.

Outro aspecto importante, quando se fala sobre realidade virtual, são os termos tele-presença e ciberespaço.

### 3.3.2. Tele-presença

É uma forma de realidade virtual que possibilita a interação com o mundo real, simulado remotamente, em termos de distância e escala (Tomasz & Michael, 1996). Em outras palavras, ocorre quando no lado da estação, o manipulador tem a habilidades que permitem, ao operador, executar funções normais humanas. Na estação de controlo, o operador recebe uma quantidade e qualidade de respostas sensoriais, de modo a providenciar uma secção de presença, do outro lado do trabalho.

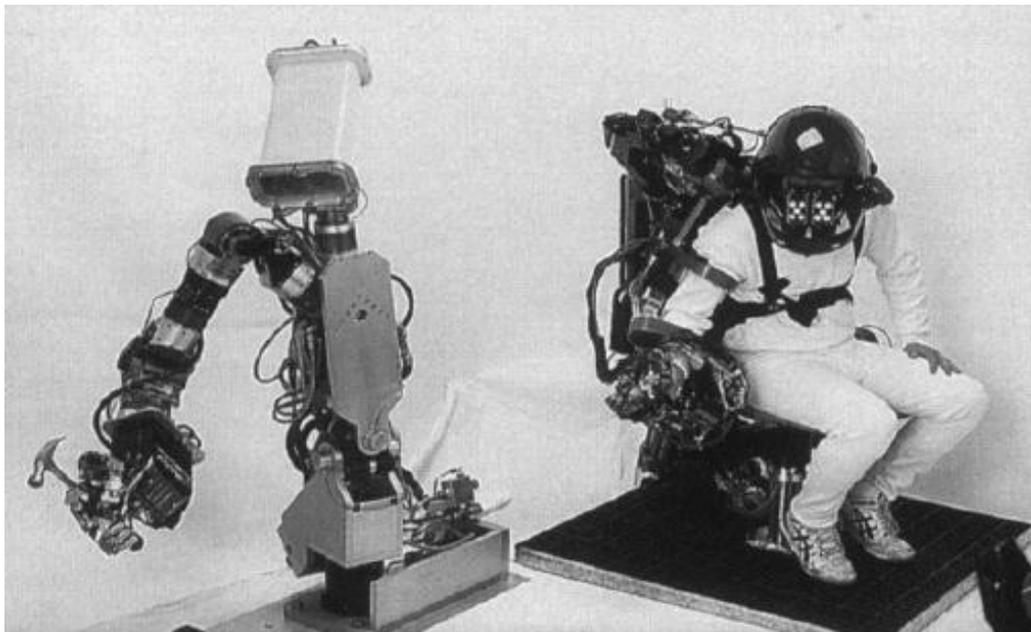


Figura 1. Sistema avançado de Tele-operação

Fonte: (Tomasz & Michael, 1996)

### 3.4.4. Ciberespaço

De acordo com o seu inventor, William Gabsos (1984) citado por Assis (2010) o Ciberespaço é “Uma alucinação consensual experimentada, diariamente, por milhões de operadores legítimos, uma representação gráfica de dados, abstraído do banco de todo computador, em sistemas humanos”. Um dos exemplos mais comuns do ciberespaço é a *World Wide Web* (www).

### 3.4.5. Comparação entre Realidade Virtual e Multimédia

#### O que é e o que não é Realidade Virtual?

Por vezes, pode-se encontrar debates onde se tenta distinguir o que é o que não é realidade virtual. Segundo Dias (2009), nem todos os sistemas virtuais são necessariamente uma realidade virtual e, segundo o mesmo autor, por vezes, confunde-se a realidade virtual com o multimédia.

De acordo com Silva (1998), multimédia é a interacção entre vários meios, tais como o texto, imagens e os sons, sendo o objectivo principal a transmissão de informação. Analisando a definição acima referida, em relação ao conceito de realidade virtual, pode-se notar que ambas são tecnologias que têm contribuído muito, no nosso dia-a-dia, sobretudo no que diz respeito à educação, contudo, é necessário saber distinguir esses dois conceitos, tal como foi ilustrado por Pinho e Kirner (1997), citado por Silva (1998), na tabela abaixo:

Tabela 3. Comparação entre Realidade Virtual e Multimédia

<b>Elemento</b>	<b>Multimédia</b>	<b>Realidade Virtual</b>
<b>Imagens</b>	Imagens geradas previamente	Imagens geradas durante a execução e navegação; Estereoscopias
<b>Sons</b>	Sons gerados previamente	Os sons podem ser gravados previamente e a reprodução deve ser tridimensional
<b>Formas de interacção com o utilizador</b>	Feita com o rato ou no monitor	Usa dispositivos especiais e lê os movimentos de todo o corpo
<b>Campo de visão do utilizador</b>	Restrito ao monitor	O utilizador pode olhar em qualquer direcção
<b>Custo dos periféricos</b>	Preço acessível	Preços ainda elevados
<b>Área em disco necessária para as aplicações</b>	Grandes arquivos de imagens e de sons	Arquivos não são grandes
<b>Capacidade de processamento necessária</b>	Não é muito grande	Bom processador para obter um igual rendimento

<b>Possibilidade de uso via rede</b>	Gera muito tráfego devido ao tamanho dos arquivos	Tráfego pequeno
--------------------------------------	---	-----------------

Fonte: (Silva,1998)

Embora ambos sistemas possam ser de tecnologias 3D, um dos aspectos que distingueos conceitos é o nível de imersão, que é uma das maiores características de um sistema de realidade virtual. Shaw et al. (1993), citados por Silva (1998), apontaram os requisitos necessários para identificar um sistema de realidade virtual, que são as seguintes:

- Gerar imagens estereoscópicas animadas suaves;
- Reagir rapidamente (no máximo com um atraso de 100ms), às indicações do utilizador;
- Fornecer apoio para distribuir uma aplicação por diversos processadores, permitindo a partilha por vários utilizadores, assim como a computação cooperativa;
- Possuir um mecanismo eficiente de comunicação de dados, para a utilização de dados partilhados ou remotos, em tempo real;
- Possuir um mecanismo para avaliar o desempenho do sistema de RV.

#### **3.4.6. Realidade virtual para educação**

Em algumas circunstâncias, é comum alguns alunos desenvolverem ideias distantes da realidade, pelo facto de não conseguirem associar alguns conceitos abstractos com os reais. Os modelos usados para enquadrar a explicação, por parte do professor, em termos reais, por vezes não são precisos, daí que o uso de recursos computacionais para a projecção tridimensional de alguns objectos tem sido usado em sistemas de RV, desse modo, o aprendiz, além de ter a capacidade de observar em todos os sentidos, poderá fazer estudos e tirar as próprias conclusões.

Para Cardoso et al. (2017) ainda existe um grande potencial pedagógico agregado pelo uso de tecnologias de realidade virtual, no processo de aprendizagem, pois ela proporciona, aos estudantes, a oportunidade de utilizar as ferramentas didácticas de forma natural. O uso da realidade virtual, além de motivar os estudantes, encoraja a participação activa, durante o processo de aprendizagem, podendo realizar experiências

virtuais como se fossem reais, permitindo que cada um possa aprender, ao seu ritmo. Das diferentes formas de aprendizado, alguns estudantes têm facilidade de compreensão, através de formas visuais, enquanto que outros de forma verbal. Sendo assim, a RV proporciona diferentes possibilidades que poderão ir conforme o método de preferência de cada aluno.

Cardoso et al. (2017) define Um Ambiente Virtual Educacional (AVE) como qualquer tipo de ambiente educacional, quando utiliza a Realidade Virtual, pois esta envolve o usuário, periféricos de entrada, saída e um ambiente de simulação.

A Realidade Virtual além de poder ser usada para uma simulação ou em situações em que, no mundo real, oferecem riscos de acidentes, também proporciona a vantagem do usuário poder aprender com os seus próprios erros, sem correr riscos reais, sem contar com a componente motivadora, que pode ser uma das formas de facilitar a aquisição do conhecimento. Também existe a possibilidade de poder dividir a interação com o mundo virtual com outros alunos ou grupos de alunos (Cardoso et al., 2017).

#### **3.4.4. Benefícios da realidade virtual, na educação**

O uso de tecnologias de realidade virtual, na vertente educacional, traz consigo enormes benefícios que, por conseguinte, acabam melhorando a qualidade do ensino. Dentre esses benefícios pode-se destacar os seguintes (Cardoso et al., 2017):

- Permite que pessoas portadoras de alguma deficiência realizem tarefas que, de outra forma, não seriam possíveis, o que promove a inclusão;
- Permite que o aprendiz desenvolva sua actividade no seu próprio ritmo;
- Não restringe o prosseguimento de experiências, no período da aula regular;
- Promove a interacção e, desta forma, estimula a participação activa do estudante;
- Motivação de estudantes e usuários baseada na experiência de 1ª pessoa, com retenção da informação vivenciada de forma interactiva e pessoal;
- Grande poderio de ilustrar características e processos, em relação a outras mídias, com dispensa de grandes arquivos;
- Possibilidade de visualizações de detalhes de objectos, desde estruturas microscópicas a universos;
- Realização de experimentos virtuais;

- Aprendizagem activa, propiciada pela interactividade;
- Estímulo à criatividade;;
- Oferecimento de igual oportunidade de comunicação para estudantes de culturas diferentes, a partir de representações;
- Desenvolvimento de habilidades computacionais e de domínio de periféricos.

Ainda nos benefícios do uso das tecnologias de realidade virtual, na educação, um dos pontos que podemos enfatizar é a possibilidade do estudante poder fazer viagens a lugares cujas vidas estariam em risco, tais como no interior de um vulcão, ou mesmo na superfície do sol, nas profundezas do oceano, dentre outros. Esse tipo de experiência seria praticamente impossível de proporcionar, através de uso de modelos tradicionais de ensino, pois o sentido de imersão é mais próximo do real, dentro desses ambientes. Um exemplo disso seria refazer a experiência imersiva da Primeira Guerra Mundial, através da realidade virtual.

Contudo, existem circunstâncias que o uso de tecnologias de realidade virtual não é totalmente adequado, segundo Pantelidis (2009), podendo-se listar as seguintes:

- Nenhuma substituição é possível para o ensino ou treinamento com o real;
- A interacção com humanos reais, professores ou alunos, é necessária;
- Usar um ambiente virtual pode ser prejudicial, fisicamente ou emocionalmente;
- Usar um ambiente virtual pode ser tão convincente que alguns usuários poderiam confundir o modelo com a realidade;
- A realidade virtual é muito cara, para justificar o uso, considerando a aprendizagem esperada.

Segundo Stefan & Guimarães (2018), o aluno torna-se um membro activa, durante a construção do conhecimento, sendo protagonista, no processo de investigação científica, por conseguinte, uma das maiores motivações não é simplesmente o facto de aprovar uma determinada visualização, mas sim pela experiência onde foi envolvido.

### **3.4.5. Desafios de criação de projectos de realidade virtual**

Um dos principais desafios no uso de tecnologias de realidade virtual, no ensino, está no facto de o seu potencial ser pouco conhecido, por parte dos professores.

Outro contraponto é o facto de ter condicionantes financeiras. Sendo a Realidade Virtual uma tecnologia recente, muito ainda há por se fazer. Sendo assim, alguns equipamentos envolvidos nessa aplicação ainda apresentam um valor elevado, no mercado, de acordo com Pereira & Peruzza (2002), embora o sector da educação seja bastante referenciado como uma das áreas cuja aplicação da realidade virtual traria maiores benefícios, pois poucos são os projectos que têm sido feitos, em escolas privadas ou públicas, de modo a auxiliar, no processo de ensino.

Um outro desafio é a necessidade de desenvolvimento de ferramentas que sejam de alto nível, para que os professores tenham facilidade de personalizar, de acordo com o que se pretende leccionar, dando mais enfoque à preparação das lições. Segundo Pereira & Peruzza (2002), não haverá necessidade dos professores terem conhecimento avançado sobre recursos computacionais, tais como o da computação gráfica, sistemas operacionais, ou mesmo linguagens de programação.

De acordo com Abdelaziz et al. (2014), a acessibilidade a três grupos de usuários, nomeadamente pessoas surdas, cegas e com fracas condições financeiras, para adquirir um computador com uma capacidade de processar um ambiente virtual, de forma suave, são a maior preocupação. Quanto maior a imersão de um sistema virtual, mais complexo se torna usá-lo. Para os usuários surdos, é necessário produzir um ambiente virtual, em que a sua voz não seja um instrumento necessário, para poder efectuar as suas actividades. No caso de utilizadores que não podem adquirir um computador com capacidades para correr uma simulação virtual, é necessário pensar-se em um meio alternativo, onde os custos não sejam mais barreiras. Infelizmente, a realidade virtual não é acessível para cegos, pois será difícil poder apontar para alguns objectos interactivos (Abdelaziz et al., 2014).

#### **3.4.6. Equipamentos de realidade virtual**

O usuário de um sistema RV precisa de mecanismos de comunicação com o ambiente virtual, de modo que possa emitir comandos, através de dispositivos de saída, os quais devem ser percebidos pelo sistema, para poderem gerar respostas, por via da alteração do ambiente, como resposta à acção do usuário, sendo percebido pelo mesmo, com recurso a dispositivos de output, como é o caso de uma tela de apresentação. Segundo Tomasz & Michael (1996), a RV precisa de mais recursos que um computador desktop convencional. São necessários dispositivos de entrada e saída, contudo, os dispositivos

*hardware*, não garantem, por si sós, um sistema imersivo, requerendo também um *software* adequado para uma dada aplicação.

### 3.4.6.1. Dispositivo de entrada

Os dispositivos de entrada são responsáveis pela determinação da forma como será feita a comunicação entre o usuário e o computador. Os mesmos dispositivos devem garantir uma facilidade de uso, de modo a tornar o processo natural e intuitivo, para o usuário.

**Degrees of freedom (DOF)** ou graus de liberdade – Refere-se ao número de maneiras nas quais um objecto pode-se mover dentro de um espaço virtual. Dependendo da capacidade dos dispositivos e das tecnologias usadas, pode-se encontrar dispositivos 3DOF e 6DOF.

- a) **Dispositivos com 3DOF** – Permitem que o utilizador possa efectuar movimentos em tornos do eixo x, y e z, podendo fazer rotações para qualquer direcção, apresentando a única restrição de não poder projectar as diversas posições, em caso de locomoção.
- b) **Dispositivos com 6DOF** – Tal como o 3DOF, permite efectuar movimentos para todos os cantos, acrescentando a possibilidade de poder mapear a localização do movimento do utilizador. Para tal, faz o uso de diversos sensores colocados na sala onde está projectado o ensaio.

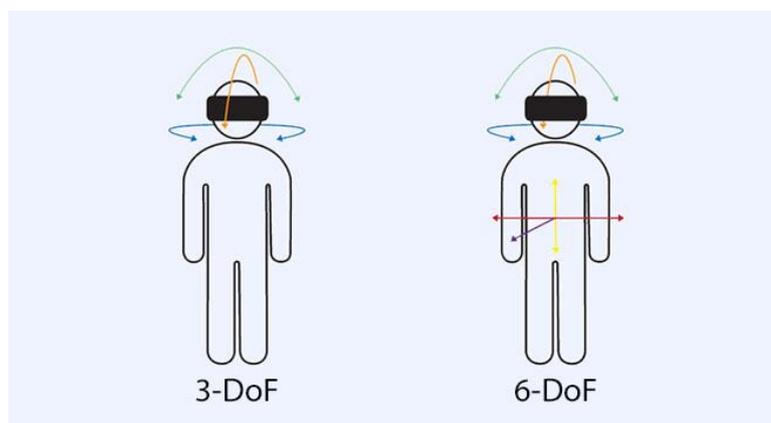


Figura 2. Imagem ilustrativa da diferença de dispositivos 3DOF e 6DOF

Fonte: <https://virtualspeech.com/blog/degrees-of-freedom-vr>

### 3.4.6.2. Dispositivos de saída

Os dispositivos de saída são responsáveis pela apresentação do ambiente virtual, para o usuário. São responsáveis pela garantia de uma sensação de imersividade, em ambientes virtuais, através de exibições visuais, auditivas ou hápticas.

#### a) Telas visuais

Segundo Sherma & Craig (2002), existem diversos dispositivos de tela visuais, sendo um dos mais usados o HMD, sendo que cada uma delas apresenta as suas características e tecnologias apropriadas para diferentes tipos de ambientes. Para um melhor entendimento das telas visuais, há que ter em conta os elementos envolvidos na percepção de imagens, através dos olhos. Um dos elementos envolvidos na percepção visual é a distância entre os objectos, em relação à posição do usuário, também designados como pistas detalhadas. Existem propriedades que estão associadas à qualidade das telas visuais, as quais se resumem em:

- **Cor** - a apresentação de cores pode variar entre diversos tipos de *display*. O mais comum é o tricromático, que se baseia em três cores primárias (vermelho, verde, azul). Porém, existem sistemas cuja preferência é o monocromático, como sistemas de realidade aumentada.
- ***Spatial Resolution*** – consiste no número de *pixel* ou pontos a serem apresentados, tanto na vertical assim como na horizontal. Uma das maneiras para medir a resolução é através do número de DPI. A qualidade da imagem pode ser afectada pela concentração dos pixels, sendo, em telas maiores menos nítida, comparativamente a menores telas com a mesma resolução. Outro ponto a ter em conta relaciona-se com a distância entre os olhos e a tela e, por fim, a tecnologia usada, como o LCD e CRT.
- **Contraste** – é a medida relativa à diferença entre o claro e o escuro. O contraste ajuda na identificação dos objectos, podendo este variar de tecnologias. Nos LCDs, o contraste é menos apresentado em relação aos monitores CRTs.
- **Brilho** – O brilho refere-se à quantidade de luz apresentada numa tela. A luz é uma das características importantes, em todas as telas, pois ela torna visível os elementos que são apresentados nas telas.

- b) Resolução Temporal (*Frame Rate*)** – O ritmo no qual as imagens são apresentadas é designado de *frame* e a sua unidade de medida são os *frames* por segundo (FPS). Por vezes, pode-se usar em unidades de Frequências. O *Frame rate* é a capacidade de renderização gráfica de conteúdos visuais. Acima de 30 FPS é considerada muito bom. Abaixo de 15HZ, pode causar problemas como náuseas.
- c) Campo de visão** – Os olhos humanos apresentam diferentes campos de visão tanto na vertical como na horizontal. Na vertical, a escala pode ser limitada pela testa, podendo atingir até 150°. No campo horizontal, pode chegar a 150° sendo limitado pelo nariz (Tomasz & Michael, 1996).

