

Estevão Holmen Segal

Uso da Realidade Aumentada nas Aulas Práticas e Laboratoriais de Química
Caso de Estudo: Escola Secundária da Zona Verde

Licenciatura em Informática com habilitação em ensino

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2022

Estevão Holmen Segal

Uso da Realidade Aumentada nas Aulas Práticas e Laboratoriais de Química
Caso de Estudo: Escola Secundária da Zona Verde

Monografia apresentada à Faculdade de
Engenharias e Tecnologias da Universidade
Pedagógica de Maputo, para a obtenção do grau
académico de Licenciatura em Informática.

O Supervisor:

Prof. Doutor Sansão Albino Timbane

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2022

Índice

Lista de Tabelas	vii
Lista de Figuras	viii
Lista de Gráficos	ix
Lista de Abreviaturas	x
Declaração.....	xi
Dedicatória	xii
Agradecimentos	xiii
Resumo	xiv
Abstract	xv
1.1. Contextualização.....	1
1.2 Problematização	2
1.3 Justificativa.....	2
1.4 Objectivos.....	3
1.4.1 Geral.....	3
1.4.2 Específicos	3
1.5 Hipóteses	3
1.6 Metodologia	4
1.6.1 Metodologia de Pesquisa	4
1.6.2 Metodologia de desenvolvimento da Aplicação	5
1.7 Estrutura do trabalho	6
CAPÍTULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
2.1 Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação	7
2.1.2 Uso de Jogos Digitais na Educação	8
2.2 Realidade Aumentada	9

2.2.1 Componentes da Realidade Aumentada	10
2.2.2 Plataformas de Realidade Aumentada	11
2.2.3 Realidade Aumentada na Educação	12
2.3 Design Science Research	15
2.3.1 Fases do Design Science	15
2.2.4 Aulas Práticas e Laboratoriais Virtuais de Química	17
CAPÍTULO III - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	22
3.1 Descrição do Local	22
3.1.1 Modelo Actual	22
3.1.2 Modelo Proposto	22
3.2 Modelagem do Sistema	23
3.2.1 Esquematização do Conteúdo a Ser Desenvolvido	23
3.2.2 Configuração do Ambiente do Trabalho	23
3.2.3 Criação Conta e Base de Dados	25
3.2.4 Modelos dos Objectos 3D para Visualização	27
3.2.5 Implementação de Reações Químicas com Base na RA	28
3.3 Considerações sobre a metodologia	29
3.4 Técnicas de Pesquisa	30
3.5 Experiência de uso da Realidade Aumentada nas Aulas Práticas e Laboratoriais de Química	
31	
CAPÍTULO IV – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	42
4.1 Conclusões	42
4.2 Recomendações	42
4.3 Limitações	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

APÊNDICES.....	47
ANEXOS	55

Lista de Tabelas

Tabela 1: Instrumentos e Equipamentos	5
Tabela 2: Comparação entre Laboratórios Real e Virtual.....	17
Tabela 3: Uso de TIC nas aulas	31
Tabela 4: Assimilação da matéria de química	31
Tabela 5: Método Híbrido no ensino	32
Tabela 6: Material para aulas práticas de química.....	32
Tabela 7: Uso de aplicativos relacionados a química	33
Tabela 8: Realidade Aumentada	33
Tabela 9: Aplicativos de RA.....	34
Tabela 10: Alunos com posse de Smartphone	34
Tabela 11: Uso de RA na aula	35
Tabela 12: Uso de RA na química	35
Tabela 13: Interação com RA	36
Tabela 14: Interesse a química.....	37
Tabela 15: Nível de dificuldade no uso de RA	38
Tabela 16: RA nas Aulas Praticas e Laboratoriais	38
Tabela 17: RA como laboratório	39
Tabela 18: Expectativa sobre a aplicação	39
Tabela 19: Segurança nas aulas práticas.....	40
Tabela 20: Grau de satisfação com base no aplicativo	41

Lista de Figuras

Figura 1: Reality-Virtuality (RV) Continuum	10
Figura 2: RA usando webcam e um PC	11
Figura 3: Aplicação de RA no smartphone para localização	12
Figura 4: Representação do que um utilizador poderia ver usando Óculos de RA	12
Figura 5: Célula vegetal em RA	13
Figura 6: Livro infantil interativo – janela mágica	14
Figura 7: Interior das Pirâmides Egípcias em RA	14
Figura 8: Visualização 3D dos elementos da tabela periódica	14
Figura 9: Ciclo regulador de Wieringa	16
Figura 10: Website do Virtual Lab. Química	19
Figura 11: Laboratório Didático Virtual	19
Figura 12: IrYdium Chemistry Lab	20
Figura 13: Website Merk (Lab)	20
Figura 14: Química Sem Laboratório	21
Figura 15: Esquema do funcionamento do dispositivo RA	23
Figura 16: Plataforma Hub com o Unity integrado.....	24
Figura 17: Plataforma de Edição - Photoshop	24
Figura 18: Visual Studio Code – Ambiente de desenvolvimento.....	25
Figura 19: Base de Dados referente aos elementos da tabela periódica	26
Figura 20: Destaque de pontos-chave de um marcador	27
Figura 21: Modelo atómico do oxigénio em 3D	27
Figura 22: Ambiente de Desenvolvimento Unity	28
Figura 23: Identificação de 2 elementos químicos de Na e Cl	29
Figura 24: Simulação de reação de $\text{Na} + \text{Cl} = \text{NaCl}$	29

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Representação de nível de compreensão com uso de RA.....	36
Gráfico 2: Representação de grau de interação com RA	37

Lista de Abreviaturas

3D – *Três Dimensões*

DSR – *Design Science Research*

MINEDH – *Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano*

PEA – *Processo de Ensino-Aprendizagem*

RA – *Realidade Aumentada*

RV – *Realidade Virtual*

SDK – *Software Development Kit*

TIC – *Tecnologia de Informação e Comunicação*

Declaração

Declaro que esta Monografia é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, _____ de _____ de 2023

(Estevão Holmen Segá)

Dedicatória

Este trabalho é dedicado à minha família, meus pais Raimundo Segal e Ana Encarnação, meus irmãos pelo apoio nesta longa caminhada, pela motivação e suporte que deram na jornada.

Dedico também a todos que me apoiaram directamente ou indirectamente neste percurso, e dedico a mim por não ter desistido e superado muitas barreiras nessa trajetória.

Agradecimentos

Na presente monografia agradeço aos meus pais pela motivação, meus irmãos Cláudia Luís, Watson Raimundo e Encarnação Dos Anjos por dedicarem o tempo para ajudarem nos estudos.

Ao Prof. Doutor Sansão Albino Timbane pela orientação, disponibilidade e apoio na produção deste Trabalho de Fim de Curso.

E agradeço ao corpo de docente da Faculdade de Engenharia e Tecnologias em especial na área de Informática, pelo tempo, e por ajudarem a desenvolver conhecimentos, habilidades e experiência na área de Informática.

Em especial aos meus amigos João Isaías, João Gil, Alberto Júnior, José Mestre, Vânio Cassinda pela ajuda no desenvolvimento da aplicação e a todos pelo apoio incondicional e tudo que fizeram para alcançar os objectivos.

Resumo

As TIC para a educação e outros campos apresentam muitas vantagens e facilitam na realização de tarefas para os utilizadores da mesma, mas por outro lado, o não domínio do uso das tecnologias pode ser desviante. Com este tema focalizo num aspecto que é a inserção das TIC na educação com o uso de RA como auxílio no PEA escolas secundárias. Nesta pesquisa teremos uma demonstração das potencialidades da RA (usando um aplicativo Androide) nas aulas de Química para melhorar o PEA, fazendo simulações de reacções e apresentações de alguns objectos em 3D para tornar a matéria mais compreensível. Para o desenvolvimento da aplicação usou-se o Unity que é uma ferramenta que possibilita a criação de jogos para várias plataformas, junto com Vuforia que é um SDK que permite a criação de aplicativos de RA, a linguagem de programação usada foi C# e Visual Studio como ambiente de desenvolvimento integrado e para edição das imagens e objectos 3D foram usadas a ferramentas Adobe Photoshop e Blender3d respectivamente. A aplicação servirá de uma ferramenta didáctica e tornará o uso do celular na sala de aulas num aliado.

Palavras-Chave: Realidade Aumentada, Aula Laboratorial de Química, Unity, Vuforia.

Abstract

ICTs for education and other fields have many advantages and make it easier for users to carry out tasks, but on the other hand, not mastering the use of technologies can be deviant. With this theme I focus on an aspect that is the insertion of ICT in education with the use of AR as an aid in the teaching-learning process in secondary schools. In this research we will have a demonstration of the potential of AR (using an Android application) in Chemistry classes to improve the teaching-learning process, making reaction simulations and presentations of some objects in 3D to make the subject more understandable. For the development of the application, I used Unity, which is a tool that allows the creation of games for several platforms and Vuforia, which is an SDK that allows the creation of AR applications, the programming language used was C# and an integrated development environment called Visual Studio. For edition of the images and 3D objects, Adobe Photoshop and Blender3d tools were used respectively. The application will serve as a teaching tool and will make the use of the cell phone in the classroom an ally.

Key words: Augmented Reality, Teaching, Chemistry, Unity, Vuforia.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) estão de forma geral inseridas na sociedade e são uma ferramenta indispensável para o ser humano, ajudando-o em quase todas as tarefas diárias, desde estudos, realização de pesquisas, trabalhos, entre outros. Olhando para o contexto Moçambicano, dados do Plano Tecnológico da Educação (2011, p.57) revelam que 30% da população utiliza as Tecnologias de Informação e Comunicação. Este número vem crescendo de forma significativa.

No contexto do uso das TIC autores como (Salehan & Negahban, 2013) falam do desenvolvimento exponencial das tecnologias e os recursos assim como funções que essa tecnologia nos dá acesso, e com esse poder o utilizador acaba ficando no meio de muita informação e pode não fazer a gestão correcta da mesma.

Um dos grandes problemas que podemos encontrar no meio dessa toda tecnologia é o uso do celular na sala de aula, e a MINEDH busca formas de mitigar esse problema no PEA, dessa forma a pesquisa delinea sobre a questão de como contornar essa barreira e canalizar o tempo assim como recursos de forma correcta, removendo as distrações, influências sociais e ensinar de certa forma como deve ser feita a administração dos conteúdos para realização das tarefas.

De acordo com Kipper e Rampolla (2013, p.18), A RA permite ao utilizador ver o mundo real, com objectos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real. Portanto, RA complementa a realidade, em vez de substituí-la completamente e pode ser pensada como a mistura, ou o “meio-termo”, entre o completamente sintético e o completamente real.