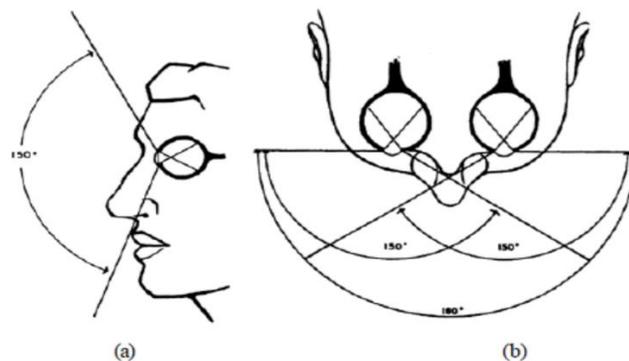


Figura 3. Campo de visão (a) vertical, (b) horizontal

Fonte: (Tomasz e Rafael, 1996)

- d) Distância Focal** – Distância focal é a distância aparente entre a imagem e a visão dos olhos. A distância focal mostra-se a mesma, nas telas comuns, independentemente, da distância virtual entre os elementos apresentados.

#### 3.4.6.3. Dispositivos hápticos

Consistem em dispositivos de reacção táctil, procurando estimular sensações como o tacto, tensão muscular e temperatura. Esses tipos de dispositivos requerem uma interacção sofisticada com o corpo do usuário. Os dispositivos hápticos podem ser classificados nas seguintes classes:

- a) Sistema de reacção táctil** - consiste numa actuação directa, na pele do usuário. Além de sensação de toque, ela também pode incluir a percepção de geometria,

rugosidade, temperatura e características de atrito de superfície associadas ao objecto tocado;

- b) Sistema de reacção de força** - Transmitem a sensação de pressão ou de força. Segundo António e outros, uma maneira de construir um sistema desse tipo seria por uma espécie de esqueleto mecânico, que se encaixa no corpo do usuário, fazendo com que determinados movimentos permitam-lhe sentir o peso ou a resistência do material de um objecto, no mundo.

### **3.5. Linguagem de programação**

#### **Virtual Reality Modeling language (VRML)**

A VRML é uma linguagem de programação de código, aberta à criação de sistemas de realidade virtual e modelos baseados em web, incluindo texturas e ilusões. Faz o uso da Geometria 3D, usando o sistema cartesiano com eixos (x,y,z), e caracteriza-se pela simplicidade, na sua aplicação, e não necessita de recursos computacionais elevados, no concernente ao processamento e às placas gráficas.

#### **Extensível 3D Gráficas (X3D)**

Surge como uma melhoria ao VRML, pois, diferentemente do seu antecessor, ela proporciona uma fácil integração em diversos aplicativos web, pois o mesmo possibilita a criação de animação e elementos interactivos. Apresenta compatibilidade com outros padrões de código aberto, tais como DOM, XML e outros.

#### **4. CAPÍTULO IV - Caso de Estudo**

O presente trabalho teve como caso de estudo a Escola Secundária da Polana, Localizada na cidade de Maputo, Capital de Moçambique, com as coordenadas geográficas, latitude: -25.96276, longitude: 32.59565.

A escola lecciona as classes do ensino secundário, do primeiro e segundo ciclo e oferece um regime de aula desde o diurno até o noturno. Além de possuir várias salas de aula, ela dispõe também de uma papelaria, uma cantina, um campo para a prática de desporto, uma biblioteca, um laboratório de ciências e uma sala de informática.

##### **4.1. Laboratório de ciências**

O laboratório de ciência compreende uma área de cerca de 28m<sup>2</sup>, onde podem ser encontrados diversos materiais, para as aulas práticas laboratoriais, para as disciplinas de ciências, nomeadamente: química, física e biologia.

O laboratório dispõe de três (3) lavatórios, bancadas com apoios laterais, e algumas estantes improvisadas onde são guardados materiais, alguns dos quais são guardados em pequenas malas apropriadas e outras em algumas caixas de papelão. Possui também um quadro de giz, uma mesa principal, fixada no centro da sala, onde ocorrem a maioria das demonstrações, e outra pequena. A sala também tem diversas janelas, tanto na parte inferior, assim como na parte superior, que permanecem abertas quase o tempo todo, para melhor ventilação da sala.

##### **4.2. Constrangimentos enfrentados**

###### **a) Superlotação**

Um dos maiores constrangimentos enfrentados é a superlotação das salas de aulas, o que faz com que a turma seja repartida em dois (2), num total de 50 alunos, em média, por turma. Das partes repartidas, ocorre uma segunda repartição, sendo a divisão dos alunos em grupos de 3 a 4 elementos, que irão preencher o mesmo guião laboratorial.

### **b) Tempo Escasso**

Existem mais de dez (10) professores de ciências que fazem o uso do laboratório de ciências, o que dificulta o acesso, sobretudo o facto de as turmas terem pouco tempo, para os experimentos, sendo este um factor limitante, pois exige maior agilidade por parte dos alunos, para que as outras turmas possam fazer o uso do laboratório. Ainda, a propósito do tempo de ocupação do laboratório, acaba resultando numa média de uma (1) aula laboratorial, por mês. Segundo um dos professores da disciplina de química, um dos entrevistados, por sinal, o responsável pelo laboratório, a frequência não é suficiente, pois existem diversas situações em que as aulas práticas laboratoriais mostram-se indispensáveis, sobretudo para a redução de abstrações de aulas teóricas.

### **c) Falta de espaços**

A escola dispõe somente de uma sala laboratorial o que é insuficiente, para satisfazer a demanda, segundo o entrevistado, para se poder abranger os alunos e armazenar os materiais usados. Isto faz com que haja necessidade de uma sala maior, para que o referido constrangimento seja ultrapassado.

### **d) Falta de materiais para as experiências**

A falta de materiais constitui um dos grandes desafios enfrentados pela instituição, pois é um dos factores limitantes para a realização de aulas laboratoriais. Segundo o referido professor, por conta disso, houve tempos em que foram interditas as aulas laboratoriais, pois havia insuficiência de materiais para tal finalidade. Felizmente, a escola recebeu doações de materiais, o que tem tornado possível a actividade, nos últimos dois anos, embora ainda se verifique défices de vários materiais, sobretudo substâncias químicas usadas. Paralelamente, a sala carece também de estantes, para o armazenamento, com segurança, de substâncias tóxicas.

### **e) Falta de material de segurança**

Durante as aulas laboratoriais, é preciso que os professores e alunos estejam devidamente equipados, em termos de materiais de segurança, como é o caso de uso de botas, luvas, máscaras, óculos, dentre outros, todavia, isso não tem sido possível, de acordo com o professor Orlando, o que faz com que os professores tenham que adquirir os materiais por conta própria para que possam tornar a experiência possível.

Outra questão referente à segurança, está ligada à falta de climatização do laboratório, o que faz com que algumas substâncias estejam sujeitas a alterações, pois algumas delas precisam de temperaturas ideais, para a sua conservação.

### 4.3. Aulas laboratoriais

Segundo o professor entrevistado, professor Orlando Valentim, que lecciona as aulas de química, responsável pelo laboratório, explicou que o seguinte processo é recorrente nas aulas laboratoriais:

Antes do início de uma aula laboratorial, o professor deve elaborar um guião, onde devem constar os seguintes elementos: **Número da aula laboratorial, Unidade em causa, Tema do laboratório, Objectivos, Materiais e a experiência.**

É na experiência onde é descrito o propósito da experiência, seguida dos procedimentos necessários para se alcançar os resultados, de forma sequenciada e detalhada. Caso possua um ponto que necessita a atenção dos alunos, é elaborada uma nota.

O guião, para as aulas laboratoriais, é usado em grupos de alunos de 3 a 4 elementos, sendo que cada secção deve levar 45min. No mesmo guião, existe espaço para o preenchimento das observações, para cada experiência, e, por fim, a conclusão positiva. Após a aula, os alunos devem fazer os relatórios sobre as mesmas, em grupo, e procederem a entrega ao professor, para que este possa avaliar até que ponto os alunos conseguiram assimilar os objectivos traçados.

Numa entrevista a uma aluna da mesma escola, que frequenta a 11<sup>a</sup> Classe, esta afirmou ter participado em uma aula, laboratorial somente uma vez. Contudo, vê como positiva a experiência e espera que possa ter mais oportunidades para tal. Diferentemente dos alunos da 10<sup>a</sup> Classe que afirmaram ainda não terem tido contacto com um laboratório.

## 5. CAPÍTULO V- Apresentação e discussão de resultados

### 5.1. Resultado dos questionários

Para melhor entender a real situação do problema, foram conduzidos questionários, segundo o caso de estudo, na Escola secundaria da Polana, em Maputo, dos quais dois (2) aos professores na área de ciências, chefe da secretaria e vinte (20) aos alunos. Foi também feito o uso de um questionário electrónico, a quarenta (40) alunos de diversas instituições de ensino.

Dos Resultados obtidos do formulário electrónico, podem destacar-se:

As idades dos entrevistados variavam de 14 a 34 anos sendo que 26% dos mesmos tinha 16 anos que correspondiam o grupo maioritário.

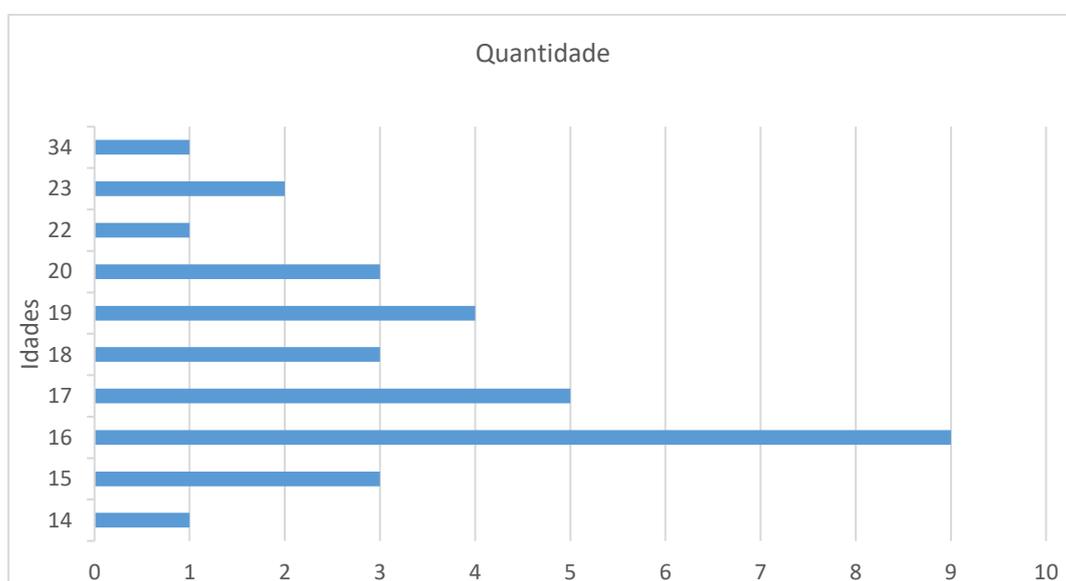


Figura 4. Gráfico da distribuição das Idades dos Entrevistados

Os alunos frequentavam em escolas tais como Escola Secundaria da Zona Verde (12), Escola Secundaria de São Dâmaso (6), Escola Secundaria da Machava Sede (3), UEM (1), Instituto industrial de Maputo (2), Instituto Comercial de Maputo (1).

Dos estudantes entrevistados, estavam distribuídos em: 9ª Classe (1) 10ª classe (6), 11ª Classe (6), 12ª Classe (11), 1º Ano (1) ensino técnico (1) e 3º Ano do Técnico (3).

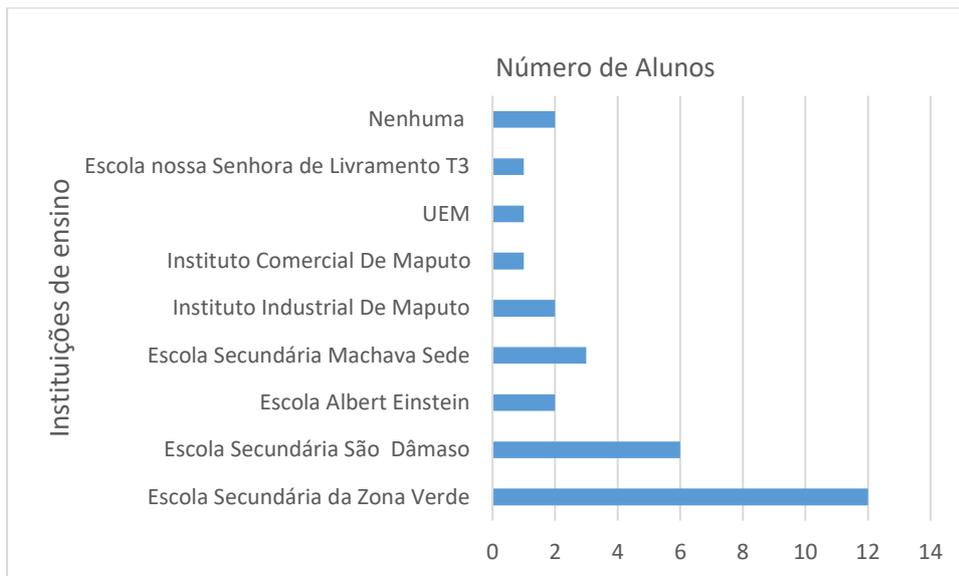


Figura 5 Gráfico da distribuição dos alunos e as respectivas instituições de ensino

## 5.2. Sobre o Laboratório na Escola

Dos 32 inquiridos sobre a necessidade de existência de um laboratório de ciências, nas suas instituições, 20 responderam “Sim”, o que corresponde a 62,5%, e os restantes 12 responderam “Não”, o correspondente a 37,5%, tal como ilustra a figura 6 abaixo.

Na questão sobre se Alguma vez já teriam participado em alguma aula laboratorial, dos 32 inquiridos, 62,5% responderam não ter participado, até então, e os restantes 37,5% já participaram, em uma aula laboratorial, tal como indica a figura 7. 10 inquiridos afirmaram ter participado mais de duas vezes.

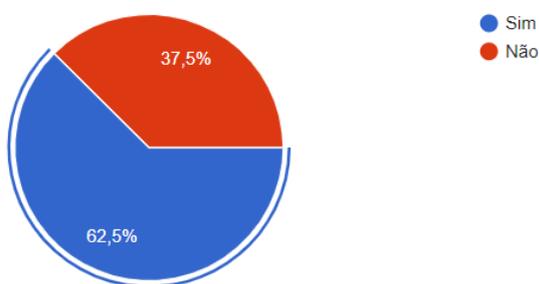


Figura 6. Respostas da pergunta 5 do questionário

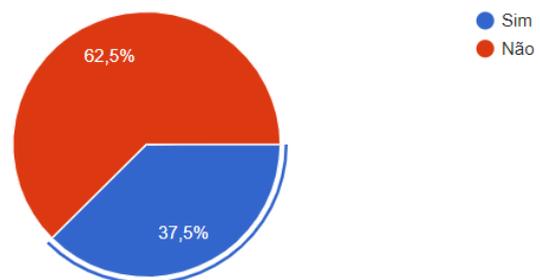


Figura 7. Respostas da pergunta 6 do questionário

### 5.3. Relevância dos laboratórios nas escolas

Cerca de 54,5% dos inquiridos afirma ser crucial a existência de laboratórios, nas escolas 39,4% dos inquiridos responderam “Talvez” e os restantes 6,1% “Não”. Assim, conforme indicam os resultados da figura 8, é necessária a disponibilização de laboratórios escolares, nas instituições de ensino.

33 respostas

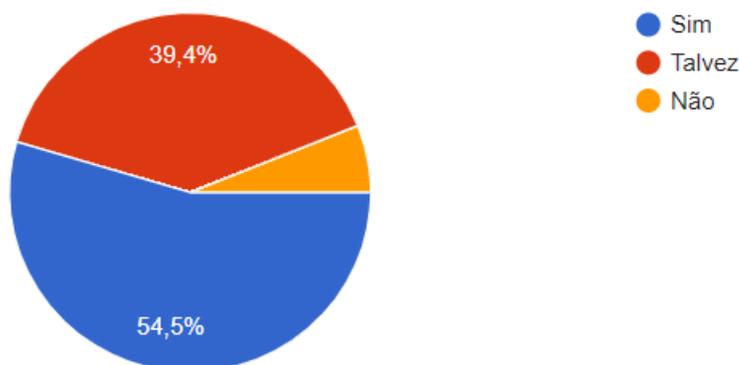


Figura 8. Respostas da pergunta 8 do questionário

Na questão número 10, na qual se comenta sobre os laboratórios de ciências, nas escolas, no ensino médio, em Moçambique, obteve-se como respostas: “Os laboratórios de ciências deviam estar disponíveis em todas as escolas”, outras do tipo, “O uso do laboratório é imprescindível, para um processo adequado de ensino e aprendizagem, visto que os estudantes poderão, não só ver sobre os conteúdos apresentados, na aula, bem como aplicar os diferentes conhecimentos, de modo a conciliar com a Teoria”, o que demonstra que boa parte acha que seria bastante interessante que as instituições tivessem um laboratório, para que os alunos pudessem aprender mais e confrontar o conhecimento teórico com a prática”.

Dos 31 inquiridos, 22 responderam que possuem um computador, tal como ilustra a figura 9, e 45,5% possui um nível médio de domínio da informática e 33,3% afirma ter um nível excelente, o que dá a entender que boa parte tem, pelo menos, algum domínio das TIC's (Figura 10)

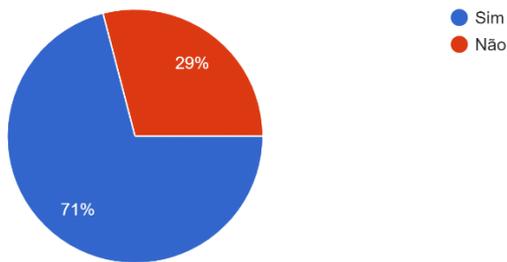


Figura 9. Respostas da pergunta 11 do questionário

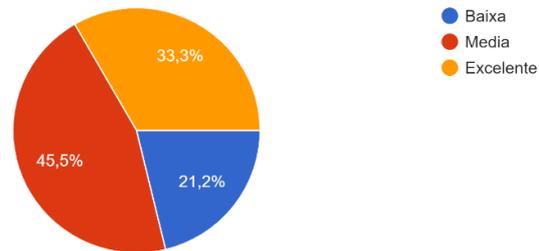


Figura 10. Respostas da pergunta 13 do questionário

Sobre a Realidade Virtual, cerca de 66,7% afirma já ter ouvido falar sobre a RV, o que corresponde a um número de 22 das 33 respostas obtidas, dos quais 18,2% Nunca ouviu falar da realidade virtual (Figura 11). Ainda sobre a RV, 97%, os inquiridos acham uma boa ideia a criação de laboratórios virtuais de ciências, para o ensino secundário (Figura 12).

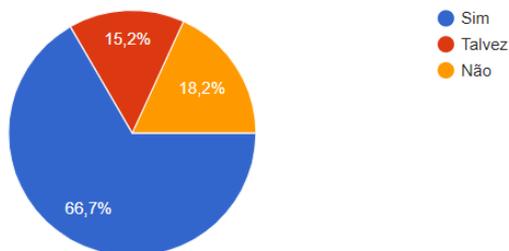


Figura 11. Respostas da pergunta 16 do questionário

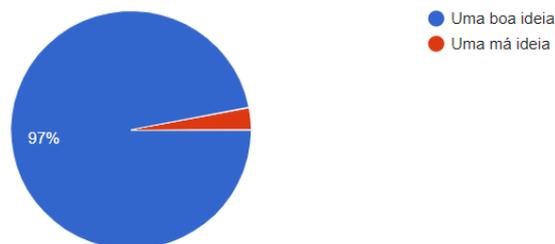


Figura 12. Respostas da pergunta 17 do questionário.

## **6. CAPÍTULO V – Proposta de solução**

Com base nos problemas identificados, em relação à falta de laboratórios de ciências, nas escolas secundárias de Moçambique, há necessidade de criar-se uma solução que permita que os estudantes possam ter experiências práticas laboratoriais, para poderem assimilar os conhecimentos teóricos aprendidos.

Neste sentido, é imperiosa a inclusão de alguns recursos tecnológicos nas soluções propostas, pois, com o advento tecnológico, existe alguma familiarização dos estudantes com as TIC's, o que pode servir de vantagem.

### **I. Primeira solução proposta - Construção de salas de laboratórios nas escolas**

A construção de salas de laboratórios, nas escolas, implica que cada escola construa um laboratório, em seu recinto. Será também necessário que a mesma escola esteja preparada para adquirir os materiais necessários, para que possam ser feitas as experiências, e garantir a segurança dos mesmos materiais, designadamente o seu bom uso, para que possam durar mais tempo. Para além de o laboratório estar devidamente apetrechado, deverá, também, dispor de uma área suficiente, para que possa acomodar vários alunos, garantindo, assim, que todos possam ter contacto com a experiência.

### **II. Segunda Solução Proposta - Construção de um laboratório geral Baseado em TIC's**

Na presente solução, propõe-se a construção de um e único laboratório principal, que irá dispor de diversos recursos tecnológicos, com uma infra-estrutura preparada para suportar diversos alunos de uma só vez. O mesmo local irá dispor de diversas salas de laboratórios, para que possa suportar a demanda dos alunos provenientes de diversas escolas. No caso de um professor dar um trabalho que exige uma experiência laboratorial, o aluno deverá dirigir-se até ao Laboratório geral e agendar, num horário disponível, o acesso para proceder ao experimento.

### **III. Terceira Solução Proposta - Criação de Laboratórios Moveis**

A terceira solução tem em conta a dificuldade de apetrechamento com os materiais necessários, para que se possa conduzir uma aula laboratorial, sendo esta alternativa uma tentativa de suprir essa necessidade, através da criação de Laboratórios Móveis. Os Laboratórios Móveis consistem na possibilidade dos materiais laboratoriais poderem ser deslocados de escola em escola, periodicamente, o que pode permitir a partilha dos mesmos materiais com as diversas instituições de ensino secundário.

### **IV. Quarta Solução Proposta - Criação uma plataforma de laboratório de ciências, usando as tecnologias de realidade Virtual**

Esta solução faz o uso de recursos tecnológicos, propondo a criação de um e único laboratório de ciências, ou seja, uma plataforma digital web, que possibilite que os usuários tenham a chance de praticar ensaios e experiências, com um nível de imersão similar ou próxima à do contexto real, sem oferecer as restrições de lugar e muito menos de horários. Para tal, o aluno deverá dispor de um celular moderno, capaz de suportar a RV, HMD, e um controlador, para que possa interagir com o ambiente simulado.

#### **6.1. Escolha da solução viável**

Para decidir com qual solução eficaz, é necessário que haja um balanço tendo em conta a alguns factores tais como as vantagens e desvantagens das mesmas, assim sendo, serão listadas na tabela abaixo.

Tendo em conta as vantagens e as desvantagens das soluções propostas, pode-se observar que o factor custo é um dos principais componentes a ter em conta, sendo que a primeira e a segunda solução não viáveis. Já a terceira solução, tem a questão vantajosa da partilha dos materiais, entre as instituições de ensino, contudo, existem algumas matérias laboratoriais extremamente frágeis, correndo-se o risco de serem danificadas, durante a movimentação dos mesmos. Sendo assim, a terceira opção também não é viável.

Por fim temos a quarta opção que implica na construção de uma plataforma digital onde os alunos possam ter a oportunidade de fazer experimentos laboratoriais a qualquer momento. Essa solução é totalmente baseada em TIC's, o que faz com que a solução

se adequa à modernidade actual, que é a da era da digitalização. Essa solução é vista como viável, pois, além de oferecer diversos benefícios, tal como ilustrado na tabela 4, reduz os riscos da contaminação da covid-19.

Anda na solução escolhida será focada na disciplina de biologia, onde será criada uma experiência laboratorial demonstrativa na qual os alunos poderão aprender sobre os órgãos do ser humano.

Tabela 4. Comparação das vantagens e desvantagens das soluções propostas

Solução	Vantagens	Desvantagens
<b>Construção de um laboratório geral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alocação de recursos numa só Infraestrutura</li> <li>- Diversas salas de laboratórios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitação geográfica;</li> <li>- Pode não atender à demanda;</li> <li>- Tem de verificar a disponibilidade das salas;</li> <li>- Os materiais terão de ser desinfectados, para evitar a contaminação da Covid-19;</li> <li>- Custo elevado de construção;</li> <li>- Riscos de danificação de materiais, quando mal usados;</li> </ul>
<b>Construção de salas de laboratórios, nas escolas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disposição do laboratório próximo ao aluno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo elevado de construção;</li> <li>- Custo elevado de Manutenção;</li> <li>- Limitação do número de alunos que podem aceder, em simultâneo;</li> <li>- Possibilidade de danificação de materiais ou contaminação;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposição a riscos laboratoriais.</li> </ul>
<b>Criação de Laboratórios Móveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Partilha de materiais laboratoriais;</li> <li>- Menor custo para aquisição de materiais para o laboratório;</li> <li>- Alunos de diversas escolas podem ter a oportunidade de ter uma aula laboratorial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riscos de danificação de materiais durante o transporte</li> <li>- As escolas devem aguardar a sua vez para que o laboratório esteja disponível</li> <li>- Dificuldade de acesso em outras instituições de ensino</li> </ul>
<b>Criação uma plataforma de laboratório de ciências, usando as tecnologias de realidade Virtual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo reduzido para a implementação do sistema;</li> <li>- Facilidade de acesso, Sem risco de contaminação;</li> <li>- Sem limitação, no número de acessos;</li> <li>- Sem risco de danificação de equipamentos laboratoriais;</li> <li>- Disponível a tempo inteiro;</li> <li>- Mínimo Risco de contaminação da covid-19;</li> <li>- Maior liberdade na experiência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- É necessário de técnicos de programação para a sua criação</li> <li>- Treinamento de professores para que possam usar a plataforma;</li> <li>- Os alunos devem estar familiarizados com a tecnologia;</li> <li>- É necessário ter acesso à <i>internet</i>;</li> <li>- O aluno deve dispôr de um <i>Smartphone</i> moderno, um controlador e um HMD.</li> </ul>

## 7. CAPÍTULO VII - Modelo da solução proposta

### 7.1. Construção do modelo

De modo a simplificar o processo de construção da presente aplicação, foi usado a notação da linguagem UML (*Unified Modeling Language*). Segundo Roger (2001), ela pode ser usada como uma linguagem padrão, para descrever o projecto de *software*, incluindo a sua respectiva documentação. A UML faz o uso de notações gráficas, de modo a mostrar, claramente, a visão geral de um sistema e fornece um mecanismo para modelar sistemas com precisão, de modo a evitar ambiguidades, no processo de desenvolvimento de sistemas. O grande benefício do seu uso encontra-se na sua independência de desenvolvimento de qualquer sistema, independentemente da linguagem de programação.

### 7.2. Grupo de interesse (*Stakeholders*)

Como grupos de interesse o sistema apresenta os seguintes:

- **Estudantes**

Os estudantes serão os beneficiários principais do sistema, sobretudo os que frequentam o ensino médio do SNE. Através do sistema, poderão ter a oportunidade de participar em aulas laboratoriais de ciências e poder confrontar com os conhecimentos teóricos aprendidos nas salas de aulas;

- **Professores**

Os professores poderão, através do sistema, agendar aulas laboratoriais de ciências, para os seus alunos, e, desse modo, poderão mostrar a aplicabilidade dos ensinamentos teóricos e tornar os estudantes mais activos, em actividades curriculares;

- **Ministério da Educação (MINED)**

O presente sistema irá impulsionar os projectos voltado ao uso da tecnologia, no sector de educação, segundo os Planos Tecnológicos da Educação, por conseguinte, poderá expandir mais projectos de TIC's, na área da Educação.

- **Instituições de ensino técnico**

Algumas instituições de ensino técnico, sejam privadas ou públicas, nas áreas de ciências, também poderão beneficiar-se do sistema como um meio de práticas laboratoriais, para os seus alunos.

### 7.3. Actores dos sistemas

O presente projecto apresenta como grupo de interesses principais os alunos e professores. O sistema poderá dispor de diferentes funcionalidades para os diferentes usuários apresentados.

<b>Actores</b>	<b>Descrição</b>
<b>Aluno</b>	Aluno é o actor principal do sistema, pois a finalidade do sistema é de proporcionar maior intervenção daquele, nos tópicos leccionados. É ele quem será o maior beneficiário do sistema, uma vez que terá acesso ao laboratório virtual, para que possa fazer experimentos e realizar diversas observações, confrontando com o aprendizado teórico.
<b>Professor</b>	O professor é quem possui conhecimento sobre um dado assunto a leccionar aos alunos e poderá preparar os alunos sobre algumas práticas laboratoriais, servindo de guia aos alunos, para que as expedições em secções de laboratório alcancem aquelas que foram as metas traçadas.
<b>Técnico de realidade virtual</b>	O técnico de realidade virtual é a pessoa responsável por garantir o funcionamento da plataforma. O seu papel principal é garantir que a plataforma esteja operacional, e que os diversos módulos do sistema possam ser integrados, adicionando mais funcionalidades à plataforma. Os técnicos serão também responsáveis por dar suporte aos alunos que estiverem com alguma dificuldade, durante a interacção com o sistema.

### 7.4. Requisitos do sistema

Segundo Sommerville (2011), requisitos de um sistema descrevem as actividades que o sistema deverá fazer, os serviços e as restrições do sistema, pois sem a restrição de algumas actividades, o sistema poderá ter funcionalidades que não satisfazem a real necessidade do problema em causa. Os requisitos deverão reflectir as necessidades dos actores afectados pelo sistema, pois, é através das necessidades que serão definidas as funcionalidades do sistema.

Os requisitos podem ser classificados como requisitos funcionais e requisitos não funcionais (Sommerville, 2011):

#### **7.4.1. Requisitos funcionais**

São declarações de serviços que o sistema deve fornecer, sobre como o sistema deve reagir a entradas específicas e como deve comportar-se, em determinadas situações. Em alguns casos, os requisitos funcionais também podem explicitar o que o sistema não deve fazer.

##### **RF-1. Cadastro de alunos**

O sistema deverá permitir o cadastro dos alunos, na plataforma, de modo que ele possa ter um identificador, como usuário válido, garantindo acesso a diversas funcionalidades que o sistema irá dispor.

##### **RF-2. Cadastro dos professores**

O sistema deverá permitir o cadastro dos professores, na plataforma, de modo que ele possa ter um identificador como usuário válido, garantindo acesso a diversas funcionalidades que o sistema irá dispor.

##### **RF-4. Iniciar secção**

Por sua vez, o Sistema deverá permitir que os alunos e os professores possam aceder ao sistema, caso queiram realizar alguma actividade, na plataforma.

##### **RF-5. Interacção com o sistema**

O Sistema deverá permitir que os alunos possam interagir com o ambiente virtual, fazer observações e manipular os elementos neles contidos.

##### **RF-6. Agendar uma aula Laboratorial**

O sistema deverá permitir que o professor possa agendar uma aula laboratorial, na qual poderá incluir a descrição e as metas a serem alcançadas, pelos alunos, sendo gerado um código que dará , aos alunos, o acesso à descrição.

#### **RF-7. Guia de expedição**

O Sistema deverá permitir, quando possível, que se dê sugestões do que os alunos podem fazer, durante as sessões de laboratório virtual, dando o feedback, sempre que o mesmo interagir com o sistema.

#### **RF-8. Monitoramento**

O Sistema deve possibilitar que se possa efectuar monitoria, durante as sessões, a fim de se verificar falhas ocorridas no Sistema.

#### **RF-9. Gerar estatística**

O sistema deve gerar uma estatística de cada secção feita pelos alunos e possibilitar que os professores tenham acesso a dados das sessões dos seus respectivos alunos.

#### **RF-10. Salvar histórico**

O Sistema deve possuir mecanismos para salvar o histórico de cada secção dos alunos, assim como a dos professores, de modo que os mesmos possam dar continuidade às suas actividades, em qualquer instante.

#### **RF-11. Gerir contas**

O Sistema deve possuir um mecanismo, para gerir as contas dos usuários, de modo que estes se possam criar contas, alterar informações sobre as mesmas e desactivá-las.

#### **RF-11. Visualizar Sessões Laboratoriais**

O sistema deve possibilitar que os professores possam visualizar as sessões laboratoriais por eles criadas, a fim de saberem a estatística sobre os mesmos.

#### **4.1.1. Requisitos não funcionais.**

São restrições aos serviços ou funções oferecidos pelo sistema. Incluem restrições de *timing*, restrições no processo de desenvolvimento e restrições impostas pelas normas. Ao contrário das características individuais ou serviços do sistema, os requisitos não funcionais, muitas vezes, aplicam-se ao sistema, como um todo.

Uma vez que se trata de um sistema de realidade virtual, são apresentadas os seguintes requisitos não funcionais:

### **RNF-1. Usabilidade**

O sistema deve permitir que o usuário possa navegar, facilmente, no ambiente virtual, através de uma interface simples e amigável, dispondo das funcionalidades do sistema, de modo que possam ser visíveis ou alcançadas, pelos usuários.

### **RNF-2. Desempenho**

Um dos factores que pode levar ao sucesso, ou não, de um sistema RV está no desempenho da mesmo. Desse modo, o sistema deverá responder aos requisitos mínimos de um sistema RV, de modo a garantir que os sentidos de imersão do usuário não sejam perdidos.

### **RNF-3. Escalabilidade**

O sistema deve permitir que sejam adicionados novas funcionalidades, com vista a alcançar novos objectivos, ou seja, possibilitar a inclusão de novos módulos. Deve possibilitar que componentes de *hardware* possam ser integradas, possibilitando um maior número de participantes, durante a sessão.

### **RNF-4. Interoperabilidade**

O Sistema deve possibilitar que sistemas compatíveis possam possuir mecanismos de integração, de modo a partilhar as informações entre eles.

### **RNF-5. Segurança**

O Sistema deve dispor de mecanismos de segurança, de modo a garantir a integridade da informação.

### **RNF-6. Disponibilidade**

O Sistema deve estar disponível para a sua utilização, sempre que for solicitada.

### **RNF-7. Mobilidade**

O Sistema deve permitir aos alunos ou professores que disponham de recursos de acesso à aplicação de realidade virtual, para poderem aceder à plataforma, a fim de continuar com a sua expedição, caso queiram aprofundar os seus conhecimentos.

## RNF-8. Confiabilidade

O Sistema deve possuir mecanismos de deteção de falhas e, se possível, de correção das mesmas.

### 7.5. Casos de uso

Seguindo o UML, nesta fase, aborda-se sobre os diagramas de caso de uso. Os casos de uso descrevem e definem as funcionalidades do Sistema, identificam as fronteiras do Sistema e a relação entre os actores e as demais funcionalidades do sistema.

Para o presente projecto, são apresentando, os seguintes casos de uso.

#### 7.5.1. Diagrama de Casos de uso

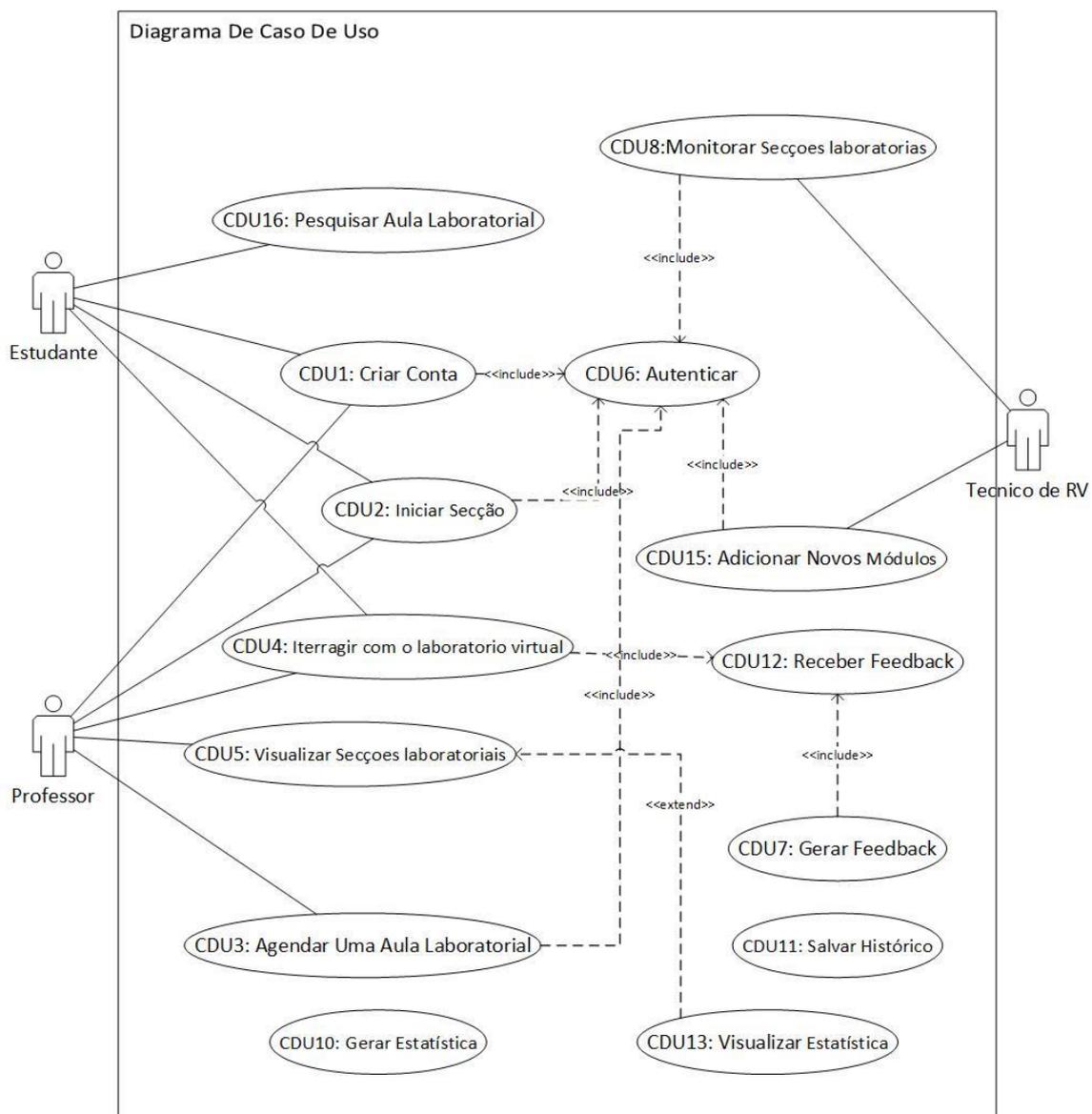


Figura 13. Diagrama de Caso de Uso

## 7.6. Arquitectura da Aplicação

O protótipo será baseado numa aplicação Web cliente/servidor de quatro camadas. É através da camada de apresentação que o usuário irá interagir com o sistema, pois é nela onde são mostradas as imagens, através de um navegador web *desktop* ou de um *mobile*.