Esta pesquisa pretende demonstrar as potencialidades da RA tendo como referência o desenvolvimento de aulas Práticas e Laboratoriais de Química.

1.2 Problematização

O uso das TIC é essencial em quase todas as áreas de conhecimento, desse modo, é vista uma grande necessidade de inserção das TIC no PEA em Moçambique para melhor desempenho dos alunos, assim como a realização das metas ou objectivos educacionais.

Tendo em conta esses aspectos, pode-se olhar para a RA como um potencial para a melhoria do PEA. A maior parte das escolas apresenta falta de recursos na área de química (laboratórios, tubos de ensaios, etc.) para a realização das actividades nesta área.

Quando fala-se de tecnologia na educação, podemos notar uma grande resistência no que concerne ao uso da mesma, pois os professores estão “apegados” aos métodos tradicionais e desse modo, na sala de aulas, a tecnologia é de certa forma identificada como um obstáculo ao invés dum facilitador para tornar as aulas mais interativas/dinâmicas.

O objectivo desta pesquisa é promover melhorias no Processo de Ensino-Aprendizagem através da utilização de ferramentas do campo da Realidade Aumentada, nas aulas práticas e laboratoriais, como ferramentas didáticas inovadoras. Assim tem-se as seguintes questões de pesquisa: (1) O uso da RA trará que impacto para o PEA nas aulas de Química? (2) Que estratégias podem ser usadas para melhorar o desempenho dos alunos e fazer com que os professores usem a RA como um recurso educacional?

1.3 Justificativa

As TIC estão inseridas na sociedade e principalmente no processo de ensino-aprendizagem, e o uso delas é imprescindível para a educação.

É notório que vários alunos têm dificuldades de assimilação quando se trata dos conceitos das ciências naturais, desse modo, é necessário que o professor busque ferramentas tecnológicas que possam auxiliar na aprendizagem e o aluno deve ser inserido activamente para a melhor compreensão e para o desenvolvimento habilidades.

No processo de busca/construção do conhecimento ou realização de uma actividade, nota-se que os alunos se apoiam nas ferramentas tecnológicas para alcançarem os objectivos.

Nesse processo (PEA) nota-se a falta de recursos ou ferramentas tecnológicas para tornar a aprendizagem mais dinâmica.

A RA é uma ferramenta que tem o poder de tornar o PEA ou as aulas mais dinâmicas, simples e mais produtivas, com base nisso, o professor será um orientador e os alunos estarão a adquirir o conhecimento de forma interactiva e estarão mais próximos do objecto de estudo. Segundo Savi e Ulbricht (2008) esse ambiente de aprendizagem proporciona: um efeito motivador para os alunos, serve como facilitador do aprendizado, ajuda no desenvolvimento de habilidades cognitivas assim como aprendizagem por descoberta e promovem uma coordenação motora.

A implementação de RA como um recurso educacional pode tornar o uso do celular num grande aliado para a educação.

1.4 Objectivos

1.4.1 Geral

Propor a implementação da Realidade Aumentada para o auxílio das aulas de Práticas e Laboratoriais de Química.

1.4.2 Específicos

- ✓ Sistematizar as dificuldades dos alunos relativamente às Aulas Práticas e Laboratoriais de Química na 10ª Classe.
- ✓ Selecionar as Aulas Práticas e Laboratoriais de Química na 10ª Classe, que podem ser simuladas com base na Realidade Aumentada.
- ✓ Implementar o uso de Realidade Aumentada nas Aulas Práticas e Laboratoriais de Química na 10ª Classe.
- ✓ Avaliar o impacto do uso de Realidade Aumentada nas Aulas Práticas e Laboratoriais de Química na 10ª Classe.

1.5 Hipóteses

- ✓ O uso de Realidade Aumentada pode estimular a interação dos alunos nas Aulas Práticas e Laboratoriais de Química.

- ✓ O uso da Realidade Aumentada não interfere na participação activa dos alunos nas Aulas Práticas e Laboratoriais de Química.

1.6 Metodologia

Nesta sessão descrevemos a Metodologia de Pesquisa e a Metodologia de Desenvolvimento de Aplicação.

1.6.1 Metodologia de Pesquisa

Para construção da seguinte pesquisa científica recorreu-se a uma abordagem qualitativa e quantitativa, que recebe esse nome pelo facto de se fundamentar em uma estratégia baseada em dados colectados em interações sociais ou interpessoais, analisadas a partir dos significados que participantes e/ou pesquisador atribuem ao facto (CAMPOS, 2001). A natureza designa-se aplicada pois objectiva em gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida a soluções de problemas específicos.

Técnicas de Recolha de Dados

Para realização do trabalho recorreu-se a estas técnicas de recolha de dados:

Entrevista: segundo Fonseca (2012) a entrevista é uma comunicação verbal entre duas ou mais pessoas, com um grau de estruturação previamente definido, cuja finalidade é a obtenção de informações de pesquisa. E para a materialização dessa entrevista foi dirigida a direcção da Escola e também aos professores.

Observação: que foi a observação directa intensiva que permitiu obter informações ouvindo e examinando factos e fenômenos que ocorrem actualmente nos laboratórios das escolas.

Questionário: o questionário é destinado aos participantes (alunos, assim como professores) para obter informações no que concerne a RA de forma organizada e sistemática, mostrando as expectativas e a possível melhoria com o uso do recurso em causa.

1.6.2 Metodologia de desenvolvimento da Aplicação

Para a realização do presente trabalho quanto a metodologia de desenvolvimento recorreu-se a Design Science Research, por tratar-se de uma aplicação que busca enquadramento na educação e por trazer experimentos que devem ser testados na prática.

Instrumentos e Equipamentos de Pesquisa

Para a materialização da seguinte pesquisa recorreu-se as seguintes ferramentas:

Tabela 1: Instrumentos e Equipamentos

Hardware	Software
Cabos USB	Adobe Photoshop
Computador Portátil	Blender3d
Telemóveis (Android)	GitHub
/	IVCam
	Paint 3D
	Unity
	Android Studio
	Visual Studio

Fonte: Autor (2022)

1.7 Estrutura do trabalho

O presente trabalho de pesquisa apresenta quatro capítulos, que partem do CAPÍTULO I à CAPÍTULO IV.

CAPÍTULO I: O capítulo contém a introdução, problematização e a justificativa, em seguida os objectivos que são geral e específicos, questões de pesquisa, hipóteses, metodologias de pesquisa e de desenvolvimento.

CAPÍTULO II: O capítulo apresenta a fundamentação teórica baseada em algumas referências bibliográficas (de artigos, livros, sites) onde busca-se a definição de algumas tecnologias e métodos como TIC, RA e outras ferramentas que serviram de base para a materialização da pesquisa.

CAPÍTULO III: Este capítulo é composto pela apresentação e discussão dos resultados, onde apresenta-se o modelo actual usado nas escolas, modelagem do sistema, técnicas de pesquisa e a experiência de uso da tecnologia RA na sala de aulas avaliando o seu impacto com base em tabelas e posterior interpretação das mesmas.

CAPÍTULO IV: O presente capítulo apresenta as conclusões e recomendações com mediante aos objectivos traçados, limitações, referências bibliográficas e os apêndices, por último temos os anexos.

CAPÍTULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo dedica-se ao estudo dos fundamentos teóricos que norteiam a realização desta pesquisa, buscando conceitos sobre aulas práticas e laboratoriais no contexto actual caracterizado pelo contacto directo do estudante com o professor e juntamente com o material de aprendizagem.

2.1 Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação

As TIC envolvem dispositivos desenvolvidos por humanos com para facilitar a obtenção, processamento, produção de informação assim como estabelecimento de comunicação entre vários dispositivos, de modo a viabilizar o compartilhamento de informação. Alguns exemplos de dispositivos que tornam isso possível são: telemóveis, rádios, Tv's, internet, etc.

Tecnologia trata do conhecimento adquirido e organizado relativo a uma determinada área de intervenção. Informação é o acto ou efeito de informar, isto é, conjunto de dados articulados com determinado sentido. Comunicação é a troca de informação entre o remetente (emissor) e o destinatário (receptor).

UNESCO (2002), definiu TIC como um conjunto de tecnologias que são aplicadas no processo de colecta, armazenamento, edição, recuperação e transferência de informações em várias formas. E também salienta que as TIC na educação são as formas/modos que usam para apoiar, aprimorar e otimizar a entrega de informações (PEA) e proporcionam melhor aprendizagem do aluno e melhores métodos de ensino.

As TIC são quase indispensáveis para o uso no nosso dia-dia, e já tem sido implementada nas escolas em vários contextos, desde o uso de computador, exibição de vídeos, ou animações, etc., para aumentar a participação dos alunos nas aulas. Com o crescimento exponencial das TIC tem-se notado uma melhoria no sector educacional com o uso das mesmas pois trazem novos métodos de aquisição de conhecimento nas aulas e melhoram a relação ou o desenvolvimento de novas aptidões para os alunos assim como os professores.

Com as novas formas de ensino surgindo a cada dia, há uma necessidade de implementar-se as TIC no PEA de modo a tornar as aulas mais interactivas e dinâmicas.

E como existem muitos meios de comunicação, desde jornais, redes sociais, rádios e outras Mídias, pode-se adotar-se as mesmas para a educação.

Geralmente quando se fala de TIC na educação o objecto em causa trata-se do computador, que é a ferramenta mais usada actualmente. O uso da tecnologia na educação vem contribuindo de forma significativa na construção de conhecimento para os alunos assim como professores.

As novas tecnologias digitais se constituem em ferramentas importantes para o desenvolvimento de processos construtivos de aprendizagem, para a criação de novos espaços de aprendizagem, de novas formas de representação da realidade, para ampliação de contextos e maior incentivo aos processos cooperativos de produção do conhecimento. Favorecem também o desenvolvimento do pensamento reflexivo (VALENTE, 1999).

As TIC permitem que o aluno construa novos conhecimentos de forma mais ágil e desenvolvendo novas aptidões na com o uso de recursos tecnológicos.

2.1.2 Uso de Jogos Digitais na Educação

Várias instituições de ensino têm apostado no uso das TIC para tornar o PEA mais interativo, para tal algumas instituições fazem o uso de vários tipos de recursos didáticos que permitem benefícios, boa qualidade e facilidade no ensino. Tem-se considerado várias ferramentas tecnológicas para facilitar na transmissão e aquisição de conhecimentos, como por exemplo: vídeos, redes sociais, livros digitais, ambientes de gamificação, RA, aplicativos de gestão escolar, Google meet, Google classroom e mais.

O uso de ferramentas educacionais tem-se tornado mais frequente e proporcionam um ambiente melhor de aprendizagem e permitem mais envolvimento do aluno assim como aumentam a retenção do conhecimento no PEA. Essas ferramentas vem para suprir dificuldades que os métodos tradicionais possuem e trazer mais engajamento por parte dos alunos. Os jogos educacionais tem tido mais destaque na área do ensino.

Alguns autores defendem que os jogos educacionais tem mais aderência e facilitam a aquisição do conhecimento e a mais envolvimento dos alunos na sala de aula ou com matéria em causa.

Balasubramanian (2006) define os jogos digitais como ambientes atraentes e interactivos que capturam a atenção do jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidades.

Existem vários jogos educacionais que podem/estão a ser implementados na educação desde o ensino básico até o universitário que vão de acordo com o currículo escolar. Esses jogos avaliam desde a lógica, matemática, simulações e outras áreas de saberes.

Ulbricht (2008) assume que os jogos servem para ensinar os alunos a começarem a utilizar o computador e a desenvolverem coordenação com o mouse e teclado. Geralmente esses jogos são simples e abordam o reconhecimento de letras e números, ensino de melodias em instrumentos virtuais, desafios de lógica e memória e jogos de línguas.

Como exemplo temos: Gcompris e Childsplay, que são jogos introduzidos a crianças para mais interação com o computador. Outro exemplo de um jogo educacional é Re-Mission, um jogo para jovens com câncer que procura ser tanto divertido como informativo e, em vinte níveis, esclarece para os pacientes os diferentes tipos de tratamento, como eles funcionam, e a importância de realizá-los. O jogador controla um nano-robô que é injetado dentro dos corpos de pacientes e luta contra as infecções celulares do câncer. Além disso, deve monitorar a saúde do paciente virtual e informar seus sintomas para a médica dentro do jogo. Existem vários jogos de simulação que são explorados na educação e dinamizam a aprendizagem dos alunos.

2.2 Realidade Aumentada

A RA surgiu na década de 1960, com o pesquisador Ivan Sutherland mas o primeiro projecto de RA foi implementado no ano de 1980 desenvolvido pela Força Aérea Americana, que era basicamente um simulador cockpit de avião.

Azuma (1997) define realidade aumentada como um sistema que apresenta três características: combina o real com o virtual, é interactiva em tempo real e ajusta os objectos virtuais no ambiente 3D.

Segundo Milgram (1994) – “Realidade aumentada é a mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais”.

A figura abaixo ilustra um esquema sobre realidade-virtualidade contínua:

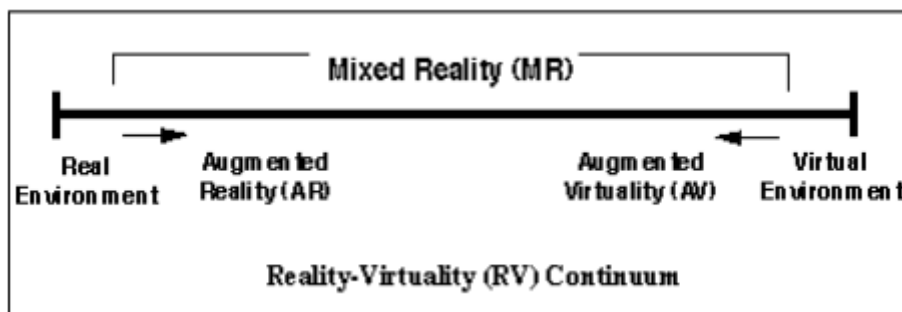


Figura 1: Reality-Virtuality (RV) Continuum

Fonte: Milgram, 1994.

A Realidade Aumentada é uma variação de um Ambiente Virtual, ou Realidade Virtual, como é mais comumente chamada. As tecnologias de realidade virtual imergem completamente o utilizador em um ambiente sintético e, enquanto está imerso, o utilizador não consegue ver o mundo real ao seu redor. Em contraste, a Realidade Aumentada pega informações digitais ou geradas por computador, sejam imagens, áudio, vídeo e toque ou sensações táteis e sobrepondo-as em um ambiente em tempo real.

A realidade aumentada pode ser usada tecnicamente para aprimorar todos os cinco sentidos, mas seu uso mais comum actualmente é visual. Ao contrário da Realidade Virtual, a Realidade Aumentada permite ao utilizador ver o mundo real, com objectos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real. Portanto, RA complementa a realidade, em vez de substituí-la completamente. A RA pode ser pensada como a mistura, ou o "meio-termo", entre o completamente sintético e o completamente real (KIPPER, 2013).

2.2.1 Componentes da Realidade Aumentada

Para a materialização de um ambiente de RA devemos ter em conta alguns componentes que são primordiais para o funcionamento em ambientes fixos assim como moveis:

Hardware

- ✓ Um computador (PC ou um dispositivo móvel);
- ✓ Um monitor ou tela de exibição;
- ✓ Uma câmera;

- ✓ Sistemas de rastreamento e detecção (GPS, bússola, acelerômetro);
- ✓ Um marcador: marcadores são objectos físicos ou locais onde os ambientes real e virtual se fundem. Isso é o que o computador identifica como o local onde as informações digitais devem ser apresentadas.

Software:

- ✓ Um aplicativo ou programa executado localmente;
- ✓ Serviços da web;
- ✓ Um servidor de conteúdo (local ou remoto);

2.2.2 Plataformas de Realidade Aumentada

Kipper (2013) mostra que hoje em dia a RA é implementada em várias plataformas como:

Computadores pessoais com webcams, visto que a maioria dos PC's contém câmeras e componentes necessários para a materialização da RA. Nesse ambiente um marcador é colocado em frente da webcam desse modo ocorrerá uma transmissão ao vivo.

Depois de identificar o marcador, ele cria o aumento na tela para o utilizador interagir, conforme a figura 3.



Figura 2: RA usando webcam e um PC

Fonte: Autor, 2021.

aprendizagem e interação com os ambientes real e aumentado. Com a RA os alunos podem manipular os objectos virtuais ou representações de objectos reais que de forma seriam impossíveis de segurar, bem como desenvolver novas habilidades.

Para Kirner (2006), a RA permite a integração, interação e sobreposição de objectos reais e virtuais em tempo real. Os dispositivos para RA podem ser classificados em quatro grupos: através de situações lúdicas e espontâneas o utilizador deve explorar, criar e comunicar-se para obter novas informações, buscando desse modo mais interatividade e integração por parte do aluno para o desenvolvimento/construção de conhecimento. A RA tem a vantagem de remoção de erros, visto que os testes são feitos em ambiente virtual de certa forma. Deste modo, o PEA é mais eficiente e possibilita novas experiências para os alunos assim como torna fácil a conciliação das aulas teóricas com as práticas por proporcionar os resultados nas interações com objectos ou imagens 3D. Essas práticas ajudam o professor a diversificar a maneira de ensinar.

A RA pode ser aplicada em várias disciplinas ou áreas para ilustrações de objectos 3D, como por exemplo:

- ✓ Biologia:



Figura 5: Célula vegetal em RA

Fonte: Adaptado de NASCIMENTO (2017)

- ✓ Livros interactivos:



Figura 6: Livro infantil interativo – janela mágica

Fonte: Adaptado de LEITE (2015)

✓ Geografia:

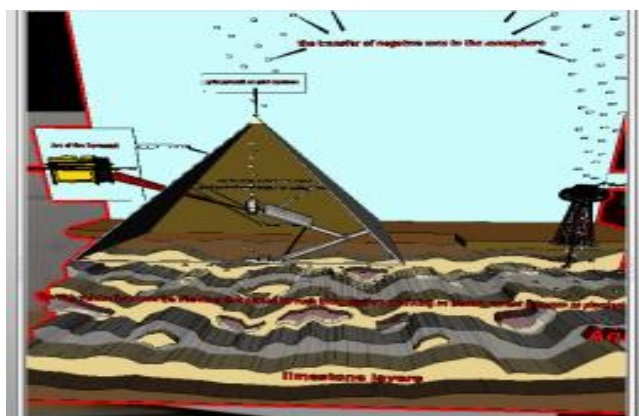


Figura 7: Interior das Pirâmides Egípcias em RA

Fonte: Adaptado de NASCIMENTO (2017)

✓ Material de apoio para laboratórios de química:



Figura 8: Visualização 3D dos elementos da tabela periódica

Fonte: Adaptado de Leite (2015)

2.3 Design Science Research

Embora existam diversas metodologias de desenvolvimento na engenharia de softwares, podemos encontrar algumas que não se aplicam a determinadas áreas pesquisadas e também de certa forma alguns métodos enquadram-se melhor em pesquisas de certas áreas, a metodologia **Design Science** aplica-se melhor em áreas de ciências.

Quando se fala de Design science research olhamos para um paradigma de pesquisa no qual um designer responde a questões relevantes para problemas humanos por meio da criação de artefatos inovadores, contribuindo assim com novos conhecimentos para o corpo de evidência científica. Os artefatos projectados são úteis e fundamental para a compreensão desse problema.

O princípio fundamental da pesquisa em Design Science é que o conhecimento, a compreensão de um problema de projecto e sua solução são adquiridos na construção e aplicação de um artefato.

Segundo Johannesson (2014) - Design Science é o estudo científico e a criação de artefatos à medida que são desenvolvidos e usados por pessoas com o objetivo de resolver problemas práticos de interesse geral.

- ✓ Artefato é um objecto que pode ser usado para (parcialmente) resolver um problema prático interagindo com um determinado contexto.
- ✓ O design é um **artefato** envolve: construção, modelos, métodos, implementações;
- ✓ O design é um processo (construir e avaliar);

2.3.1 Fases do Design Science

A metodologia de desenvolvimento Design Science é comumente utilizada para análises ligadas as práticas reais, ou seja, vem para resolver problemas práticos.

Alguns autores como Wieringa (2009) apresentam o ciclo regulador ou fases para a busca de solução de problemas onde cada fase pode apresentar um problema prático (identificação de fundamentos práticos) assim como questão de conhecimento (que trazem respostas das questões teóricas), como mostra a figura 1.



Figura 9: Ciclo regulador de Wieringa

Fonte: Adaptado de Wieringa, 2009

O ciclo regulador foi analisado por vários autores, destacando-se o ciclo proposto pelo Wieringa. Alguns autores como Lacerda (2013) identificam primeiro a investigação de um problema prático e então busca-se a resolução do mesmo. Posteriormente especifica-se os projectos de soluções, os validam e implemente-se o projecto seleccionado e então o resultado será avaliado se é prático ou não, podendo ou não gerar uma nova avaliação no ciclo regulador.