A segunda camada é a camada web, que contém o código de formatação da parte visual, que, por sua vez, recebe dados vindos da terceira camada que é a da aplicação. Os dados que passam pela camada de aplicação são provenientes do servidor de base de dados, pois é lá onde irão constar todas as informações necessárias, para o funcionamento do sistema.

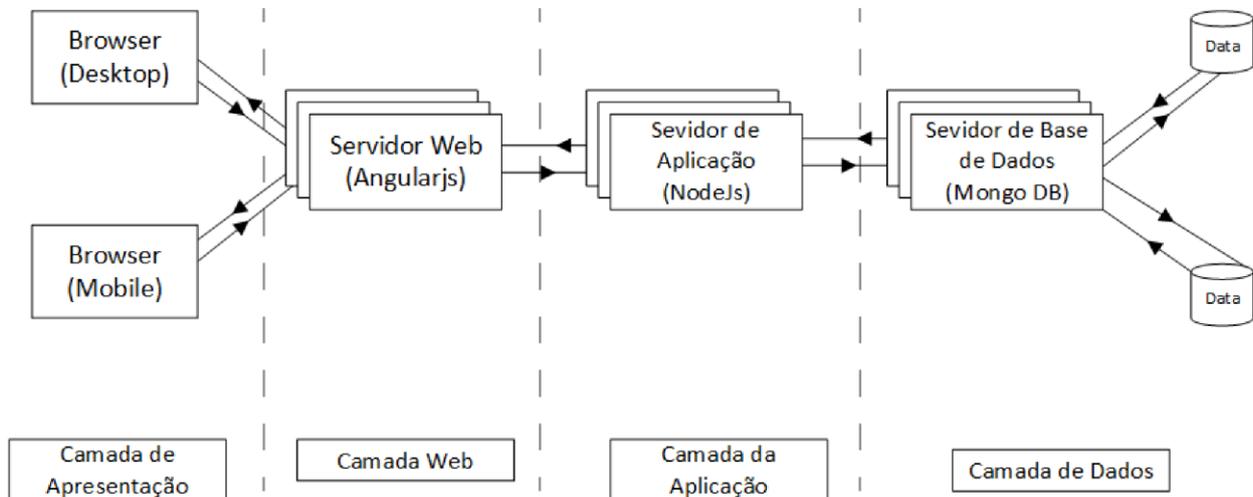


Figura 14. Esquema de aplicação WEB cliente/servidor de quatro camadas.

Fonte: (elaboração própria)

### 7.6.1. Arquitectura de aplicação MEAN

O presente projecto tem como arquitectura o modelo de MEAN, que, segundo Filipe & Michael (2014), apresenta uma estrutura de pilha, sendo a camada cliente, a mais próxima do usuário, onde se encontram a interface do usuário, a camada do meio, e a do servidor, que recebe requisições do usuário através da camada do cliente. A última camada é a do banco de dados, onde são armazenados os dados, caso alguma requisição do servidor seja necessária.

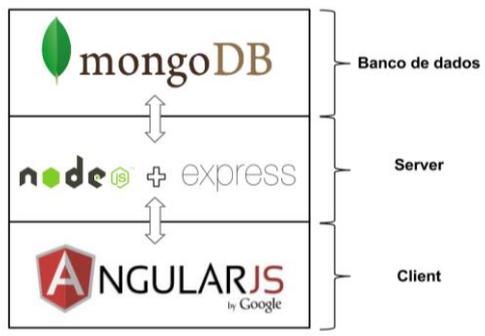


Figura 15. Arquitetura de uma aplicação MEAN

## **8. Capítulo VII - Considerações finais**

### **8.1. Constrangimentos**

Durante a realização do presente projecto, diversos constrangimentos foram enfrentados, destacando-se a dificuldade de acesso às entidades académicas, como é o caso de algumas escolas secundárias, pois as mesmas encontravam-se sem actividades, por conta das restrições impostas pelos decretos sobre a propagação da Covid-19.

### **8.2. Conclusões**

Em Moçambique, as secções de ciências são introduzidas no 1º Ciclo do ensino Secundário, segundo o SNE. As disciplinas de ciências, por sua vez, requerem algumas demonstrações práticas, para a explicação de alguns fenómenos científicos. Para tal, é necessário que as escolas ofereçam condições para a disponibilização de salas laboratoriais com equipamentos apropriados, no entanto, em algumas escolas secundárias públicas, não podem ser encontradas tais condições, o que resulta na fraca experiência ou nenhuma, por parte dos alunos, no que concerne aos procedimentos científicos, na prática.

Em algumas escolas com laboratórios, como é o caso da Escola Secundária da Polana em Maputo, alguns alunos entrevistados nunca tiveram contacto com o laboratório de ciências, visto que o mesmo laboratório apresenta algumas limitações, nomeadamente: o número de alunos que pode atender; défice de alguns materiais, tais como reagentes para as experiências e equipamentos de protecção, tanto para os alunos assim como para os professores. Como procedimento para as aulas práticas laboratoriais, as escolas fazem o uso de um guião elaborado pelo professor, que contém todos os procedimentos sobre a experiência a ser seguida pelos alunos, que, por sua vez, executam-na em pequenos grupos.

Com o advento tecnológico, as instituições do ensino podem fazer o uso das TIC's, para impulsionar novas metodologias de estudo. A título de exemplo, existem as tecnologias da realidade virtual, que têm sido uma realidade, nos dias de hoje, pois proporcionam um nível de imersão próxima da realidade, o que faz com que seja uma excelente alternativa para a criação de laboratórios virtuais de ciência, para o ensino secundário.

Há alguns aplicativos, como o Titan, hololab, nanome, que são exemplos concretos do uso das RV, na educação.

Pode-se destacar diversas vantagens do uso das tecnologias RV, na educação, tais como o estímulo a criatividade, à participação do aluno e à realização de experimentos virtuais, que possibilita o aprendizado ao ritmo do aluno e também dispensa a necessidade de laboratórios físicos, pois a mesma plataforma pode ser usado por diversos alunos, em variadas instituições de ensino.

O sistema proposto será baseado em plataformas web, onde a aplicação apresenta uma estrutura de 4 camadas, que são de apresentação, web, de aplicação e de base de dados, garantindo, deste modo, uma melhor gestão, na manutenção e na empregabilidade de novos módulos. O módulo impregne no sistema foi da disciplina de biologia, onde pode-se aprender de forma interactiva alguns órgãos do ser humano. O sistema pode ser acedido através de um computador ou de um dispositivo celular, com acesso à *internet*, onde os alunos e professores interagem com o sistema virtual.

### **8.3. Recomendações**

Recomenda-se que o Ministério da Educação, junto com o Ministério de Ciência e Tecnologia de Moçambique possam criar infra-estruturas necessárias que possam colocar o projecto em prática, provendo alguns equipamentos computacionais, nas escolas, e o acesso à *internet* para os alunos, para que possam ter a oportunidade de ter acesso aos laboratórios virtuais, caso não tenham recursos próprios.

Recomenda-se também a exploração de outras plataformas imersivas, como o uso de realidade aumentada, pois, embora não seja totalmente imersa, como a realidade virtual, proporciona uma grande experiência a um custo inferior, já que não necessita de diversos equipamentos para a interacção com o meio virtual.

Recomenda-se a capacitação dos professores, podendo ser adicionado, no seu currículo de formação, habilidades técnicas ligadas à informática, para que os mesmos possam tirar proveito das demais possibilidades que ela oferece, na área académica.

## 9. Capítulo VIII - Referências bibliográficas

### 9.1. Referências bibliográficas

1. Abdelaziz, M. A., Riad, A. E. D. M., & Senousy, M. B. (2014). *Challenges and Issues in Building Virtual Reality-Based e-Learning System*.
2. Assis, E. C. P. (2010). *Ciberespaço e pós-modernidade em Neuromancer de William Gibson, Bahia-Brasil*. <http://www.cult.ufba.br/wordpress/24841.pdf>
3. Borges, A. T. (2002). *Novos rumos para o laboratório escolar De ciências*.
4. Cardoso, A., Kirner, C., & Frango, I. (2017). *O Desafio de Projetar Recursos Educacionais com uso de Realidade Virtual e Aumentada*. <https://sol.sbc.org.br/index.php/desafie/article/download/3109/3071/dadefranciscocubal.pdf>
5. Cherequejanhe, A. C. (2014). *Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino*. <https://www.webartigos.com/storage/app/uploads/public/588/4ce/591/5884ce591a77b400086995.docx>
6. Dias, V. M. P. (2009). *Realidade Virtual na Aprendizagem de Conceitos Matemáticos Aplicações 3D na Geometria*. AMGH Editora Ltda.
7. Feitosa, F. D., Albes, K. C., & Filho, P. N. (2009). *Conceitos de interatividade e suas Funcionalidades*.
8. Filipe, L. B., & Michael, L. (2014). *Aplicações escaláveis com mean stack*.
9. Flórido, F. M. S. (2011). *Introdução á Teoria da Interactividade*. <https://armazemresumostk.webcindario.com/12ano/introducaoateoriadainteractividadefranciscocubal.pdf>
10. Geraldi, L., & Bizelli, J. (2016). *Tecnologias da informação e comunicação na educação: Conceitos e definições, Revista Eletrônica de Política e Gestão Educacional*.
11. Gil, A. C. (2002). *Como Elaborar Projectos de Pesquisa* (4th ed.). Atlas S.A.
12. Giti, J. (1992). *Virtual Reality and Education*. <http://www.bocc.ubi.pt/pag/feitosa-alves-neto-conceitos-de-interatividade.pdf>
13. Macamo, E. M. (2015). *INSUCESSO ESCOLAR EM MOÇAMBIQUE Estudo de caso na Escola Secundária Graça Machel*.
14. Marconi, M. A., & Lakatos, M. E. (2003). *Fundamentos de metodologias Científicas* (5th ed.). Atlas S. A.

15. MINED. (2020). *Plano Estratégico da Educação 2020-2029*.  
<https://www.globalpartnership.org/sites/default/files/document/file/2020-22-Mozambique-ESP.pdf>
16. MINEDC. (2007). *PLANO CURRICULAR DO ENSINO SECUNDÁRIO GERAL (PCESG)*.
17. Mulema, A. C. F., Muassica, H. S., Mussa, N., & Amade, R. (2017). *História do Ensino de Física em Moçambique*.  
[https://www.academia.edu/35221975/Historia\\_do\\_Ensino\\_de\\_Fisica\\_em\\_Mocambique](https://www.academia.edu/35221975/Historia_do_Ensino_de_Fisica_em_Mocambique)
18. O Plano Tecnológico da Educação. (2011). *As tecnologias de informação e comunicação a potenciar o ensino de Moçambique*.
19. Pantelidis, V. S. (2009). *Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality*.  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1131313.pdf>
20. Pereira, A. R., & Peruzza, A. P. P. M. (2002). *Tecnologia de Realidade Virtual Aplicada à Educação Pré-Escolar-Faculdade de Informática*.
21. Pohlmann, M., & Silva, F. P. (2019). *Use of Virtual Reality and Augmented Reality in Learning Objects: A case study for technical drawing teaching*.
22. Roger, S. P. (2001). *Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional* (7th ed.).
23. Sacates, A. R. (1997). *Montagem e gestão de um laboratório de física para o ensino na escola secundária do Lhanguene*.
24. Sherma, W. R., & Craig A. B. (2002). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design* (1st ed.). Morgan Kaufmann.
25. Silva, E. D. (2017). *A importância das atividades experimentais na educação*.
26. Silva, E. L., & Menezes, E. M. (2005). *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação* (4th ed.).
27. Sommerville, I. (2011). *Engenharia de Software* (9th ed.). PEARSON.
28. Stefan, W., & Guimarães. (2018). *O uso de realidade virtual no ensino de ciências como facilitadora no processo de aprendizagem: Uma abordagem neurocientífica cognitiva nos temas de ciências*.
29. Steuer, J. (1993). *Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence*.  
<http://papers.cumincad.org/data/works/att/27eb.content.pdf>
30. Tomasz, M., & Michael, G. (1996). *History, Applications, Technology and Future, Vienna University of Technology*.

[https://www.researchgate.net/publication/2617390\\_Virtual\\_Reality\\_-\\_History\\_Applications\\_Technology\\_and\\_Future](https://www.researchgate.net/publication/2617390_Virtual_Reality_-_History_Applications_Technology_and_Future)

31. Tori, R., Kirner, C., & Siscouto, R. (2006). *Fundamento e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. [https://pcs.usp.br/interlab/wp-content/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos\\_e\\_Tecnologia\\_de\\_Realidade\\_Virtual\\_e\\_Aumentada-v22-11-06.pdf](https://pcs.usp.br/interlab/wp-content/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf)

## 9.2. Outra bibliografia consultada

1. Silva, M. M. M. M. (1998). *Multimédia*. <https://www.porto.ucp.pt/nonio/sala/exerc/multim.pdf>
2. Reginaldo, C. C., Sheid, N. J., & Güllich, R. I. (2012). *O Ensino De Ciências E A Experimentação*. <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/286>
3. Euclides, C. (2014). *Um olhar ao ensino centrado no aluno*. <http://www.jornalnoticias.co.mz/index.php/analise/16645-um-olhar-ao-ensino-centrado-no-aluno.html>
4. Hoguane, P. I. M. (2008). *Identificação dos problemas da aulas páticas laboratórias no ensino secundário geral da zona sul de moçambique*.
5. Pascoal, V. C. B. (2014). *As Políticas De Tic's Na Educacao Mocambicana*. <https://www.webartigos.com/artigos/as-politicas-de-tic-s-na-educacao-mocambicana/120491>

## Glossário

### I

**Imersivo:** é uma sensação mais forte do que olhar e ouvir uma imagem de um monitor. o usuário tem o sentimento de que está dentro do ambiente produzido computacionalmente, obtido por intermédio da exploração de outros sentidos, como a audição e tacto;

### I

**Interactivo:** está ligado à capacidade do computador detectar as entradas do usuário e modificar, instantaneamente, o mundo virtual e as acções sobre ele;

### M

**Multissensorial:** significa que mais de uma modalidade sensorial é usada, ao mesmo tempo, para representar o ambiente, como sentido visual, sonoro, espacial, de reacção do usuário com o ambiente, etc;

### R

**Realístico:** refere-se à precisão com que o ambiente virtual reproduz os objectos reais, as interacções com os usuários e o próprio modelo do ambiente. A Imersão está ligada à sensação de se estar dentro do ambiente. Para que se obtenha esta sensação é necessário o uso de alguns dispositivos tanto visuais como ligados a outros sentidos.