Wieringa (2009) olha para o ciclo regulador como uma estrutura geral de um processo racional de resolução de problemas, que envolve desde o ponto inicial (problema prático) até as possíveis mudanças para alcançar os objectivos, seguindo desta forma até reiniciar o ciclo.

1) Avaliação da implementação

Teremos uma questão de conhecimento, visto que é o primeiro passo para a compressão da situação, faz-se a descrição e explicação do problema, de modo que seja possível projectá-lo mais adiante.

2) Projecto de Soluções

Onde temos problemas práticos, com a especificação do projecto de modo a buscar soluções viáveis e praticas no desenvolvimento.

3) Validação do Projecto

Olha-se novamente para a questão de conhecimento na qual avaliam se as soluções satisfazem os objectivos identificados.

4) Implementação da Solução

O termo “implementação” pode ter diferentes interpretações, pois depende da solução projectada. Desenvolve-se a melhor solução de modo a alcançar os objectivos.

5) Investigação do problema

Nesta fase aparecem novamente as questões de conhecimento, faz-se a comparação dos factos, causas e impactos da solução implementada olhando para os objectivos. Podendo desta forma repetir o ciclo ou não.

2.2.4 Aulas Práticas e Laboratoriais Virtuais de Química

Com as limitações que a pandemia impõe, forçou os sistemas de ensino a mudar de aulas presenciais para online, deste modo as escolas tiveram que adaptar-se a isso e aplicar novas formas e ferramentas de ensino. Uma das formas é fazendo o uso de novas tecnologias como a RA para enriquecer o ensino e desenvolvimento dos alunos face a nova realidade.

Para o uso de um laboratório é necessário que se tenha todo material (reagentes preparados especificamente para cada experiência e mais materiais), como é sabido nem todos os laboratórios possuem material suficiente para que se tenha essas experiências.

Os laboratórios virtuais vem suprir essas necessidades e proporcionarem recursos ilimitados para mais interação dos alunos com os objectos.

A tabela abaixo faz um estudo comparativo sobre os tipos de laboratórios:

Tabela 2: Comparação entre Laboratórios Real e Virtual

	Tipo de Laboratório	
	Real	Virtual (RA)
Colaboração	Local	Local ou Remota

Interação	Equipamentos reais	Objectos virtuais
Custo	Custo elevado de implantação e manutenção.	Baixo custo de desenvolvimento
Resultados	Resultados reais	Simulação/representação de aplicações.
Vantagens	Trabalho colaborativo	Facilidade de interação. Não necessita de máquinas específicas
Desvantagens	Restrições de tempo e de espaço físico	Menor índice de imersão.

Fonte: Kirner, 2008

Dado que as escolas de referência, no âmbito da presente pesquisa, não possuem laboratórios e ou insumos para a realização de aulas práticas e laboratoriais, a utilização de laboratórios virtuais possibilitará a imersão do aluno nas actividades práticas de química realizando experiências químicas sobre as propriedades das substâncias e sobre as reações químicas estudadas em sala de aula convencional.

Lopes (2008) sugere que no âmbito do ensino de química uma alternativa para tornar as aulas mais atractivas e dinâmicas, seriam a utilização do computador fazendo uso de programas através de um laboratório virtual, podendo realizar diversos experimentos. Abaixo temos exemplos de laboratórios virtuais de química:



Figura 10: Website do Virtual Lab. Química

Fonte: <http://virtuallab.pearson.com.br/Laboratorios/Quimica>

- ✓ O ambiente virtual acima é de fácil utilização e assimilação por parte do utilizador, com um design virtual agradável e eficiente quanto à possibilidade de realizar uma actividade e memorizá-la;
- ✓ Existem muitas opções de actividades propostas para o ensino da química (fóruns, tutoriais, ensaios, etc.);

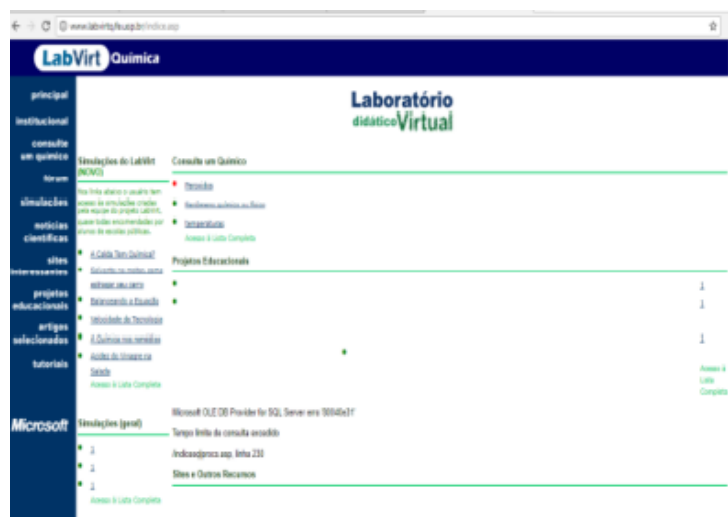


Figura 11: Laboratório Didático Virtual

Fonte: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/indice.asp>

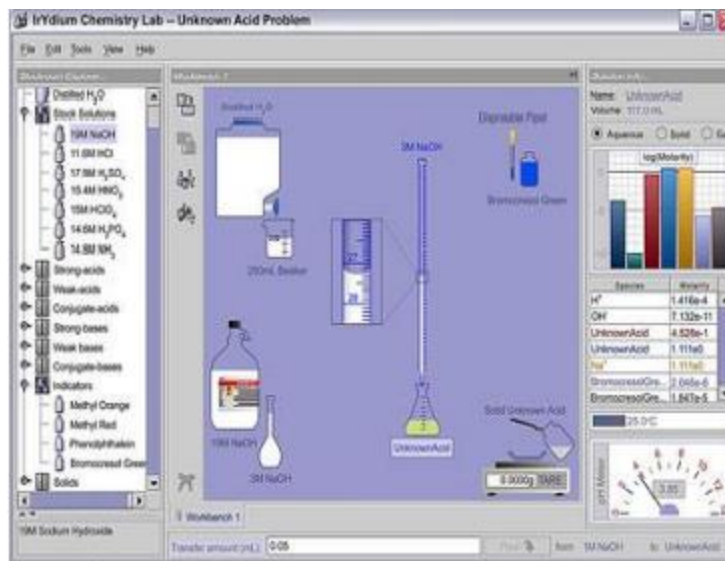


Figura 12: IrYdium Chemistry Lab

Fonte: www.educational-freeware.com/online/chemistry-lab.aspx



Figura 13: Website Merk (Lab)

Fonte: <https://www.merckmillipore.com>

- ✓ Os três ambientes virtuais acima são de excelente usabilidade, contudo, exigem conhecimentos precedentes por parte do utilizador;



Figura 14: Química Sem Laboratório

Fonte: Anjo (2018)

São livros da autoria de Tatiana Kuleshova e Filomena Neves Silva que servem para o auxílio nas aulas de química. Os livros tem duas edições, uma direcionada para os professores e outra para alunos. Os livros são repletos de experiências químicas assim como resultados.

Servem de referência para experimentos fora assim como dentro de laboratórios sem precisar de recursos propício para as experiências químicas.

CAPÍTULO III - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Descrição do Local

A Escola Secundária de Zona Verde situa-se na Matola no bairro T3, inaugurada no dia 03 de Outubro no ano de 1995, a escola centra-se no ensino da 8ª a 12ª tendo como base o ensino de as ciências sociais assim como naturais e destaca-se nas artes visuais.

3.1.1 Modelo Actual

Actualmente a Escola Secundária da Zona Verde dispõe de laboratório (sala) para a realização de experimentos centrados nas aulas de física assim como química, mas o maior problema que enfrentam é a falta de material para as aulas práticas. E devido ao crescente número de alunos e falta do material para as aulas laboratoriais, o laboratório transformou-se em sala comum onde são tidas as aulas. É vista uma necessidade de requalificação dos laboratórios assim como aquisição dos recursos para que as aulas sejam feitas de forma devida.

É notória a falta de alunos que ainda não tiveram a realização de experimentos por parte de um laboratório com o seu devido material. Algumas limitações que enfrentam:

- ✓ Falta do devido material para realização de experimentos: tubos de ensaios, pinças, etc;
- ✓ Falta de equipamento de segurança e proteção: luvas, máscaras, óculos, etc;
- ✓ Sobrecarga das turmas, dificultando o acesso ao laboratório;
- ✓ Laboratório transformado em sala de aulas comum;
- ✓ Dificuldade na assimilação de ciências naturais (química);

3.1.2 Modelo Proposto

O modelo proposto pelo autor centra-se na “substituição” do laboratório real por um virtual. Visto que a maior parte das escolas do 2º grau não fazem o devido uso dos laboratórios (laboratórios transformados em salas de aulas), e a maior parte dos alunos tem acesso a um smartphone poderão simular experimentos voltados a química (num laboratório virtual) com base na RA, onde e quando quiserem, sem correr o risco ou danos por conta de falhas. Desse modo os alunos estarão imersos a uma nova realidade e também mais ligados as ciências naturais sem se preocuparem com a falta de recursos para prática dos experimentos.

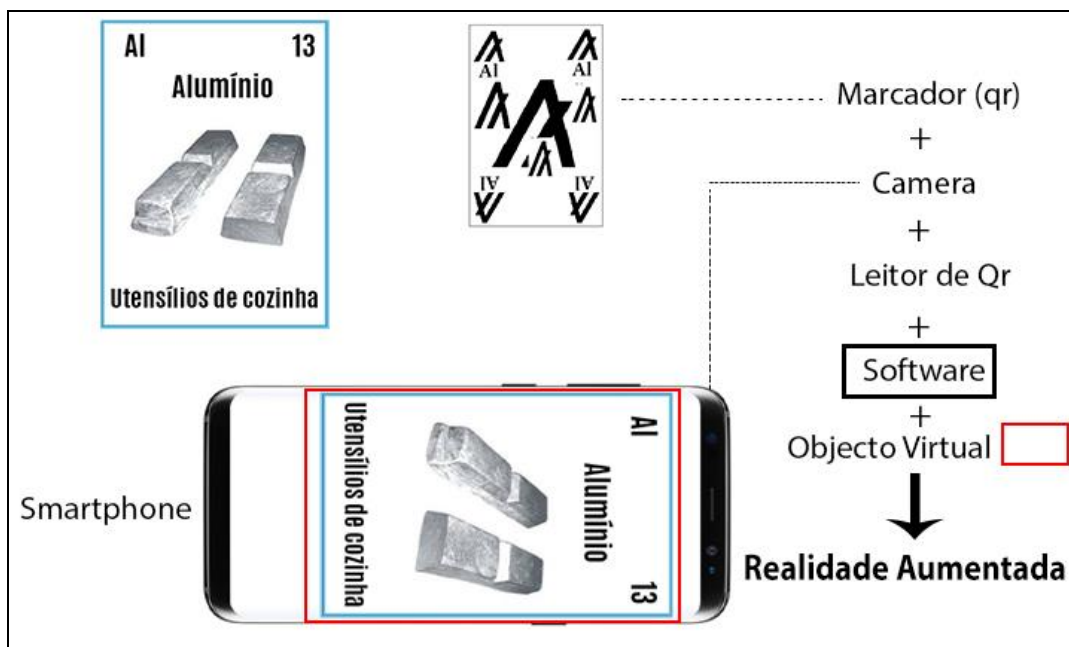


Figura 15: Esquema do funcionamento do dispositivo RA

Fonte: Autor (2022)

3.2 Modelagem do Sistema

Para a modelagem do sistema tivemos que seguir alguns passos que são indispensáveis para a realização assim como o desenvolvimento de pesquisa voltada ao uso de RA.