### S

**Sintético:** o ambiente é gerado, em tempo-real, por um sistema computacional (ele não é pré-gravado, como acontece com sistemas de multimídia);

### T

**Tridimensional:** o ambiente virtual é representado tridimensionalmente e, além disso, existem recursos que dão a ideia de que ele possui profundidade e de que o usuário pode mover-se, através dele;

# APÊNDICE

## Apêndice 1 – Especificação dos caso de uso

Tabela A1- 1 Especificação de CDU-1 criação de conta

<b>Nome</b>	<b>Criação de conta</b>
<b>Referência</b>	<b>CDU-1</b>
<b>Descrição</b>	O presente caso de uso consiste na criação da conta do aluno, no sistema
<b>Actores</b>	Aluno/Professor
<b>Pré-condição</b>	Aceder ao sistema
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>6. O aluno/professor deve seleccionar opção “criar nova conta”;</li><li>7. Preencher os campos de criação de conta;</li><li>8. De seguida, o usuário irá seleccionar o tipo de conta (Professor/Aluno);</li><li>9. O sistema efectua a validação da conta;<ol style="list-style-type: none"><li>4.1. Caso o nome do usuário já exista, passa para o fluxo (A1).</li></ol></li><li>5. O sistema exhibe uma mensagem de sucesso;</li><li>6. Fim do caso de uso</li></ol>
<b>Fluxo secundário</b>	(A1) <ol style="list-style-type: none"><li>1. Alterar o nome do usuário, para um nome válido;</li><li>2. Validar o nome do usuário;</li><li>3. Ir para o passo 5 do fluxo principal.</li></ol>

Tabela A1- 2 Especificação de CDU-2 Iniciar secção

<b>Nome</b>	<b>Iniciar secção</b>
<b>Referência</b>	<b>CDU-2</b>
<b>Descrição</b>	O presente caso de uso inicia quando os actores pretendem iniciar uma secção, na plataforma
<b>Actores</b>	Aluno/professor
<b>Pré-condição</b>	Ter sido cadastrado no sistema
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O aluno/professor selecciona a opção “iniciar secção”;</li> <li>2. Preencher os campos de início de secção;</li> <li>3. O sistema efectua a verificação da conta;             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Caso os dados seja inválido, o sistema exiba mensagem “dados incorrectos”, passa para o passo 2;</li> <li>3.2. Caso os actores tenham esquecido a senha, o sistema irá exibir a mensagem de procedimentos de recuperação da senha, passando para o passo 5;</li> <li>3.3. Caso os dados sejam válidos, passa-se para o passo 4;</li> </ol> </li> <li>4. O sistema exibe uma mensagem de início de secção;</li> </ol> <p>Fim do caso de uso.</p>
<b>Fluxo secundário</b>	-----

Tabela A1- 3 CDU-3 Agendar uma aula Laboratorial

<b>Nome</b>	<b>Agendar uma aula Laboratorial</b>
<b>Referência</b>	<b>CDU-3</b>
<b>Descrição</b>	O presente caso de uso é sobre como agendar uma aula laboratorial
<b>Actores</b>	Professor
<b>Pré-condição</b>	Ter sido cadastrado no sistema
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inicia com o caso de uso CDU-4;</li> <li>2. O sistema irá dispôr várias opções, dentre elas “Aulas Laboratoriais”;</li> <li>3. O usuário clica no Botão “Aula Laboratorial”;</li> <li>4. O usuário selecciona clicar no Botão “Agendar Aula Laboratorial”;</li> <li>5. Serão mostrados os campos onde o usuário irá preencher os dados;</li> <li>6. De seguida; irá clicar no botão “submeter”;</li> <li>7. O sistema irá exibir uma mensagem de sucesso;</li> <li>8. O sistema irá mostrar um código identificador; onde os alunos poderão usá-lo, para iniciar a presente aula criada;</li> <li>9. Fim do caso de uso.</li> </ol>
<b>Fluxo secundário</b>	-----

Tabela A1- 4 CDU-4 Interagir com o ambiente virtual

<b>Nome</b>	<b>Interagir com o ambiente virtual</b>
<b>Referência</b>	<b>CDU-4</b>
<b>Descrição</b>	O presente caso de uso é sobre como iniciar uma aula laboratorial.
<b>Atores</b>	Aluno/Professor
<b>Pré-condição</b>	Ter sido cadastrado no sistema
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inicia com o CDU-2;</li> <li>2. Caso o usuário tenha um código, poderá pesquisar a aula laboratorial já criada na área de pesquisa e passa para o fluxo (A1);</li> <li>3. O sistema irá mostrar a lista das disciplinas de ciências disponíveis para a aula laboratorial;</li> <li>4. O aluno/Professor irá seleccionar a disciplina pretendida;</li> <li>5. De seguida o sistema irá exibir as matérias disponíveis; para o laboratório da disciplina seleccionada;</li> <li>6. De seguida, poderá visualizar uma pequena descrição e clicar no botão “iniciar”;</li> <li>7. Ira interagir com o ambiente virtual;</li> <li>8. Caso tenha terminado a aula poderá clicar no botão “Terminar”;</li> <li>9. Fim do caso de uso.</li> </ol>
<b>Fluxo secundário</b>	<p>(A2)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caso haja resultados, o usuário poderá clicar na aula laboratorial e passar para o passo 7 <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Caso não, poderá voltar ao passo 2, ou prosseguir com o passo 4</li> </ol> </li> </ol>

Tabela A1- 5 CDU-5 Visualiza secções Laboratoriais

<b>Nome</b>	<b>Visualiza secções Laboratoriais</b>
<b>Referência</b>	<b>CDU-5</b>
<b>Descrição</b>	O presente demonstra como o usuário visualiza as secções laboratoriais
<b>Acores</b>	Aluno/Professor
<b>Pré-condição</b>	Ter criado uma aula laboratorial
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inicia com o CDU-2;</li> <li>2. No menu o usuário irá seleccionar na opção Aulas laboratoriais;</li> <li>3. De seguida, o sistema ira mostrar a listas das aulas laboratoriais já criadas;</li> <li>4. O usuário irá seleccionar a aula laboratorial pretendida;</li> <li>5. O sistema irá mostrar as informações sobre a aula; laboratorial seleccionada;</li> <li>6. Fim do caso de uso.</li> </ol>
<b>Fluxo secundário</b>	-----