3.2.1 Esquemática do Conteúdo a Ser Desenvolvido

Para o desenvolvimento do aplicativo voltado a RA para o ensino de química (Laboratório Virtual) na 10ª classe, foram considerados os seguintes temas: Substâncias e Misturas (estados físicos da matéria) e Reacções químicas, desta forma o aplicativo baseia-se nessas duas unidades, trazendo algumas simulações do conteúdo em causa, objectos 3D's e mais interação.

3.2.2 Configuração do Ambiente do Trabalho

Após a identificação do conteúdo a ser desenvolvido, foi necessário criar o ambiente de trabalho para implementação do aplicativo. Tendo contado com as seguintes etapas:

- 1) Instalação e configuração da plataforma Hub e Unity + Vuforia que permitem o uso do RA em várias plataformas, junto com o aplicativo Android Studio, visto que o desenvolvimento é voltado para dispositivos móveis com sistema android.

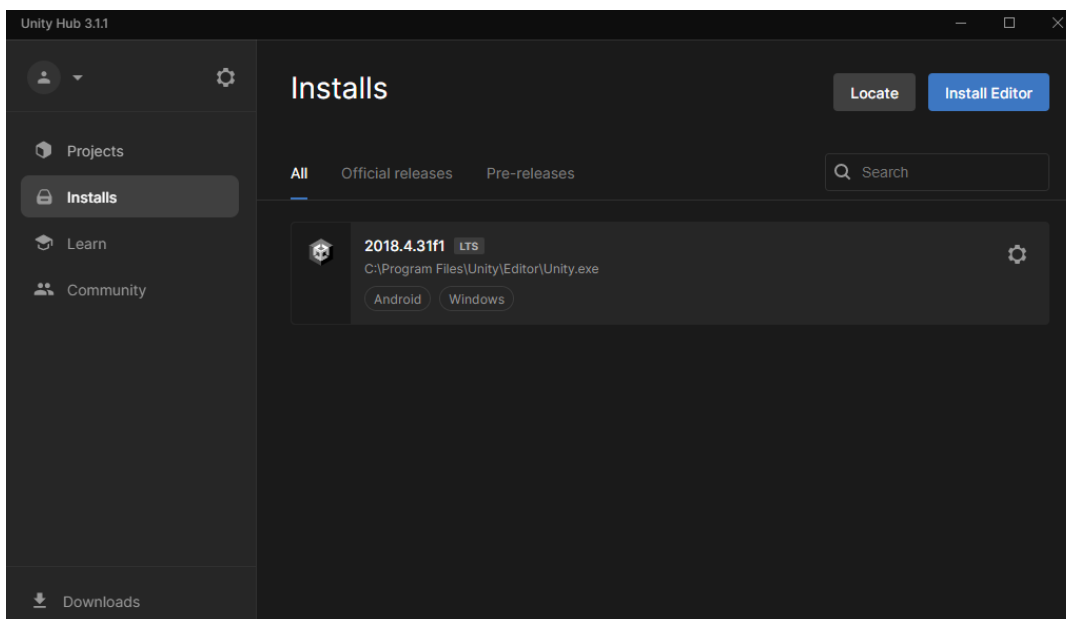


Figura 16: Plataforma Hub com o Unity integrado

Fonte: Autor (2022)

- 2) Instalação dos programas gráficos visuais para edição dos objectos 3D's, a plataforma de edição Blender, assim como objectos 2D's Adobe Photoshop.



Figura 17: Plataforma de Edição - Photoshop

Fonte: Autor (2022)

- 3) Instalação do aplicativo Visual Studio Code que permitiu a criação e compilação dos scripts para a integração do projecto unity com a versão android.

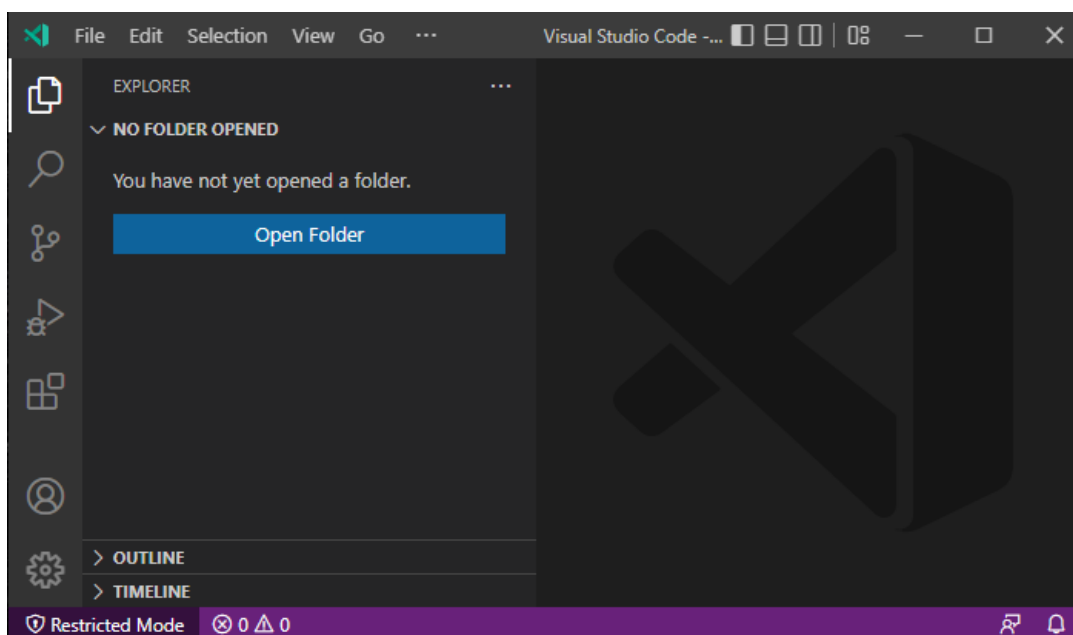


Figura 18: Visual Studio Code – Ambiente de desenvolvimento

Fonte: Autor (2022)

3.2.3 Criação Conta e Base de Dados

Após a configuração do ambiente de trabalho deve criar uma conta no portal da Vuforia de modo a adquirir uma licença para identificação do aplicativo e a posterior cria-se a base de dados para que os marcadores sejam reconhecidos pelo aplicativo voltado a RA, nessa base de dados teremos cada objecto referenciado por um determinado marcador (elemento).

The screenshot shows the Vuforia Engine Developer Portal interface. At the top, there is a navigation bar with links for Home, Pricing, Downloads, Library, Develop, and Support. Below this, there are tabs for License Manager, Target Manager, and Credentials Manager. The main content area is titled 'Quimica3' and shows a list of targets. The table below lists the first five targets:

<input type="checkbox"/>	Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
<input type="checkbox"/>	P	Image	★★★★★	Active	May 12, 2021 08:39
<input type="checkbox"/>	Ru	Image	★★★★★	Active	May 12, 2021 08:39
<input type="checkbox"/>	He	Image	★★★★★	Active	May 12, 2021 08:39
<input type="checkbox"/>	Mo	Image	★★★★★	Active	May 11, 2021 22:04
<input type="checkbox"/>	K	Image	★★★★★	Active	May 11, 2021 22:04

Figura 19: Base de Dados referente aos elementos da tabela periódica

Fonte: Autor (2022)

E referir que cada elemento recebe uma classificação de 0 a 5 estrelas, essa classificação é referente aos níveis de dificuldade de detecção da imagem pela câmara do celular (no aplicativo), quanto menor for a pontuação mais difícil será a detecção do objecto em causa, a pontuação aceitável é a partir de 3 estrelas, caso esteja abaixo é recomendada a criação de um novo marcador.

A plataforma proporciona uma funcionalidade para a identificação dos pontos-chave, quanto maior for o número de pontos melhor será a classificação da imagem, a repetição de um padrão ajuda a definir objectos variados e distintos.

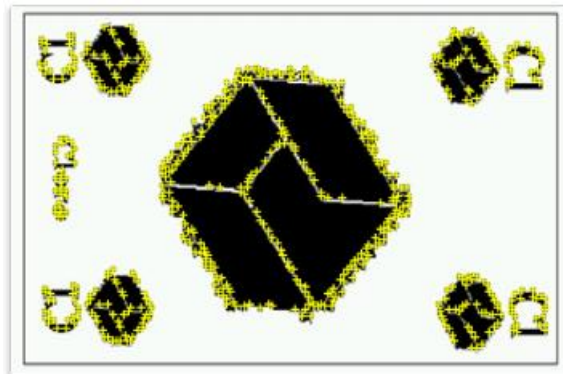


Figura 20: Destaque de pontos-chave de um marcador

Fonte: Autor (2022)

3.2.4 Modelos dos Objectos 3D para Visualização

Para que o aplicativo funcione devidamente deve-se modelar os objectos 3D's para posterior visualização, a RA baseia-se na interação de um ambiente real (marcador) e virtual (objectos 3D's). No presente projecto foi feito o uso de alguns objectos 3D's disponíveis na internet gratuitamente e por falta de objectos referentes a matéria de química de 10ª classe, foi necessário recorrer ao aplicativo de edição Blender, de forma a facilitar o desenho dos mesmos.