## Apêndice 2 – Diagramas de seqüência

### a) Diagrama de seqüência CDU-16 – Pesquisar por Aula Laboratorial

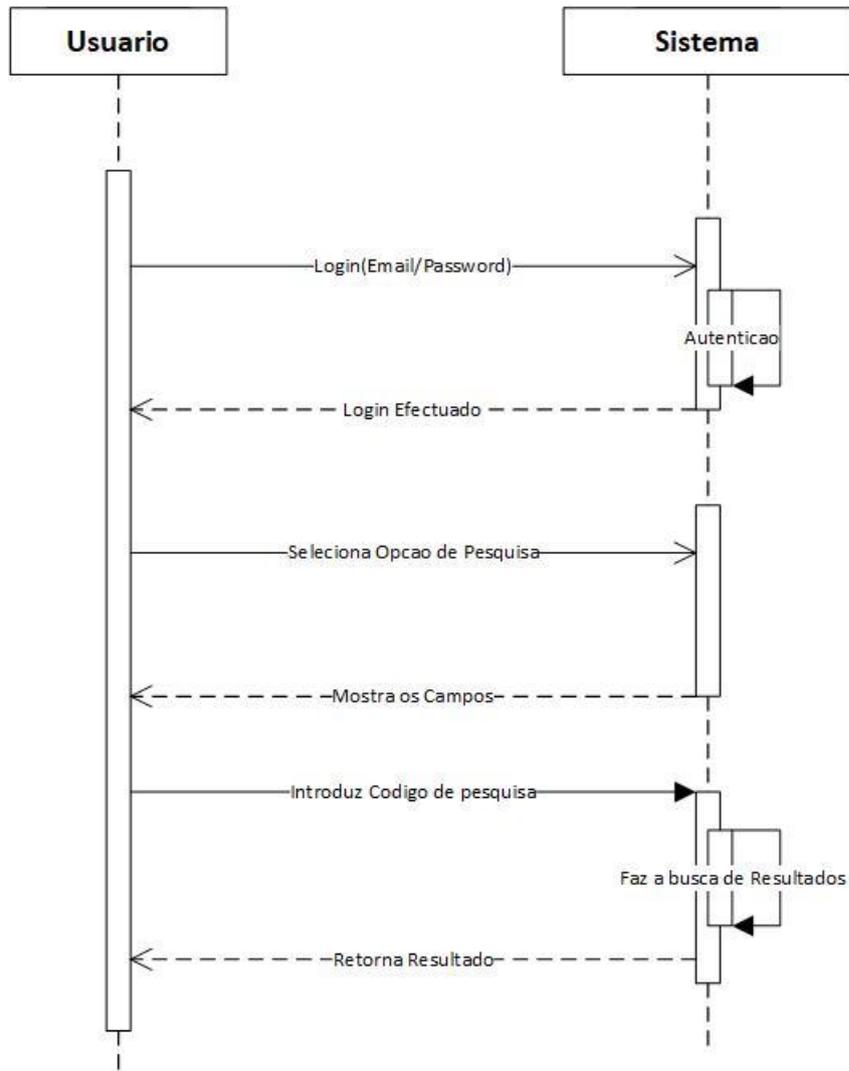


Figura A1- 1 Diagrama de seqüência CDU-16

b) Diagrama de sequência CDU-01 – Criação de Conta

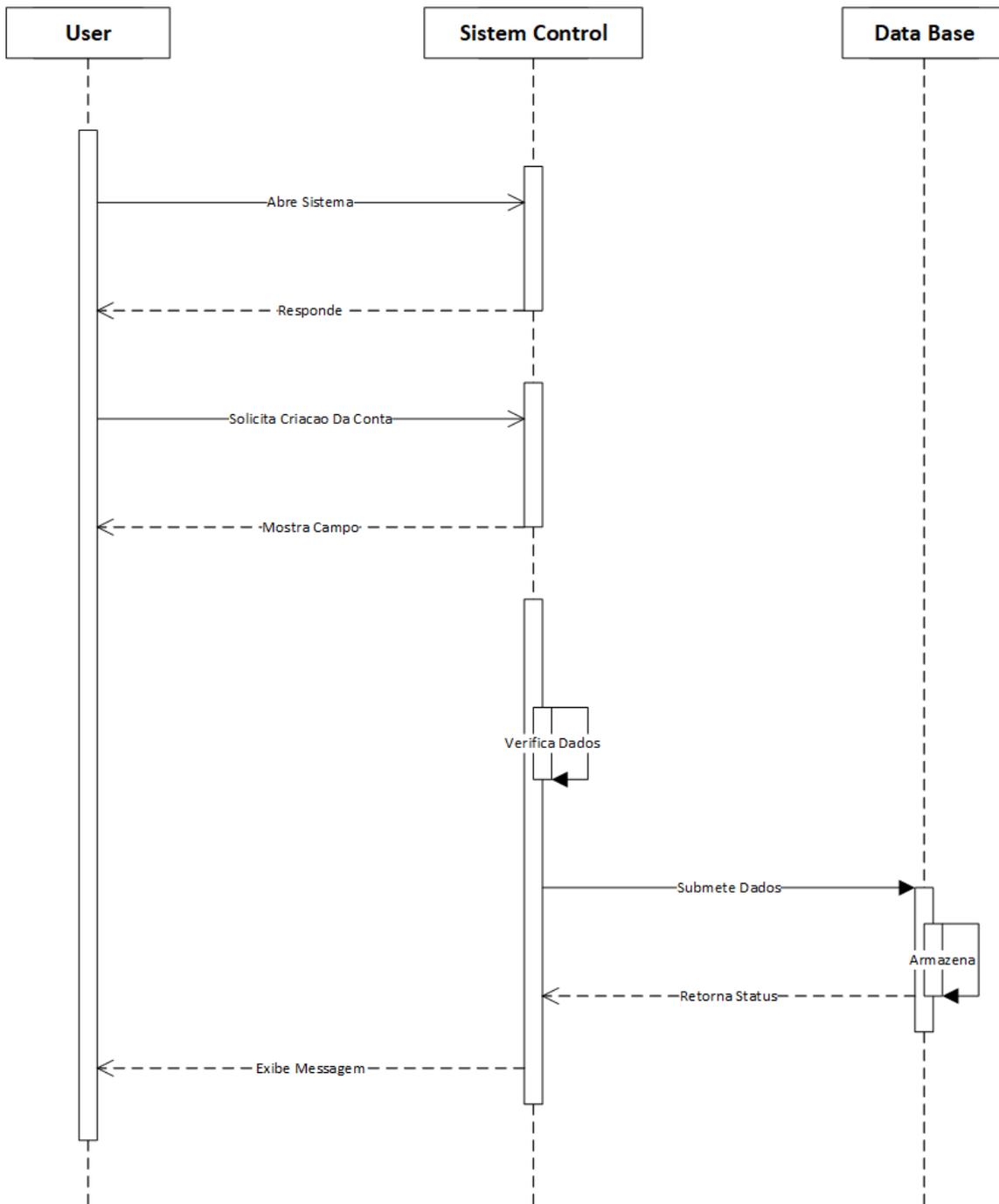


Figura A1- 2 Diagrama de sequência CDU-01

c) Diagrama de seqüência CDU-4 Interagir com o ambiente virtual

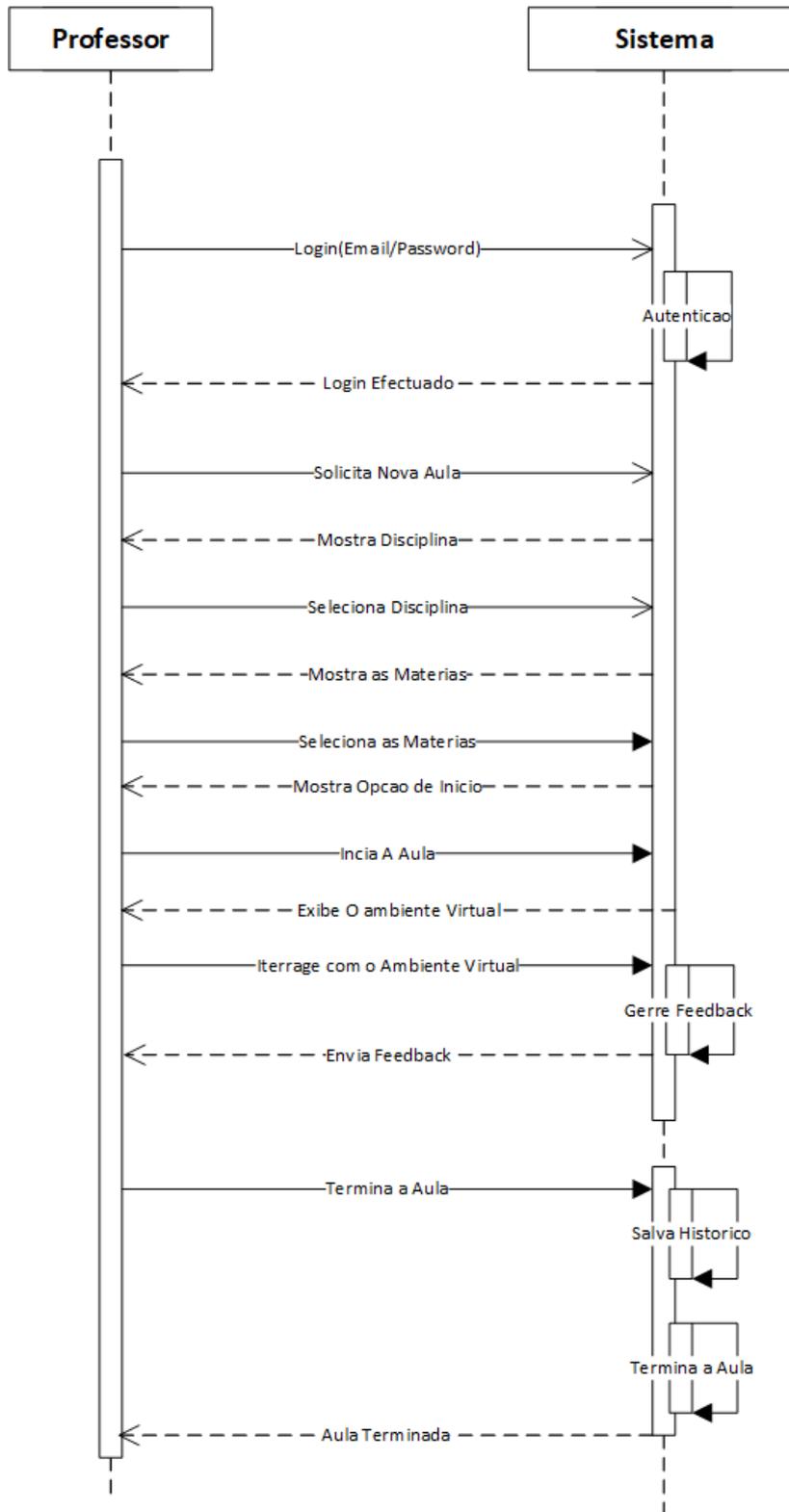


Figura A1- 3 Diagrama de seqüência CDU-4

### Apêndice 3 – Diagramas de Estudo

#### a) Diagrama de Actividade CDU-03 – Agendar uma Aula Laboratorial

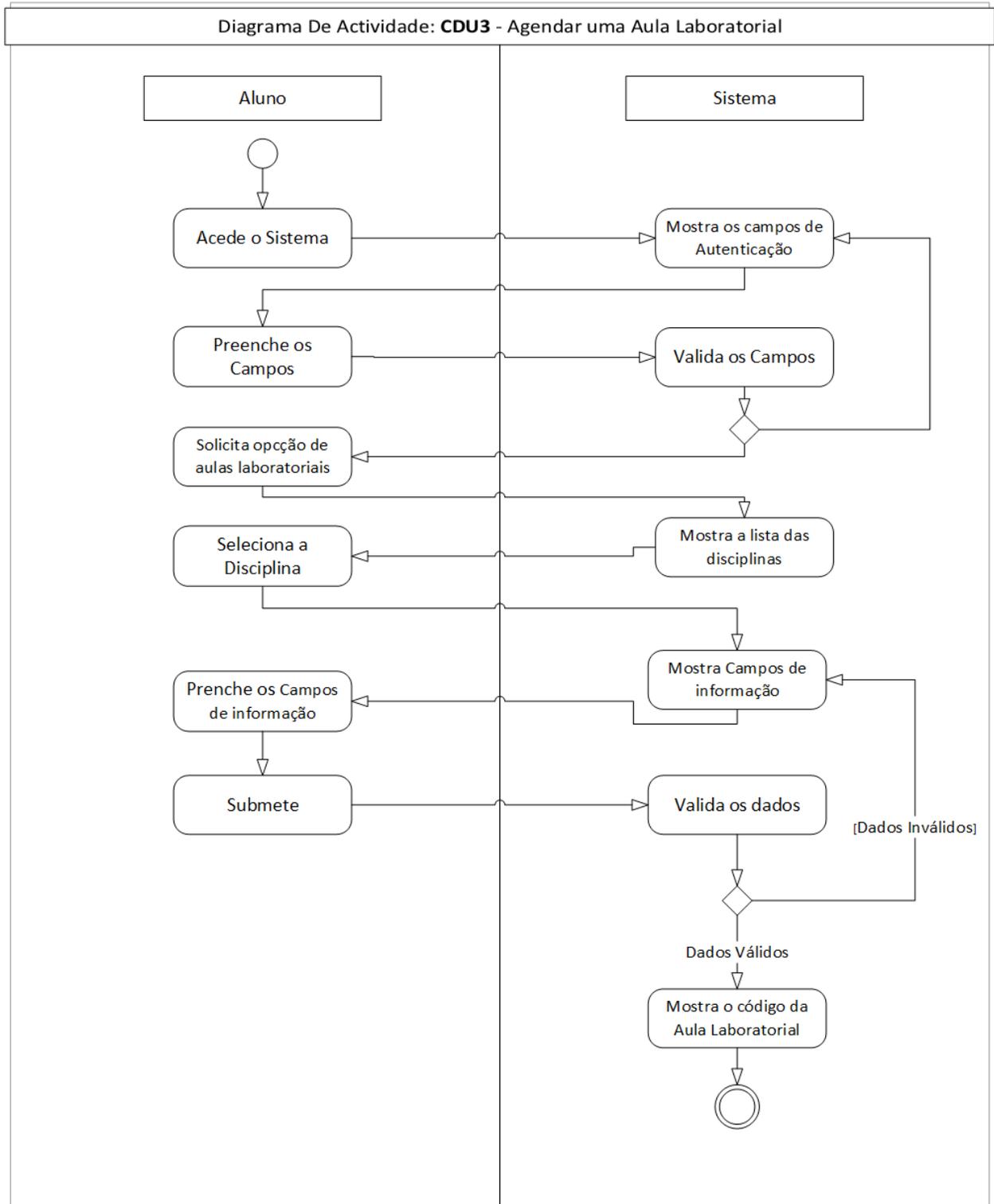


Figura A2 - 1 Diagrama de Actividade CDU-03

b) Diagrama de Actividade CDU-04 – Interagir com o laboratório Virtual

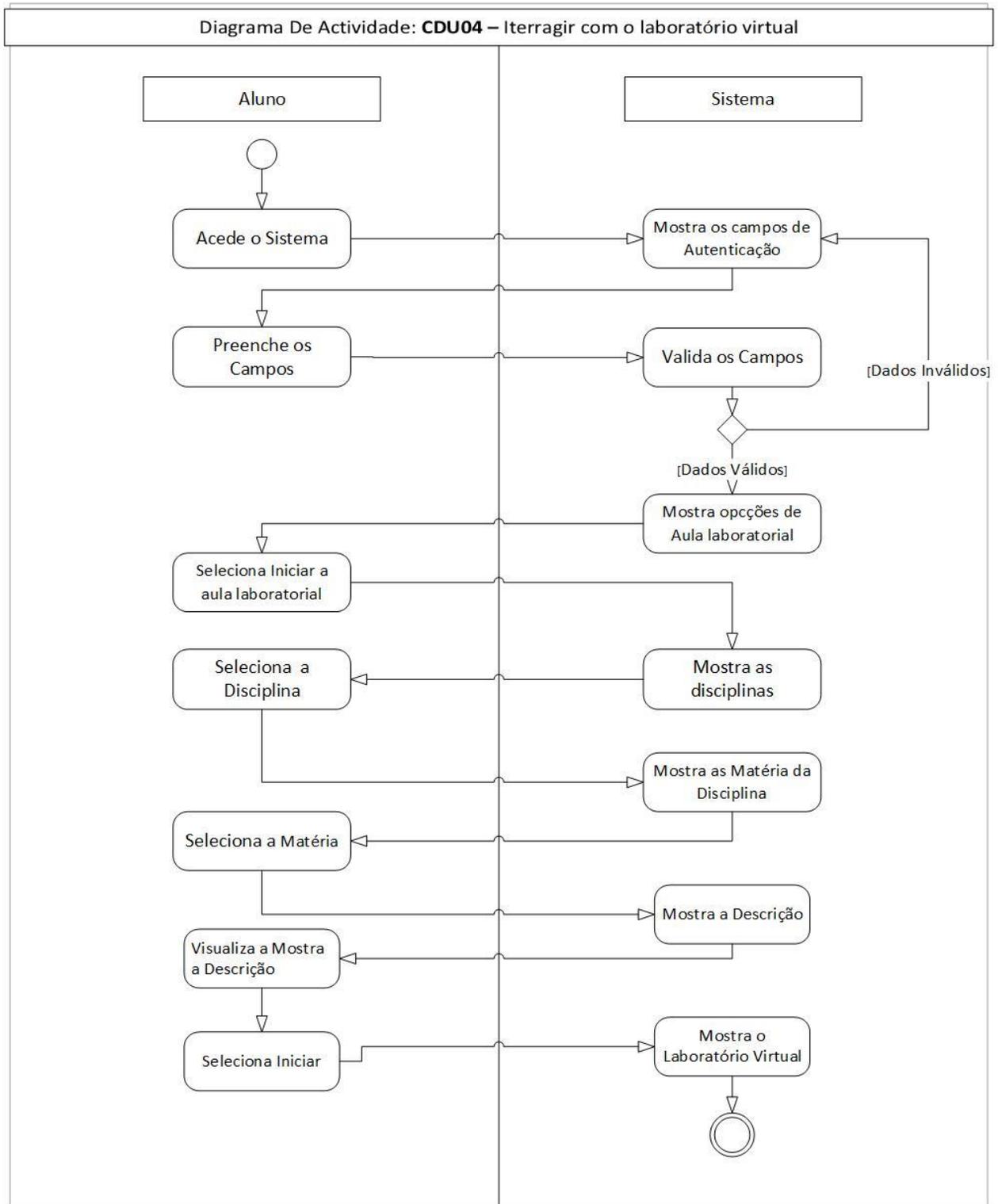


Figura A2 - Diagrama de Actividade CDU-04

c) Diagrama de Actividade CDU-16 – Pesquisar por Aula Laboratorial

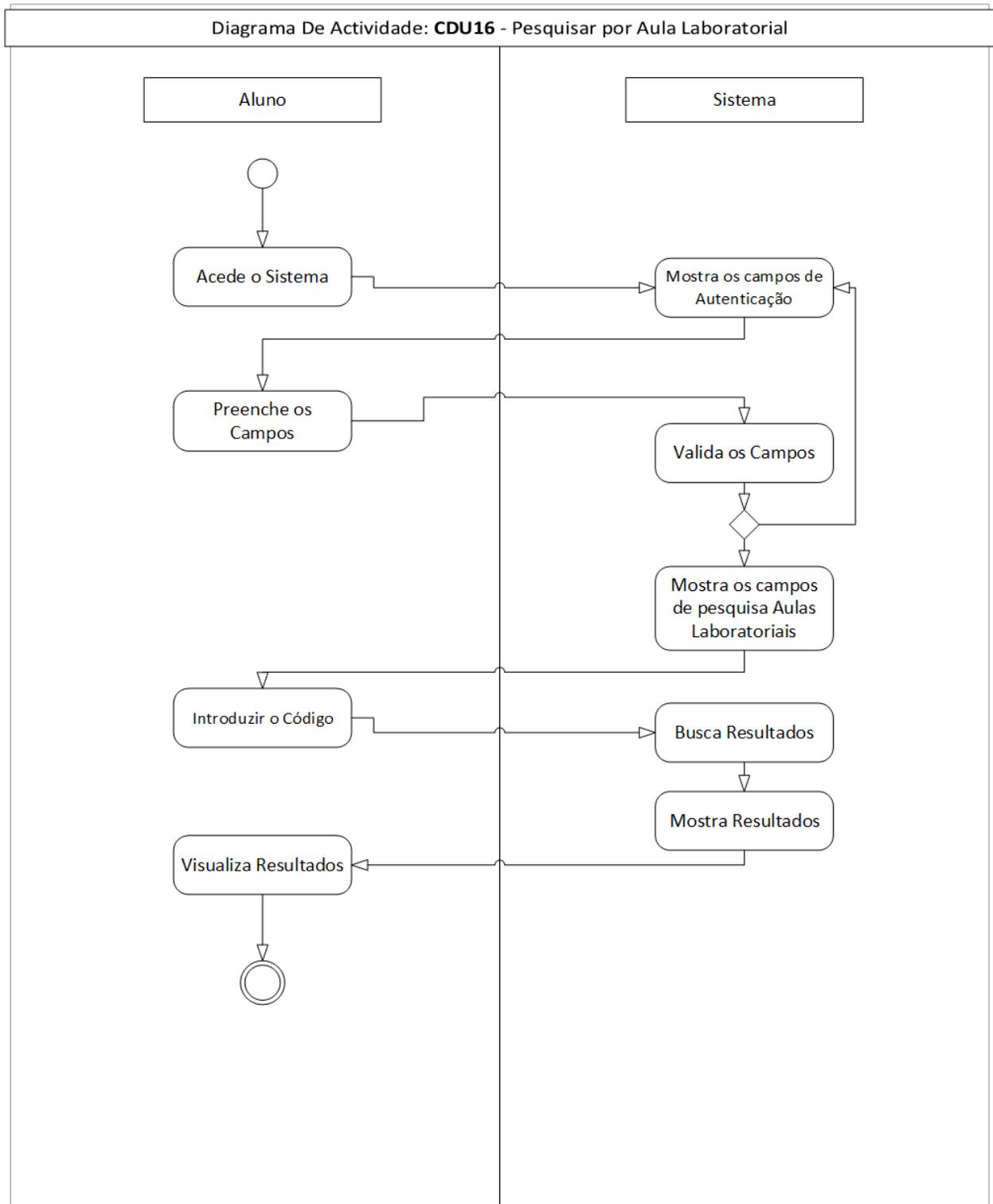


Figura A2 - 2 Diagrama de Actividade CDU-16

d) Diagrama de Actividade CDU-05 – Visualizar Secções Laboratoriais

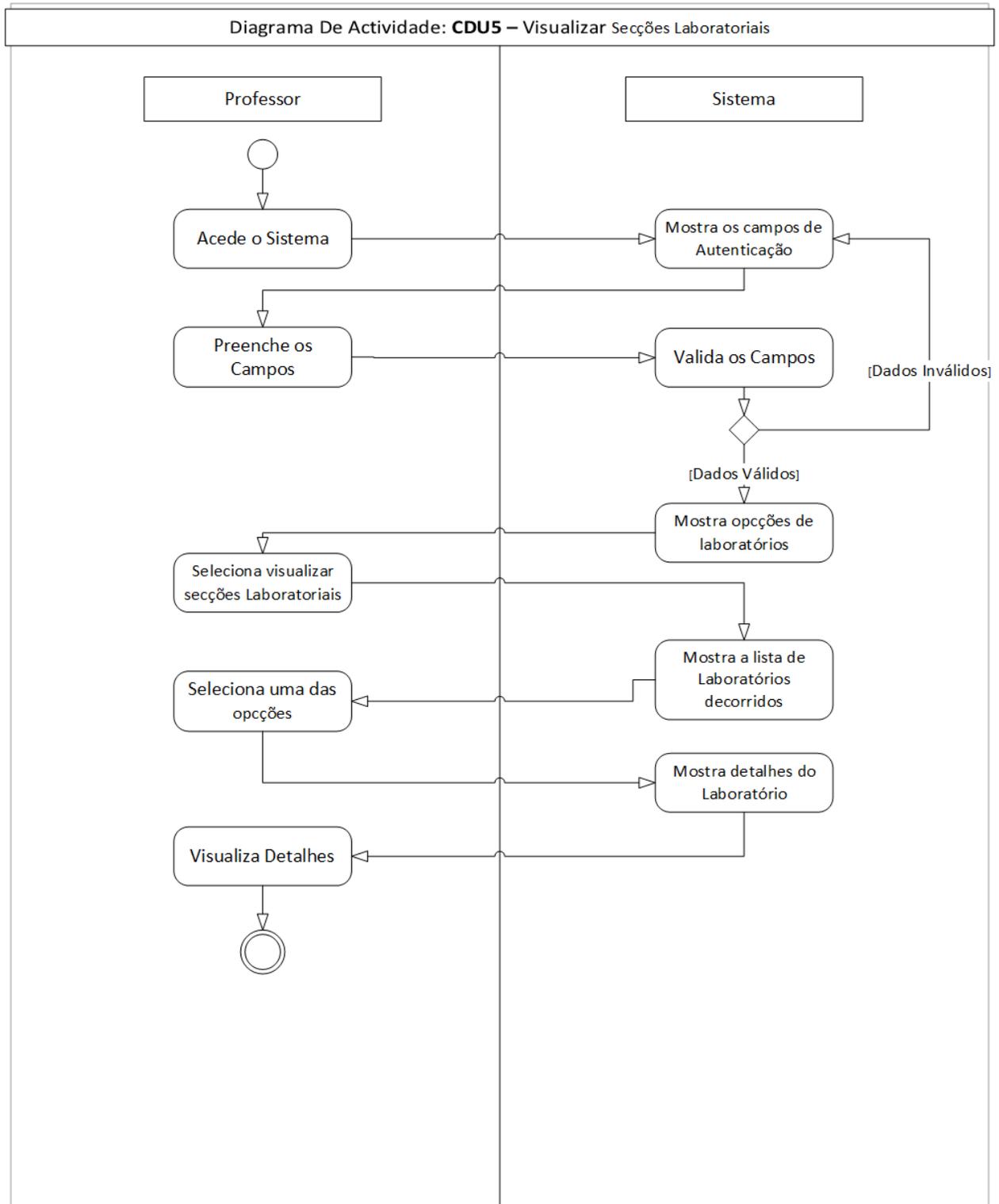


Figura A2 - 3 Diagrama de Actividade CDU-05

**Apêndice 4 – Diagrama de Classes**

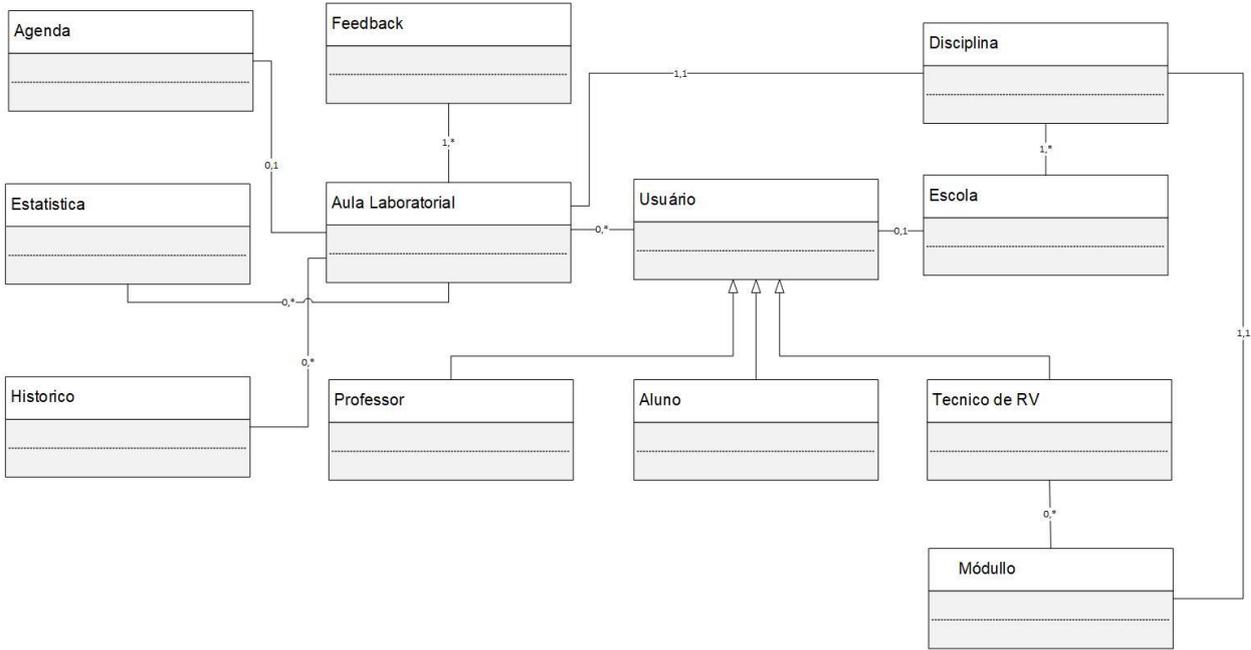


Figura A3- 1 Diagrama de Classes

## Apêndice 5 – Protótipo do sistema

### a) Página inicial do sistema

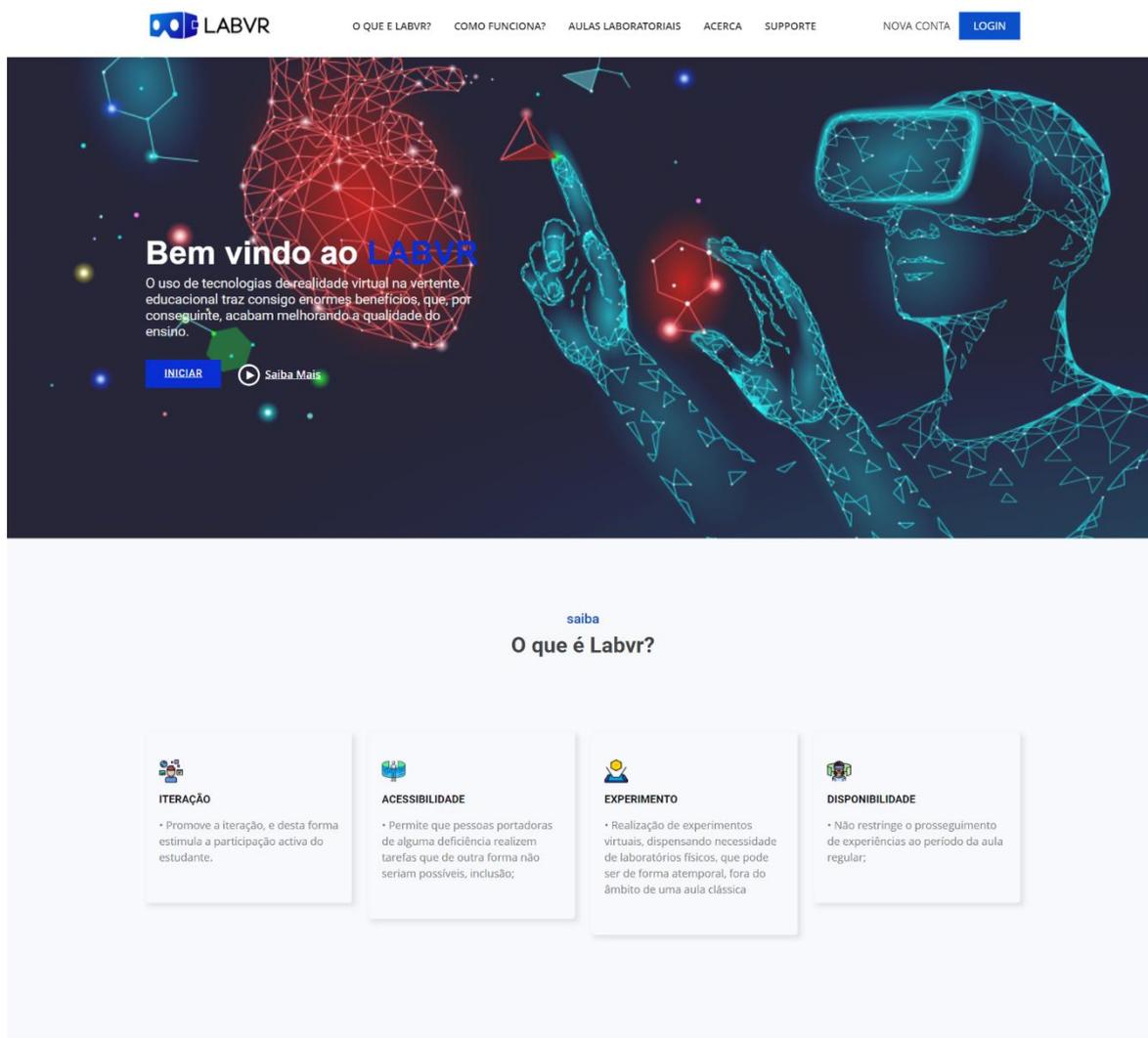


Figura A4- 1 Tela da página inicial do sistema

b) Tela de Login

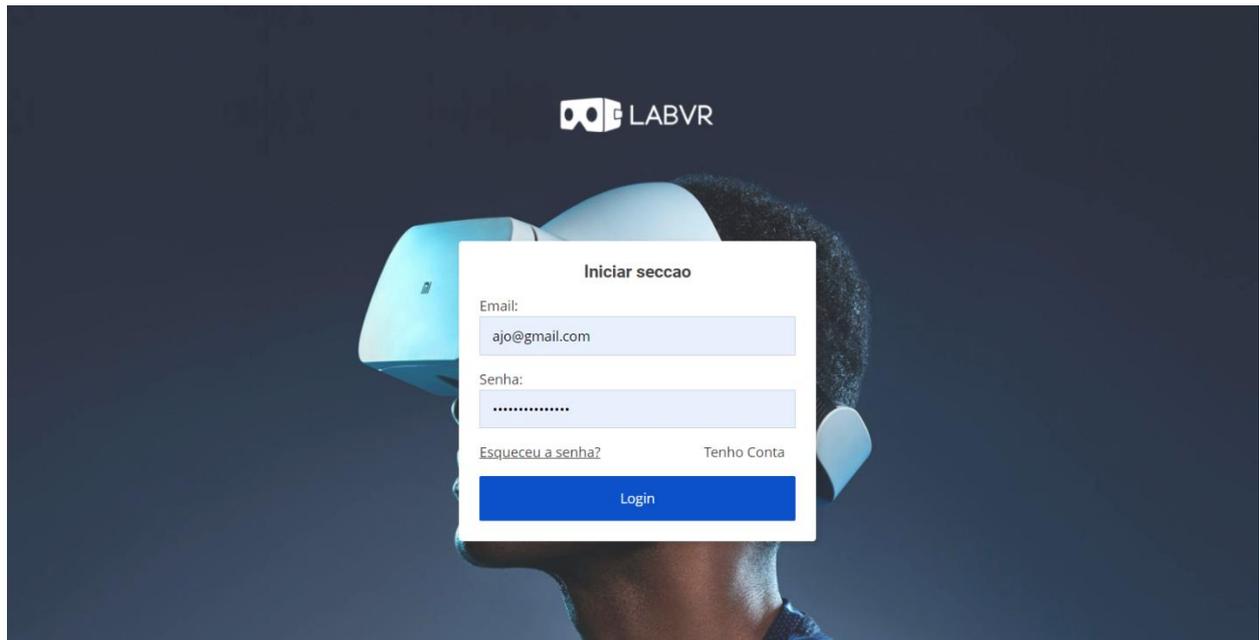


Figura A4- 2 Tela de Login do Sistema

c) Tela de Registo: Passo 1 – Tipo de conta

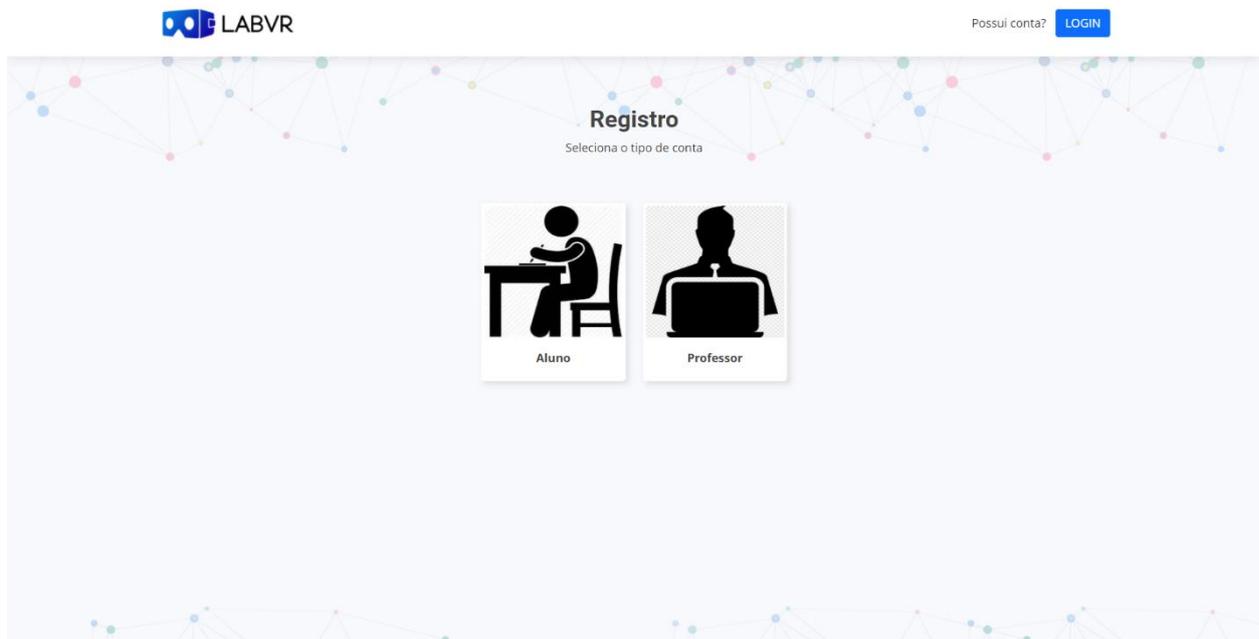


Figura A4- 3 Tela de Registro: Passo 1 – Tipo de conta

d) Tela de Registo: Passo 2 – Dados de Acesso

The screenshot shows the registration page for LABVR. At the top left is the LABVR logo, and at the top right is a link for 'Possui conta? LOGIN'. The main heading is 'Registo' with the instruction 'Preencha os campos de registo abaixo'. The form contains three input fields: 'Email:' with the value 'ajo@gmail.com', 'Senha:' with masked characters, and 'Repetir Senha:'. Below the form are two buttons: 'Voltar' and 'Avancar'.

Figura A4- 4 Tela de Registo: Passo 2 – Dados de Acesso

e) Tela de Registo: Passo 3 – Outras Informações

The screenshot shows the registration page for LABVR. At the top left is the LABVR logo, and at the top right is a link for 'Possui conta? LOGIN'. The main heading is 'Registo' with the instruction 'Preencha os campos de registo abaixo'. The form contains several input fields: 'Nome:' and 'Apelido:' (both empty), 'Escola:' with the value 'Escola Secundaria Da polana', 'Classe:' with the value '8a Classe', 'Turma:' (empty), and 'Telefone:' (empty). Below the form are two buttons: 'Voltar' and 'Finalizar'.

Figura A4- 5 Tela de Registo: Passo 3 – Outras Informações

## f) Tela de Pesquisa de aula laboratorial

The screenshot shows the LABVR website interface. At the top, there is a navigation bar with the LABVR logo and links for 'O QUE E LABVR?', 'COMO FUNCIONA?', 'AULAS LABORATORIAIS', 'ACERCA', 'SUPORTE', 'NOVA CONTA', and 'LOGIN'. The main content area is titled 'Pesquisar pera Aula laboratorial' and includes a search prompt: 'Poderá usar o código da aula laboratorial exemplo: "Lab3242" Ou seleciona a disciplina'. Below this is a search input field with the placeholder 'ex: Lab242...' and a 'Pesquisar' button. Three category cards are displayed: 'Quimica' with an image of laboratory glassware, 'Biologia' with an image of human internal organs, and 'Fisica' with an image of a person using a microscope. The footer contains four columns: 'Sobre Nos' (describing virtual experiments), 'Menu' (with links to HOME, Acerca, Laboratorio, Supporte, and Contacto), 'Disciplinas' (listing Fisica, Quimica, and Biologia), and 'Nossas redes Sociais' (with an email subscription field and social media icons for Twitter, Facebook, Instagram, YouTube, and LinkedIn). A copyright notice at the bottom reads '© Copyright LABVR. 2021@copyright\* Todos direitos reservados'.

Figura A4- 6 Tela de Pesquisa de aula laboratorial

## g) Tela de detalhes da aula Laboratorial

The screenshot displays the LABVR website interface. At the top, the navigation bar includes the LABVR logo and links for 'O QUE É LABVR?', 'COMO FUNCIONA?', 'AULAS LABORATORIAIS', 'ACERCA', 'SUPORTE', 'NOVA CONTA', and 'LOGIN'. The main content area features a lesson titled 'Funcionamento do sistema digestivo' in the discipline of 'Biologia'. The lesson description includes the code 'Lb34543' and is attributed to Professor Miguel Da Silva at Escola Secundaria da Polana. A 'Iniciar Laboratorio' button is present, along with a 'Mais Detalhes' link and a 'Data limite: 22/11/2021' notice. To the right, there is a 3D anatomical illustration of the human digestive system. Below the main lesson details, there are sections for 'Detalhes Da Experiencia' (including objectives, materials like 'Lupa', 'Luvas', and 'Bata', and procedures) and 'Guião do Laboratorio' (with a 'Download do guia' button). The footer contains 'Sobre Nos', 'Menu' (HOME, Acerca, Laboratorio, Supporte, Contacto), 'Disciplinas' (Física, Química, Biologia), and 'Nossas redes Sociais' (email subscription and social media icons for Twitter, Facebook, Instagram, YouTube, and LinkedIn). A copyright notice for LABVR 2021 is at the bottom.

Figura A4- 7 Tela de detalhes da aula Laboratorial

## h) Tela de Interação com o Ambiente Virtual

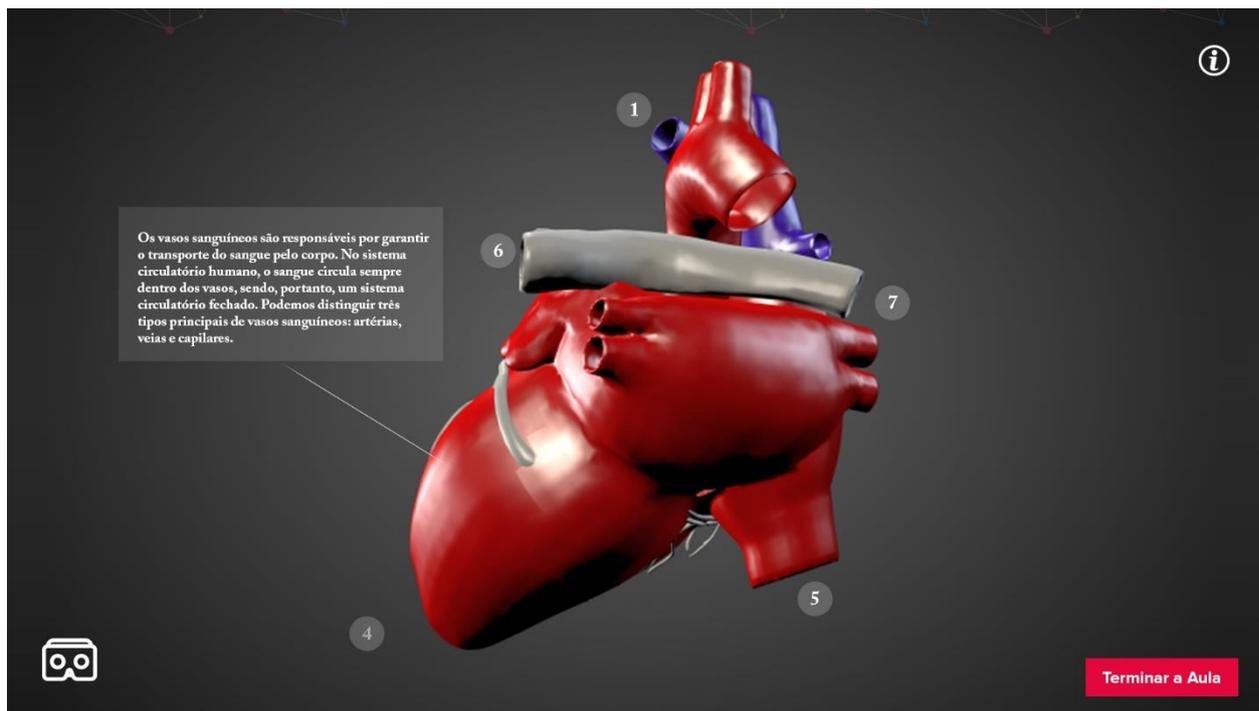


Figura A4- 8 Tela de Interação com o Ambiente Virtual

## Apêndice 6 - Guião de entrevistas



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
**QUESTÕES – GUIA PARA AS ENTREVISTAS**

**Local da entrevista:** Escola Secundária da Polana

**Entrevistado (a):** Alunos do nível médio

### **Objectivo**

1. O que entendes por um laboratório?
2. Já participou em experiências laboratoriais?
3. Quantas vezes?
4. Qual foi o local?
5. Qual foi a disciplina?
6. Qual era o objectivo da experiência?
7. Quem era o supervisor da experiência?
8. Quais são as suas expectativas em relação a aulas laboratoriais?
9. Descreva a experiência?
10. Qual foi o nível de satisfação? (Má/Razoável/boa)
11. Quais são os procedimentos de segurança seguidos?
12. Quais são as recomendações sobre as aulas laboratoriais?
13. Qual é o seu nível de domínio na informática?
14. Possui um computador? Se sim, qual é a referência?
15. Possui um celular? Se sim, qual é a referência?
16. Já ouviu falar sobre realidade virtual?



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
**QUESTÕES – GUIA PARA AS ENTREVISTAS**

**Local da entrevista:** Escola Secundária da Polana

**Entrevistado (a):** Professores de ciências

**Objectivo:** Perceber os procedimentos laboratoriais seguidos em aulas práticas, nas disciplinas de ciência.

1. Que disciplina de ciências lecciona?
2. A escola tem laboratório?
3. Se Sim, quais são as condições do laboratório?
4. Quais são os equipamentos contidos nos laboratórios?
5. Como fazem a aquisição de materiais laboratoriais?
6. Se não existe, há um plano para a construção de um laboratório?
7. Como têm sido dado as aulas laboratoriais?
8. Qual é a frequência das aulas laboratoriais?
9. Quais são os procedimentos a seguir, em aulas laboratoriais?
10. Como é a avaliação de nível de satisfação dos alunos?
11. Quais são as medidas de segurança adoptadas para os estudantes e os professores, durante as aulas laboratoriais?
12. Qual é a duração das aulas laboratoriais?
13. Qual é a capacidade dos laboratórios?
14. De que maneira garantem que o todos os estudantes tenham acesso ao laboratório?
15. A escola possui um laboratório de informática?
16. Quais são os desafios/constrangimentos enfrentados durante as aulas laboratoriais?



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
**QUESTÕES – GUIA PARA AS ENTREVISTAS**

**Local da entrevista:** Maputo-Moçambique

**Entrevistados (as):** Alunos diversos

**Objectivo:** Perceber o nível de domínio dos estudantes em relação a aulas laboratoriais

1. Nome

---

2. Idade

---

3. Nível Académico

- Médio
- Universitário

4. Escola que frequenta

---

5. Já i participou numa experiência laboratorial?

- Sim
- Não

6. Quantas vezes?

---

7. Como foi a experiência?

- Má
- Razoável

Boa

8. Qual foi objectivo da experiência?

---

9. O que acha de aulas laboratoriais?

Necessárias

Não fazem diferença

Nenhuma opinião

10. Qual é o seu nível de domínio na informática?

Baixa

Media

Excelente

11. Possui um computador?

Sim – Referência \_\_\_\_\_

Não

12. Já ouviu falar sobre realidade virtual?

Não

Sim

13. Acha relevante a existência de laboratórios, nas escolas?

Não

Talvez

Sim

14. O que acha sobre a criação de laboratórios virtuais?

Uma boa ideia

Uma má ideia

**ANEXO**

## Anexo 1 - Plano Tecnológico da educação

Tabela A2 - 1 Pilar 1 na incorporação das novas tecnologias de informação, no sector da educação

Área de Actuação	Resultados a Atingir	Meta
<b>4.1.1</b> <b>Equipamento</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Equipar as escolas com computadores e equipamento de suporte aos novos métodos pedagógicos</li><li>Munir os professores de computadores pessoais</li><li>Promover a utilização de computadores pelos alunos</li></ul>	<p>100% das salas do Ensino Secundário, Técnico e Formação de Professores equipadas (2026)</p> <p>1 Professor/ 1 PC em 2021</p> <p>5 Alunos/ 1 PC em 2026</p>
<b>4.1.2</b> <b>Conectividade</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Dar acesso à internet a todos os estabelecimentos de ensino</li><li>Desenvolver infra-estruturas de rede locais nas escolas</li><li>Estabelecer uma rede de dados nacional que interligue as instituições de pesquisa, investigação e ensino superior</li></ul>	<p>100% das escolas com acesso à internet em 2026</p> <p>100% das escolas com rede local em 2026</p> <p>100% universidades com acesso a banda larga em 2016</p>

Fonte: (Plano Tecnológico da educação, 2011)

## Anexo 2 - Projectos existentes de realidade virtual para a educação

### a) Nanome

Esta plataforma permite que os visitantes possam interagir, com substância, sob escala molecular, podendo aprender mais sobre as proteínas e a estrutura de variedades de moléculas que compõem o organismo do ser humano.

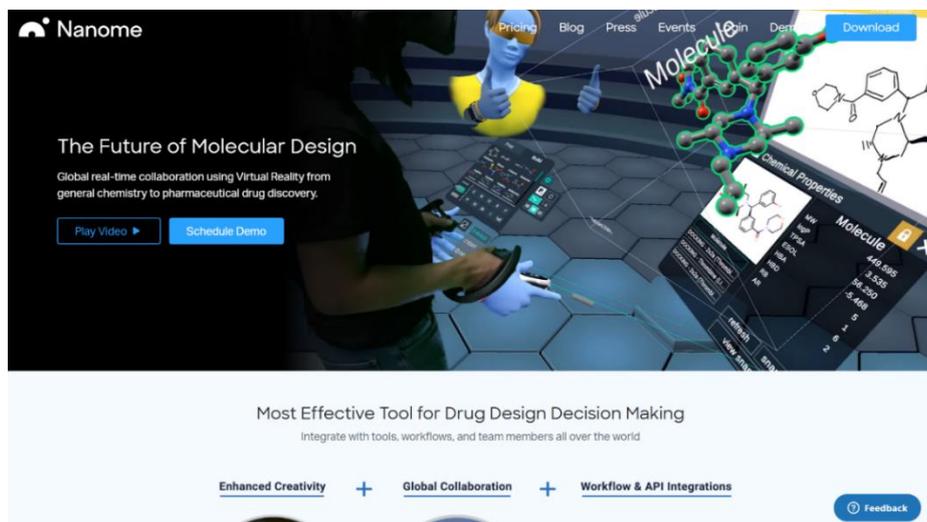


Figura A5- 1 Website do Nanome

Disponível em: <https://nanome.ai/>

### b) HoloLab Champions

É uma aplicação de realidade virtual que permite que os utilizadores possam efectuar experiências laboratoriais químicas, em forma de jogos. Permite que diversos membros possam competir e interagir, em simultâneo e de forma segura.