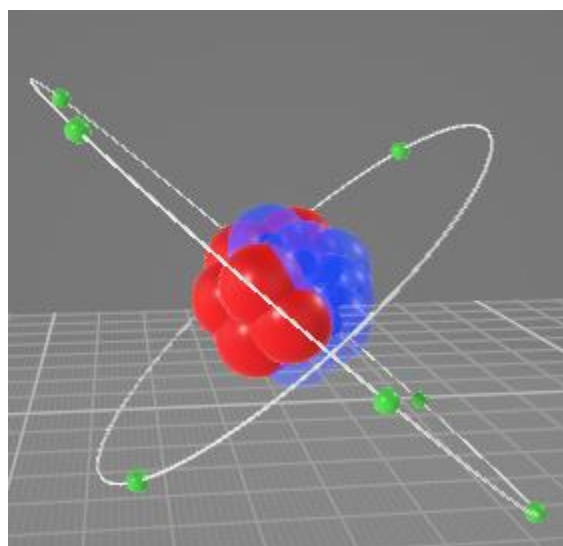


Figura 21: Modelo atómico do oxigénio em 3D

Fonte: Autor (2022)

3.2.5 Implementação de Reações Químicas com Base na RA

Para a realização dos experimentos de RA deve-se adicionar a cena, de modo a permitir o desenvolvimento do aplicativo e posteriormente a ARcamera que possibilita que a os dispositivos móveis façam o uso de RA, após a configuração importa-se a base de dados de para permitir que os elementos para sejam identificados pelo aplicativo.

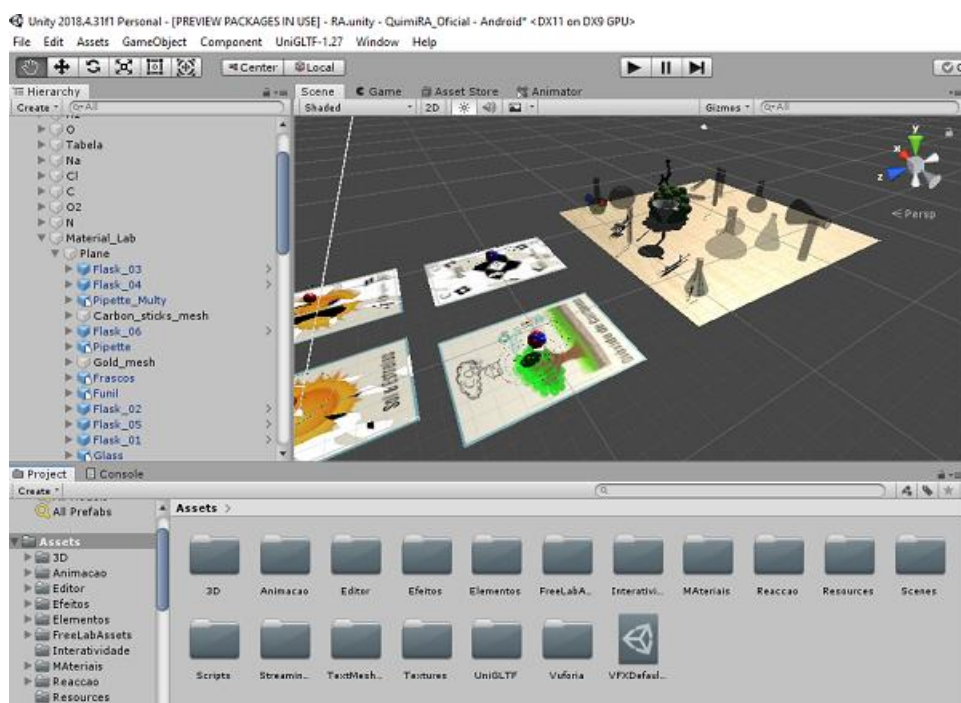


Figura 22: Ambiente de Desenvolvimento Unity

Fonte: Autor (2022)

Após a integração dos elementos químicos necessários adicionou-se os scripts que permitem a manipulação dos elementos adicionados na cena para a simulação de reações químicas.

Abaixo temos exemplo de reacções químicas feitas com base a RA:

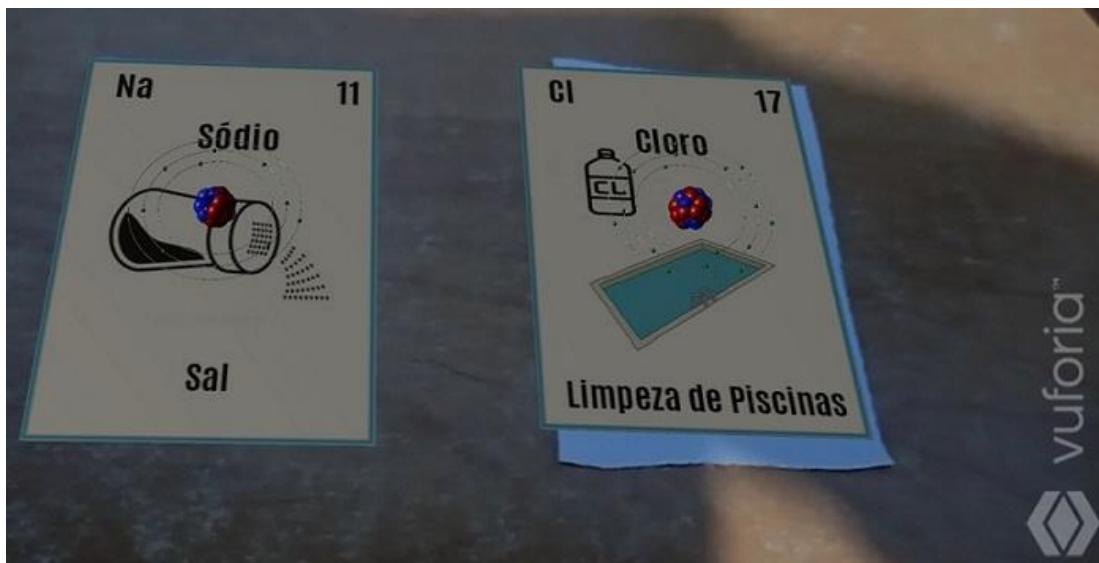


Figura 23: Identificação de 2 elementos químicos de Na e Cl

Fonte: Autor (2022)

Ao aproximar os 2 elementos teremos uma reação química de adição, demonstrando o resultado abaixo:

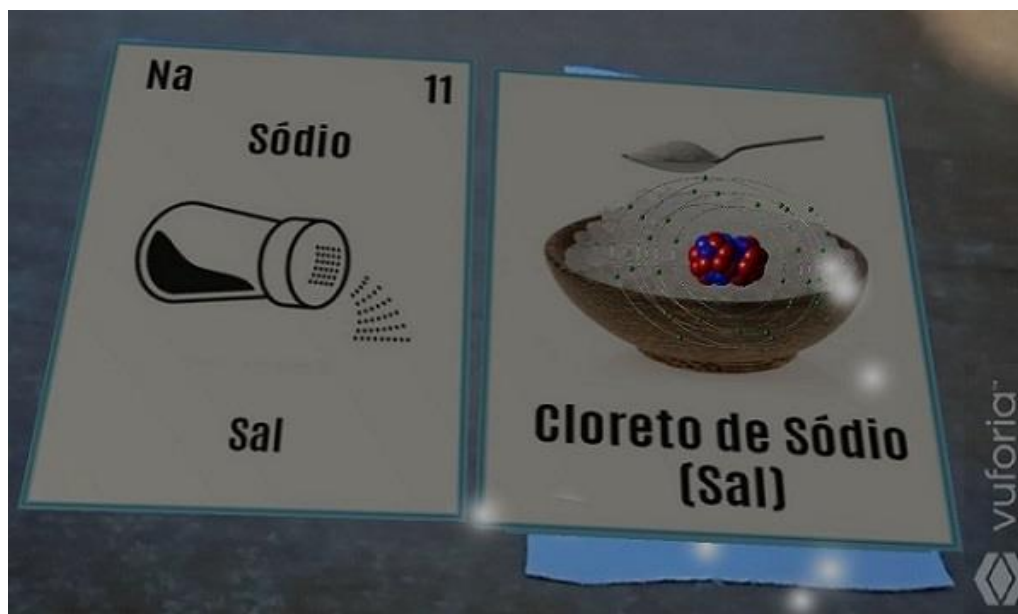


Figura 24: Simulação de reação de $\text{Na} + \text{Cl} = \text{NaCl}$

Fonte: Autor (2022)

3.3 Considerações sobre a metodologia

Na presente pesquisa, temos realçados os seguintes métodos:

1) Quanto ao método de abordagem

A abordagem usada nesta pesquisa foi a quantitativa e qualitativa,

✓ Abordagem Quantitativa

A abordagem quantitativa permitiu a obtenção de dados de forma objectiva por forma de questionário na Escola Secundária de Zona Verde, podendo desse modo destacar as dificuldades enfrentadas no ensino, possíveis melhorias que possam ser aplicadas no PEA e dar mais ênfase no uso das TIC na sala de aula nesse caso, o uso de um laboratório virtual com base a RA.

✓ Abordagem Qualitativa

Essa abordagem qualitativa permitiu a observação do campo de pesquisa na Escola Secundária de Zona Verde, e também possibilitou interação directa com os alunos assim como os professores (por forma de entrevista), desse modo puderam realçar as dificuldades enfrentadas.

2) Quanto a Natureza

Quanto a natureza a pesquisa é aplicada, pois permitiu o desenvolvimento de conhecimento para aplicação prática e imediata, assim como possibilitou a uma solução de problemas que as escolas enfrentam, como a falta de recursos para o uso de laboratórios de química.

3) Quanto aos Objectivos

Quanto aos objectivos a pesquisa que se aplica é a explicativa pois possibilita determinar o que leva os alunos a terem um baixo aproveitamento na área das ciências naturais.

3.4 Técnicas de Pesquisa

Para a realização do trabalho recorreu-se as seguintes técnicas de pesquisa:

1) Pesquisa Bibliográfica

Este método permitiu o levantamento de diversas referências teóricas de livros, artigos científicos, assim como algumas páginas da internet já publicadas, que servem como base para a pesquisa/trabalho em causa.

2) Questionário

O uso de questionário permitiu com que os alunos da Escola da Secundária de Zona Verde dessem o seu parecer sobre a pesquisa em causa (uso de RA na escola), evidenciando as suas principais dificuldades e possíveis melhorias que o podem-se aplicar no ensino com base no uso das TIC.

3.5 Experiência de uso da Realidade Aumentada nas Aulas Práticas e Laboratoriais de Química

Após o teste do aplicativo pelos alunos da Escola Secundária da Zona verde, foi dirigido um questionário com o objectivo de obtenção de dados para a realização de pesquisa científica,

Onde **total de 65** fizeram o uso do aplicativo de RA na aula de química. O questionário encontra-se disponível no apêndice I. Abaixo temos os resultados ilustrados em tabelas referentes a cada número do questionário:

Tabela 3: Uso de TIC nas aulas

Questão 1	Opções	Respostas dos inqueridos
Os professores fazem uso da tecnologia na sala de aula?	Sim	14
	Não	51

Fonte: Autor (2022)

A tabela acima ilustra o uso das TIC na sala de aula onde evidencia-se a falta de uso das mesmas para auxílio durante as aulas. Pelos alunos que responderam o questionário 78% deles afirmam a que os professores não usam as TIC na sala de aulas, desta forma, é fundamental buscar-se mais promoção e envolvimento por parte dos professores assim como outros quadros do PEA a usufruir das TIC no ensino.

Tabela 4: Assimilação da matéria de química

Questão 2	Opções	Respostas dos inqueridos
	Sim	31

Tem dificuldades na assimilação da matéria de química?	Não	10
	Talvez	24

Fonte: Autor (2022)

A tabela 4 demonstra a dificuldade de assimilação na matéria de química, a maior parte dos alunos têm dificuldades para entender a matéria na área de química, sendo uma disciplina prática e teórica os professores devem procurar meios diferentes e inovadores para que os alunos tenham um bom aproveitamento e que entendam a matéria de modo simples.

Tabela 5: Método Híbrido no ensino

Questão 3	Opções	Respostas dos inqueridos
O método de ensino híbrido tem sido melhor para assimilação da matéria?	Sim	35
	Não	16
	Muito	14

Fonte: Autor (2022)

A questão acima avalia o método de ensino híbrido durante esses tempos. Durante a época pandémica vários países adotaram novos métodos de ensino de forma adaptarem-se a nova realidade, o ensino híbrido foi o mais destacado, dos 65 alunos inqueridos na Escola Secundária de Zona Verde 51 afirmaram que esse método foi o melhor para assimilação da matéria.

Tabela 6: Material para aulas práticas de química

Questão 4	Opções	Respostas dos inqueridos
A escola dispõe do material adequado para aulas práticas e laboratoriais de química?	Sim	8
	Não	41
	Pouco	16

Fonte: Autor (2022)

Na tabela 6 é avaliada a disponibilidade de recursos necessários para a realização das aulas práticas e laboratoriais de química, onde é evidente a falta dos recursos para tal. Dos 65 alunos inqueridos, 41 afirmam que a escola não dispõe do material adequado para a realização dos experimentos químicos, 16 alunos afirmam que a escola dispõe de pouco material e 8 afirmam que a escola dispõe. Nesse levantamento pude observar que a escola não dispõe do material necessário e os “laboratórios” foram transformados em salas de aulas comuns.

Tabela 7: Uso de aplicativos relacionados a química

Questão 5	Opções	Respostas dos inqueridos
Já usou um aplicativo para ajudar nas aulas de química?	Sim	20
	Não	40
	Constantemente	5

Fonte: Autor (2022)

A tabela 7 avalia o uso de aplicativos educativos relacionados com a área de química, onde 40 dos alunos inqueridos afirmam que não usaram um aplicativo para o auxílio das aulas de química e 25 afirmam que já fizeram o uso de alguns aplicativos, tendo como destaques os seguintes aplicativos: App Química – Equate, goREACT, Periodic table chemistry. É evidente que o uso das TIC por parte do ensino deve ser melhorado de modo a estimular os alunos a ficarem mais engajados com o uso das TIC em química e áreas afins.

Tabela 8: Realidade Aumentada

Questão 6	Opções	Respostas dos inqueridos
Já ouviu falar de realidade aumentada?	Sim	22
	Não	39
	Talvez	4

Fonte: Autor (2022)

A tabela 8 ilustra o resultado sobre o nível de conhecimento da RA, onde 39 dos alunos afirmaram que não possuem conhecimento sobre a RA, 4 afirmaram que talvez conhecem e 22 alunos afirmaram que possuem um nível de conhecimento da RA.

Tabela 9: Aplicativos de RA

Questão 7	Opções	Respostas dos inqueridos
Conhecia alguns aplicativos de realidade aumentada?	Sim	16
	Não	46
	Vários	3

Fonte: Autor (2022)

A tabela 9 mostra os resultados obtidos sobre o conhecimento de alguns aplicativos de RA, onde 70% dos alunos inqueridos afirmaram que não conheciam aplicativos de RA, e 30% afirmaram que conheciam. A RA é uma tecnologia emergente e ainda não é muito destacada principalmente na área de ensino, é necessária a divulgação de serviços ou aplicativos do género para impulsionar o uso das TIC no ensino.

Tabela 10: Alunos com posse de Smartphone

Questão 8	Opções	Respostas dos inqueridos
Tem os recursos necessários para o uso da realidade aumentada (Smartphone)?	Sim	31
	Não	34

Fonte: Autor (2022)

A tabela 10 mostra resultados referentes aos alunos que possuem smartphones, dos 65 alunos inqueridos na Escola Secundária da Zona Verde, 53% afirmaram que não possuem smartphones,

e o remanescente possuíam. Para o uso da tecnologia de RA e primordial o uso de um smartphone, por esta recorrer ao uso de câmara para o seu funcionamento.

Tabela 11: Uso de RA na aula

Questão 9	Opções	Respostas dos inqueridos
O que acha sobre o uso da realidade aumentada na sala?	Mau	1
	Bom	41
	Neutro	5
	Excelente	18

Fonte: Autor (2022)

A tabela 11 mostra o resultado referente ao uso de tecnologias (RA) na sala de aula, comumente as aulas tradicionais ou modelo de ensino em Moçambique baseia-se em aulas expositivas ou não se aplica a prática, uma das causas pode ser a falta de recursos ou outras limitações.

Na questão acima evidencia-se o nível de aceitação sobre o uso de RA na sala de aula onde, 90% dos alunos acharam que o uso desta tecnologia é “excelente” e “bom”, desta forma devemos apostar no uso das TIC na sala de aula para aumentar a interação e imersão dos alunos na matéria em causa e no uso das mesmas.

Tabela 12: Uso de RA na química

Questão 10	Opções	Respostas dos inqueridos
O uso da realidade aumentada na disciplina de química pode ajudar a conhecer melhor as reações químicas e mais?	Sim	43
	Não	1
	Muito	21

Fonte: Autor (2022)

A tabela 12 avalia os resultados obtidos após a utilização do aplicativo de RA como um laboratório, sendo que a maior parte dos alunos da Escola Secundária da Zona Verde ainda não tiveram aulas práticas e laboratoriais de química, não tiveram a oportunidade de realizar alguns experimentos na parte prática. Desta feita, dos 65 alunos inqueridos, 99% dos alunos afirmaram que a RA ajuda a conhecer melhor as reações químicas, 1 aluno respondeu que não. Pela análise feita o uso de RA para reações químicas trouxe resultados satisfatórios na sala de aula.

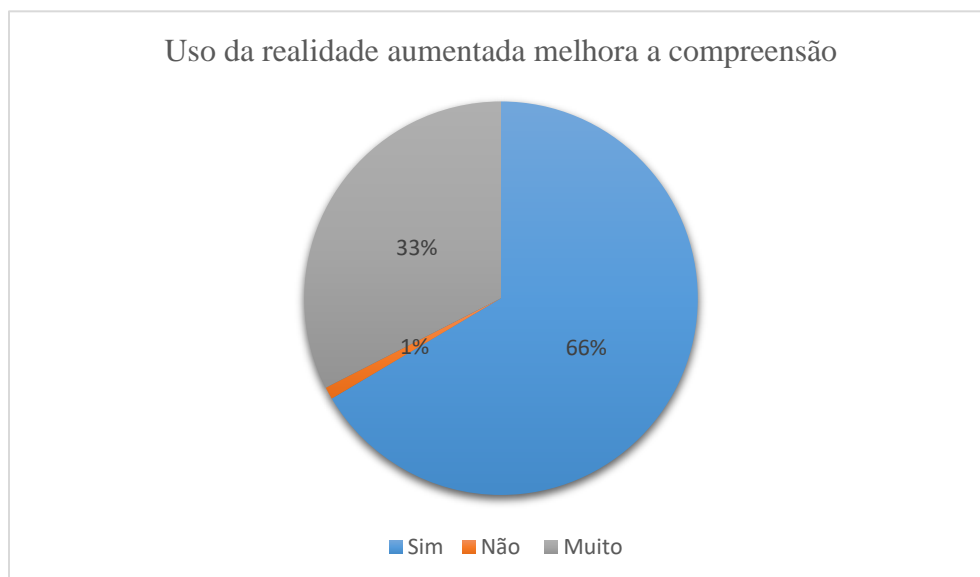


Gráfico 1: Representação de nível de compreensão com uso de RA

Fonte: Autor (2022)

Tabela 13: Interação com RA

Questão 11	Opções	Respostas dos inqueridos
Como avalia o nível de interação com a realidade aumentada, foi clara e compreensível?	Bom	26
	Mau	2
	Excelente	37

Fonte: Autor (2022)

A tabela 13 mostra os resultados após a simulação de aplicativo de RA, para que haja uma taxa elevada de sucesso no uso de uma nova ferramenta no PEA, é necessário o interesse e a interação por parte dos alunos assim como do professor. Desse modo, dos alunos inqueridos 2 avaliaram de forma negativa o uso de RA ao nível de interação, e 63 de forma positiva onde 26 alunos acharam a interação boa e 37 alunos avaliaram como excelente a clareza e compressão da ferramenta.

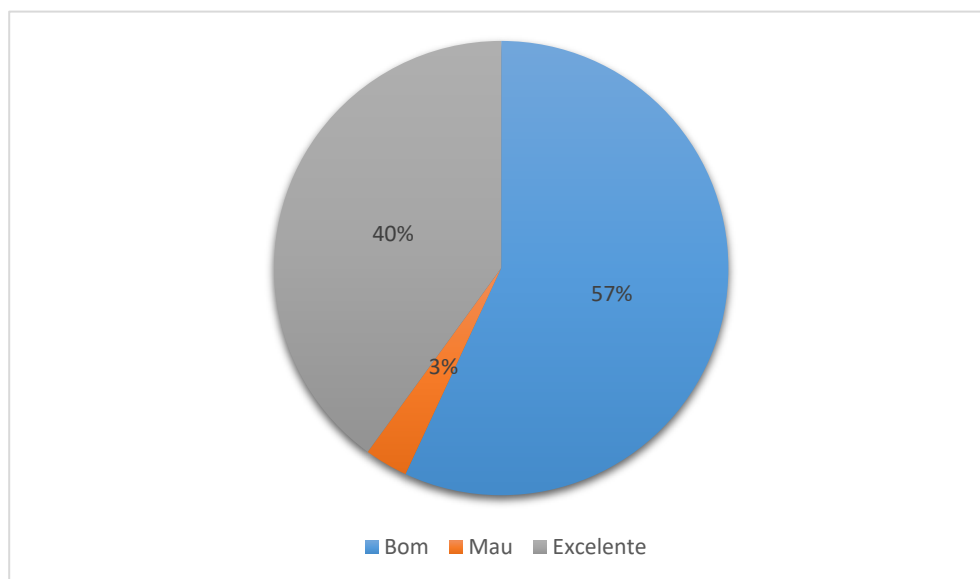


Gráfico 2: Representação de grau de interação com RA

Fonte: Autor (2022)

Tabela 14: Interesse a química

Questão 12	Opções	Respostas dos inqueridos
Utilizar a realidade aumentada aumentou o teu interesse na área de química?	Sim	34
	Não	4
	Pouco	9
	Muito	18

Fonte: Autor (2022)

A tabela 14 avalia o interesse dos alunos por parte de apreciação das ciências naturais (no caso de química) com vista no uso de TIC. É cada vez mais flagrante o nível de alunos que preferem letras por temerem as ciências, o uso das TIC facilita e aumenta o interesse dos alunos a fazerem face as ciências. Após o teste do aplicativo, dos alunos inqueridos 4 responderam que a RA não aumentou o interesse na área de química, 9 afirmam que a RA aumentou pouco interesse e 52 afirmam que aumentou o interesse. Sendo que 18 responderam que aumenta muito interesse e o remanescente responderam que sim.