Figura A5- 2 Website do HoloLab Champions

Disponível em: Fonte: <https://hololabchampions.schellgames.com/>

### c) Titans of Space

É uma das formas interactivas de aprendizagem de conceitos sobre o sistema solar, através do uso de RV, podendo-se saber mais sobre os planetas e as suas respectivas características. Essa aplicação pode ser experimentada com Oculus Rift, HTC Vive, e monitor



Figura A5- 3 Imagem Da plataforma Titans of Space

Disponível em:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.drashvr.titansofspacecb&hl=pt&gl=U>

S/

### d) Anatomyou

Consiste numa plataforma de aprendizado interactivo, possibilitando uma expedição, dentro do corpo humano, de modo a aprender sobre diversos sistemas que compõem o corpo humano, tais como o sistema respiratório, sistema digestivo, sistema circulatório e outros.

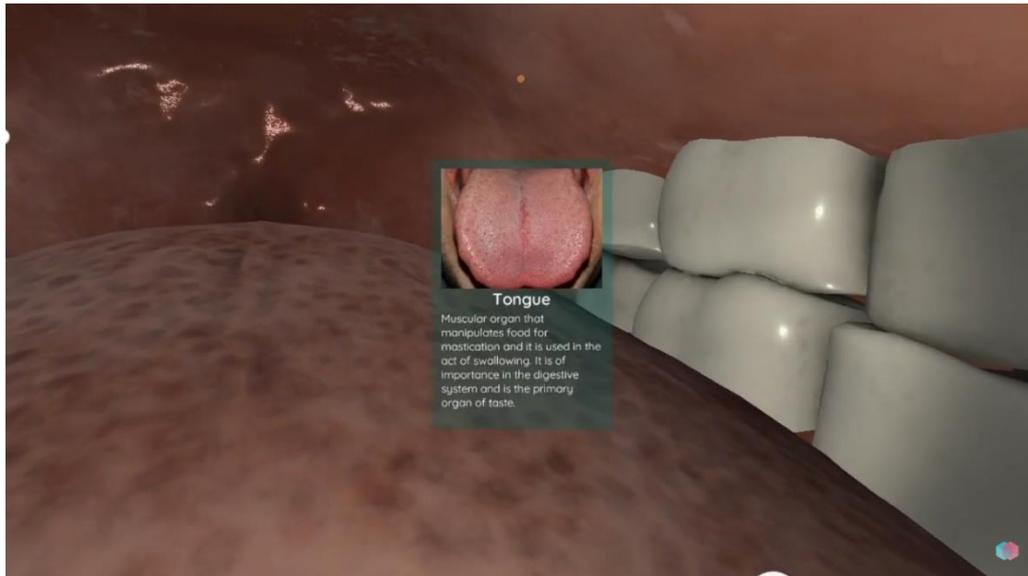


Figura A5- 4 Imagem da Plataforma Anatomyou

Disponível em: <https://anatomyou.com/en/>

#### e) Tilt Brush

É uma aplicação que possibilita, aos usuários, pintar num espaço 3D. Possui variedades de materiais como pinceis, texturas e pode ser experimentado através do Google VR, HTC Vive, ou Oculus Rift.

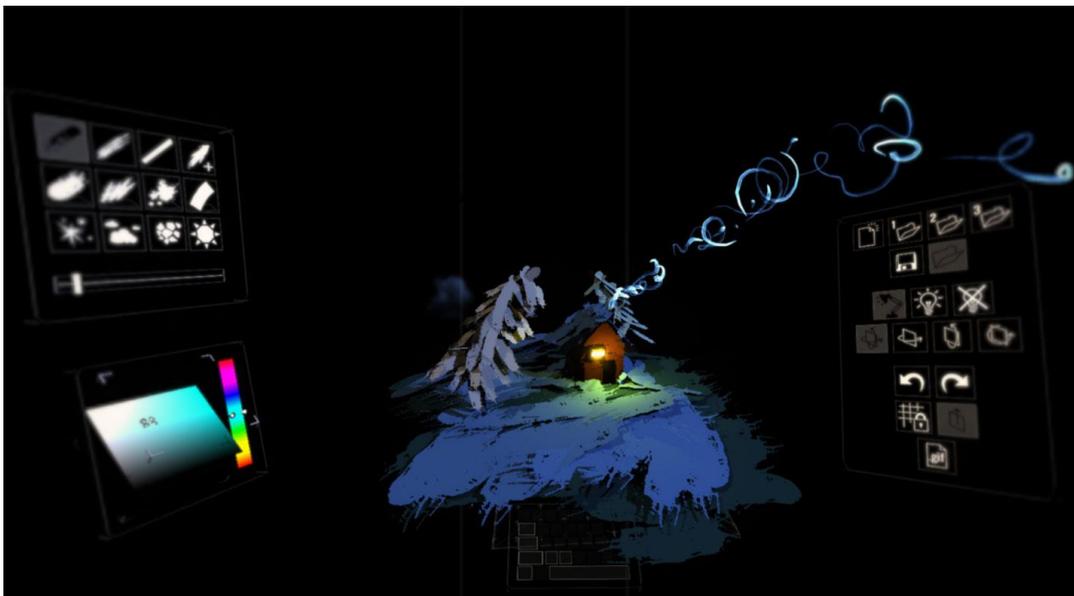


Figura A5- Imagem da Plataforma Tilt Brush

Disponível em: <https://www.tiltbrush.com/>

## f) Google Expedition

É um projecto desenvolvido pela Google e permite que os utilizadores possam fazer viagens para diferentes partes do mundo, como algumas cidades, e experimentar as diferentes culturas, sem, sequer, sair do lugar.

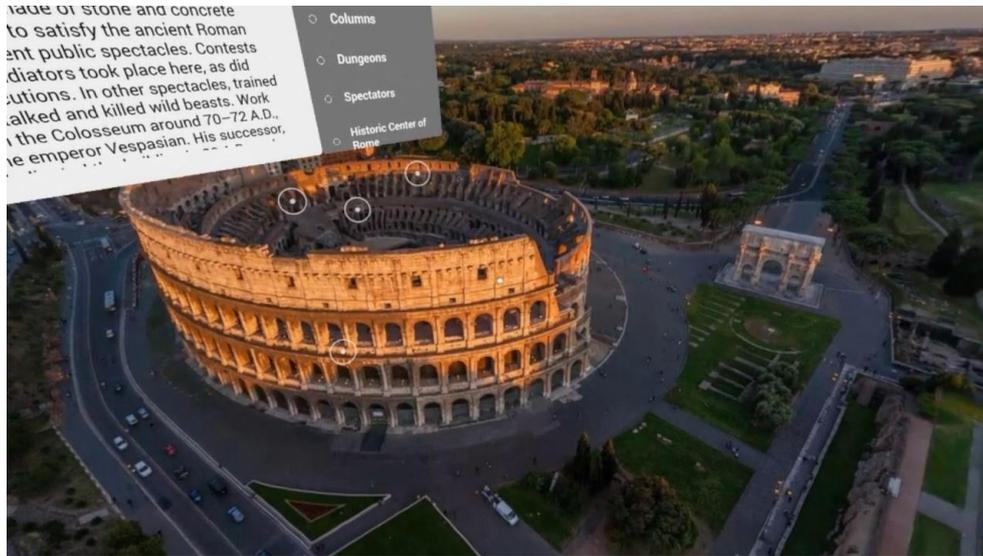


Figura A5- Imagem Da Plataforma Google Expedition

Disponível em: <https://sites.google.com/tcsnc.org/tcs-g-expeditions/home?authuser=0>

### Anexo 3 – Imagens do laboratório da Escola Secundária da Polana

#### a) Sala do laboratório de ciências



Figura A6- 1 Sala do laboratório de ciências

#### b) Alguns Materiais no laboratório de ciências



Figura A6- 2 Alguns Materiais disponíveis no laboratório de ciências

c) Mesa Principal



Figura A6- 3 Mesa principal de experiências

d) Microscópio



Figura A6- 4 Microscópio

e) Substâncias usadas para experiência



Figura A6- 5 Substâncias usadas para experiência

## Anexo 4 - Exemplo de um guião

### a) Exemplo de um guião de aula laboratorial da disciplina de química

ESCOLA SECUNDARIA DA POLANA



NOME DO ALUNO \_\_\_\_\_ NO. \_\_\_ T. \_\_\_ 12ª Classe  
NOME DO ALUNO \_\_\_\_\_ NO. \_\_\_ T. \_\_\_ 12ª Classe  
NOME DO ALUNO \_\_\_\_\_ NO. \_\_\_ T. \_\_\_ 12ª Classe  
NOME DO ALUNO \_\_\_\_\_ NO. \_\_\_ T. \_\_\_ 12ª Classe

**AULA LABORATORIAL DE QUÍMICA NO. II (2019)**

Valores: (     ) O Professor: \_\_\_\_\_

**Tema:** Condições que influenciam a velocidade de uma reacção química

**Objectivo:**

- Mostrar algumas condições que influem na velocidade de uma reacção química.

**Materiais:**

- (por grupo de trabalho) 8 tubos de ensaio; pinça para tubos de ensaio; bico de gás ou banhomaria.

**Experiência - 1 (natureza dos reagentes)**

**1-Materiais:**

- 2 tubos de ensaio; pinça para tubos de ensaio; pipeta.

**2-Reagentes:**

0,5g de carbonato de cálcio em pó; 5ml ácido sulfúrico concentrado e 5 ml de ácido acético (vinagre à 10%).

**3. Procedimento:**

Coloca-se 0,5g de carbonato de cálcio em pó, em cada um dos dois tubos de ensaio. No primeiro acrescenta-se 5ml de ácido sulfúrico concentrado. No segundo tubo de ensaio acrescenta-se 5ml de ácido acético diluído. Anote as observações.

**4- Conclusão:** O ácido clorídrico reage activamente com carbonato de cálcio em pó, enquanto o ácido acético reage lentamente. Esta experiência confirma que a velocidade das reacções químicas depende da natureza dos reagentes.

**Experiência - 2 (superfície de contacto das substâncias):**

**1-Materiais:**

- 2 tubos de ensaio; pinça para tubos de ensaio; pipeta.

PROF. Orlando 1

Figura A6- 6 Guião de Laboratório

## Anexos 5 – Dispositivos de Realidade Virtual

### a) Dispositivos HMD de Realidade Virtual e suas características

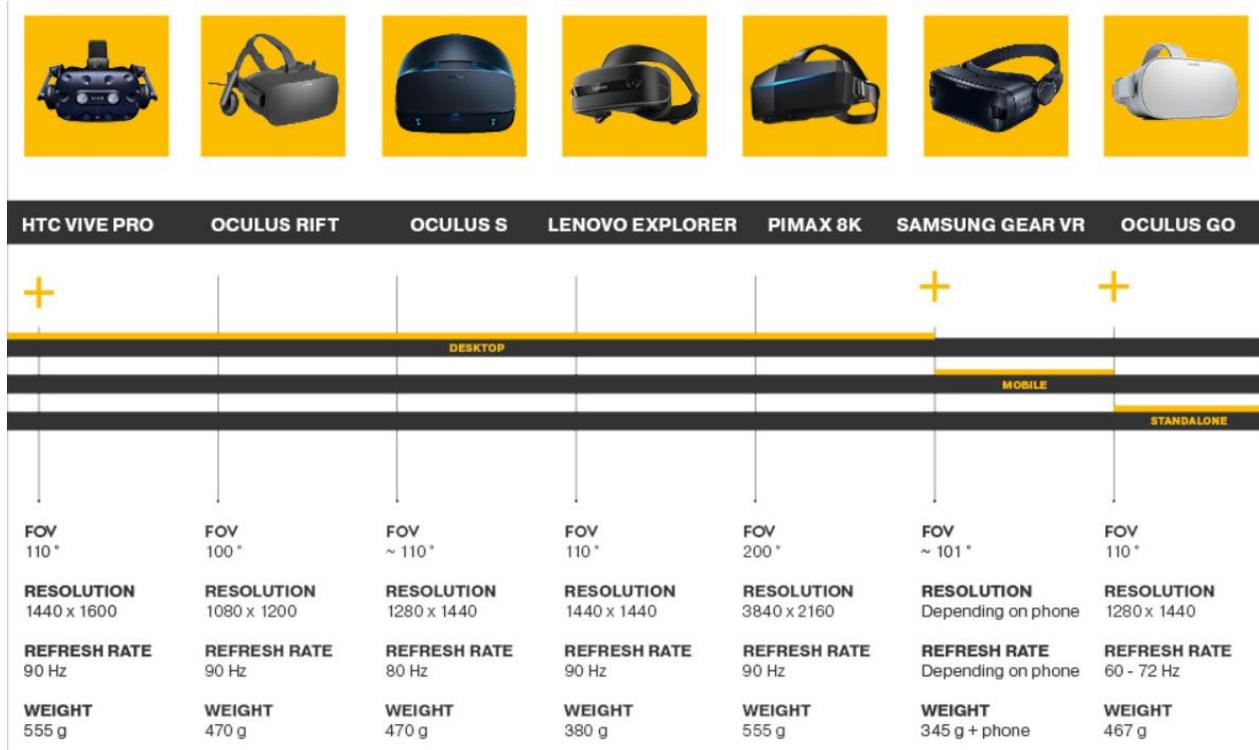


Figura A7- 1 comparação de dispositivos de RV

Disponível em: <https://superlumen.es/en/the-ultimate-vr-headset-comparative-guide-2019/>

## Anexo 6 – Dispositivos de RV

### Dispositivos de entrada

- a) **Rastreador de Movimento** – Esse dispositivo, quando usado, permite que o mesmo envie dados sobre a posição no espaço tridimensional, para que o mesmo possa ser reflectido no ambiente virtual.



Figura A8- Dispositivos de rastreador de movimento da VIVE

Disponível em: <https://www.vive.com/us/VR-rebuff-reality-trackstrap-trackbelt/>

- b) **Controlador** – Permite que o usuário possa interagir com os objectos do ambiente virtual, podendo apontar e usar outras opções dispostas, no controlador
- c) **Esteira Tridimensional** – é um dispositivo que permite, ao usuário, caminhar, correr e saltar por cima, simulando o movimento real, no ambiente virtual.



Figura A8- 1 Esteira Tridimensional da Omni

Disponível em: <https://www.roadtovr.com/virtuix-omni-kickstarter-omnidirectional-treadmill-prices/>

- d) **Luvas de Dados** – As luvas permitem que se possa estimular mais a imersão do usuário, através de movimentos da mão, podendo-se segurar os objectos, no ambiente virtual, tal como no mundo real.

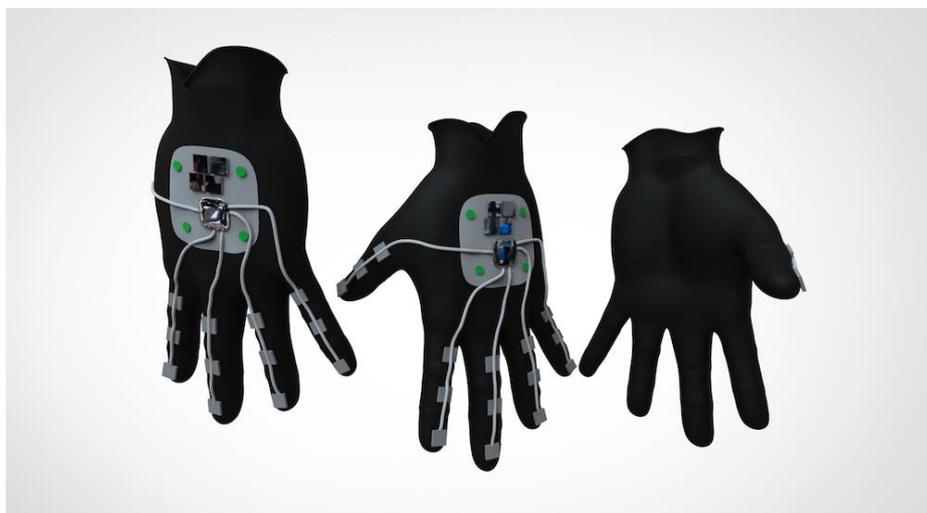


Figura A8- 2 Luvas de Dados usado em Realidade Virtual

Fonte: <https://www.idropnews.com/news/apple-glove-concept-images/137681/>

- e) **Fato de corpo inteiro** – é um traje composto por diversos sensores, em diversas localidades do mesmo, permitindo a recolha de dados sobre o movimento do utilizador, para o ambiente virtual.



Figura A8- 4 Fato de realidade virtual

Disponível em: <https://www.vrfocus.com/wpcontent/uploads/2018/01/teslasuit3.png>

- f) **Mouse e teclado** – O *mouse* convencional somente possibilita a interação fazendo movimentos em 2D. Embora baixe o nível de imersão, é possível que através do mesmo se possa interagir com o ambiente virtual, podendo-se fazer o uso do teclado.



Figura A8- 3 Rato e teclado

Disponível em: <https://pallomaristore.com/wp-content/uploads/2021/04/mk270-4.png>

### Dispositivos de Saída

- a) **Vídeo Capacete (HMD)** – é um dispositivo que permite que o usuário possa enxergar um ambiente virtual, através de duas pequenas telas, uma para cada

olho. É usado na cabeça e dependendo do modelo pode fazer o uso de um dispositivo celular para a projecção de imagens ou o uso de um computador.



Figura A8- 4 HMD da oculus

Disponível em: <https://www.walmart.com/ip/Oculus-Rift-VR-Headset-Black/478651549>

- b) **CAVE (Cave Automatic Virtual Environment)** – Procura criar um ambiente virtual, através da projecção de imagens em quatro paredes, por baixo e por cima. As projecções de imagens estão interligadas fazendo parecer uma só tal como no mundo real. Uma CAVE possibilita que o mesmo ambiente possa ser partilhado por vários usuários, em simultâneo, desde que que possua um HMD.



Figura A8- 5 Imagem de uma CAVE

Disponível em: <http://piotrkolodynskiitx1000.blogspot.com/2018/01/cave-automatic-virtual-environment.html>

- c) **Dispositivos auditivos** – Os dispositivos auditivos permitem que o som seja projectado nos mesmos, aumentando mais o sentido de imersão, durante uma secção virtual. Actualmente, os dispositivos auditivos tem suporte à propagação do som em 3D, dando mais experiência ao utilizador.



Figura A8- 6 Dispositivo Auditivo da Sony

Disponível em: [https://www.turbosquid.com/pt\\_br/3d-models/3d-wireless-5-headphone-1582013](https://www.turbosquid.com/pt_br/3d-models/3d-wireless-5-headphone-1582013)

**Dispositivos hápticos** – é uma espécie de um *rato* tridimensional, não estando limitado num espaço 2D, como o do *mouse* convencional. Garante maior mobilidade na criação de elementos tridimensionais, assim como uma fácil interacção.



Figura A8- 7 Dispositivo áda marca Touch

Disponível em: <https://isicom.pt/3dsystems/software-impressao-3d/touch/>