Tabela 15: Nível de dificuldade no uso de RA

Questão 13	Opções	Respostas dos inqueridos
Achou a realidade aumentada uma ferramenta fácil de usar?	Razoável	18
	Fácil	41
	Difícil	1
	Nenhuma	5

Fonte: Autor (2022)

A tabela 15 mostra o resultado referente ao uso da nova ferramenta na sala de aula, visto que quando se trata novas tecnologias as pessoas resistem a mudanças, a RA não foge desse padrão. Dos alunos inqueridos 41 acharam que essa ferramenta é fácil de usar, isto é, não tiveram dificuldades a manejar a nova tecnologia, 18 alunos acharam o nível de dificuldade razoável, 5 alunos responderam de forma neutra e 1 aluno achou difícil o uso da RA. A maior parte dos alunos inqueridos tiveram resultado positivo, deste modo, podemos apostar no uso dessa ferramenta no PEA.

Tabela 16: RA nas Aulas Práticas e Laboratoriais

Questão 14	Opções	Respostas dos inqueridos
	Bom	39

Como avalia as aulas práticas e laboratoriais com base na realidade aumentada?	Mau	2
	Neutro	4
	Excelente	20

Fonte: Autor (2022)

A tabela 16 mostra o resultado obtido sobre a substituição das aulas práticas e laboratoriais por uso da RA, visto que as escolas apresentam falta de recursos para as aulas laboratoriais a RA pode servir de um “laboratório virtual”, desta feita, 59 alunos avaliaram positivamente o uso de RA como um laboratório, 2 alunos avaliaram negativamente e 4 mostraram-se neutros no uso dessa tecnologia.

Tabela 17: RA como laboratório

Questão 15	Opções	Respostas dos inqueridos
Sentiu-se dentro dum laboratório de química a simular experiências?	Sim	42
	Não	14
	Nenhuma das opções	9

Fonte: Autor (2022)

A tabela 17 apresenta o resultado referente a simulação de experiências químicas usando o aplicativo de RA como substituto do material convencional. Do total dos alunos inqueridos 42 dos alunos sentiram-se num laboratório fazendo os experimentos, 14 alunos avaliaram negativamente essa análise e 9 alunos responderam que nenhuma das opções era valida, o que indica que a maior parte dos inqueridos aprova o uso da RA como um laboratório alternativo.

Tabela 18: Expectativa sobre a aplicação

Questão 16	Opções	Respostas dos inqueridos

Após a apresentação você acha que a aplicação funciona da maneira que esperava?	Sim	33
	Não	11
	Melhor	21

Fonte: Autor (2022)

A tabela 18 ilustra os resultados referentes as expectativas dos inqueridos sobre a utilização do aplicativo de RA, 54 alunos avaliaram positivamente o aplicativo, desta forma, é maior a satisfação dos mesmos com o uso dessa tecnologia na sala de aula (laboratório) pois tiveram a oportunidade de mais interação com os objectos encontrados em aulas laboratoriais assim como mais imersão por conta de recursos disponíveis (marcadores). 11 Alunos avaliaram negativamente o funcionamento do aplicativo.

Tabela 19: Segurança nas aulas práticas

Questão 17	Opções	Respostas dos inqueridos
Sentiu-se seguro a simular algumas reações químicas com base na realidade aumentada?	Pouco	13
	Muito	40
	Nenhuma das opções	12

Fonte: Autor (2022)

A tabela 19 mostra-nos os resultados sobre a segurança durante a simulação de algumas reações, visto que em laboratórios reais há ocorrências de acidentes por conta de mau manuseio de equipamentos, falta de material de proteção, etc. É necessário garantir segurança aos alunos pois ainda não possuem experiência no uso desses equipamentos. Dos alunos inqueridos 40 sentiram-se seguros simulando as reações com base na RA, 13 alunos sentiram-se pouco seguros durante os experimentos e 12 alunos responderam de forma neutra a questão. A RA proporciona mais segurança pois baseia-se no facto de virtualização das acções com base a uma tela, desta forma tornando-se mais segura para o uso.

Tabela 20: Grau de satisfação com base no aplicativo

Questão 18	Opções	Respostas dos inqueridos
Ficou satisfeito com o resultado da aplicação?	Sim	28
	Não	1
	Muito	29
	Pouco	7

Fonte: Autor (2022)

A tabela 20 é referente aos resultados obtidos após o uso do aplicativo no geral, o aplicativo tem os seguintes objectivos: proporcionar mais interação nas aulas práticas e laboratoriais, permitir a inserção das TIC no PEA. Avaliando o grau de satisfação dos alunos podemos, 57 dos alunos avaliaram positivamente o uso do aplicativo, sendo que 28 responderam “sim” e 29 “muito”, 7 alunos ficaram pouco satisfeitos e 1 aluno não ficou satisfeito, desta feita pode-se afirmar que o aplicativo responde uma parte das necessidades do laboratório (falta de material) e pode aumentar o nível de interesse dos alunos nas aulas práticas, visto que dispõem dum laboratório com recursos precisos.

CAPÍTULO IV – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

4.1 Conclusões

A realização do presente trabalho traz enorme satisfação pois pude aplicar conhecimentos que adquiri durante a caminhada no PEA, e também por poder aplicar o uso de uma tecnologia emergente (RA) no ensino secundário apesar de ser um dilema o uso de tecnologias nesse meio.

A avaliação preliminar do aplicativo intitulado "QuimAR" pelos alunos e professores e, em nossa própria análise, permitiu concluir que esta ferramenta proporciona mais benefícios às aulas por desperta curiosidade nos alunos e estimulando-os à maior interação (partilhando ideias e até competindo uns com os outros).

Acreditamos que é no exercício desta interação no QuimAR, com os conteúdos de aprendizagem, com os colegas, com o jogo e toda a atmosfera envolvente que se dá a aprendizagem e o desenvolvimento de novas formas de conhecimento de forma prática e objectiva.

Por fim, pode-se concordar com a hipótese de que a Realidade Aumentada contribui para melhorar a aprendizagem da Química através de apresentação e testagem de simulações de experiências laboratoriais em ambiente virtual, que não poderiam ser realizadas em ambiente convencional devido às limitações de acesso a estes últimos.

O uso do QuimAR revela-se inovador por conciliar abordagens de forma de ensino híbrido, com o uso de tecnologias digitais e recursos tecnológicos nas mãos dos alunos, bem como com o aprender conteúdos técnicos científicos de forma prática e activa em forma de jogo. O uso de jogos digitais no Processo de Ensino e Aprendizagem deve ser encarado na perspectiva complementar ao ensino tradicional, a partir da exploração do potencial das TIC.

4.2 Recomendações

Embora a presente pesquisa tenha corrido bem e os alunos assim como professores aprovaram o uso do aplicativo para possível substituição do laboratório é necessária a promoção do uso das TIC nas escolas por parte dos professores e alunos, deste modo, deve-se apostar em formações de professores ou implementação de seminários que sirvam de alavanca para inserção das TIC no PEA.

Com o presente trabalho foi possível aferir que, embora que os resultados tenham sido positivos, é fundamental que as escolas tenham mais investimentos na parte tecnológica, assim como devem buscar formas de inserir as TIC na educação. A aplicação desenvolvida atende as necessidades que as escolas enfrentam neste momento, mas com o crescimento exponencial das TIC, para futuros trabalhos, podemos recorrer a criação de uma aplicação que faz o uso da RV para tornar as experiências mais realísticas (somente com óculos de imersão), isto é, criação de um laboratório 100% virtual.

4.3 Limitações

Durante a realização do presente Trabalho de Culminação de Curso, registamos limitações associadas ao deficitário uso das TIC nas escolas/sala de aulas, fraca penetração/acesso de tecnologias digitais em zonas mais afastadas da capital, fraca formação/motivação dos professores no uso de tecnologias digitais. Estas limitações foram sumarizadas como a seguir apresentadas.

- ✓ Fraca documentação para o desenvolvimento do aplicativo, visto que é uma nova tecnologia e poucos fazem o uso da mesma;
- ✓ Dificuldades na inserção de novas abordagens/metodologias para a substituição do método em curso (tradicional);
- ✓ Falta de capital para aquisição de objectos 3D's (modelos de átomos, recursos usados no laboratório de química);
- ✓ Falta de marcadores suficientes para a simulação das reações químicas;
- ✓ Dificuldades em ter uma turma para testar o aplicativo de modo gradual;
- ✓ O número de alunos que possuem smartphones com capacidades para rodar o aplicativo é reduzido;
- ✓ Pouco interesse por parte da Direção da escola para incentivar os professores a utilizarem as TIC na sala de aulas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**, 5ª. ed. - São Paulo: Atlas 2003;
- ✓ CAMPOS, Luiz F. de Lara. **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Psicologia**. 2ª ed. Campinas: Alínea, 2001;
- ✓ KIPPER, Gregory, Joseph Rampolla. **Augmented Reality An Emerging Technologies Guide to AR**, First Edition, Elsevier, 2013;
- ✓ ULBRICHT, Vania Ribas, Rafael Savi. **Jogos Digitais Educacionais: Benefícios E Desafios**, 2008;
- ✓ GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**, 4ª ed. - São Paulo: Atlas, 2002;
- ✓ FONSECA, Regina Célia Veiga da. **Metodologia do trabalho científico**, 1ª ed., rev. - Curitiba, PR: IESDE Brasil, 2012;
- ✓ AZUMA, R. **A Survey of Augmented Reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v .6, n.4, August 1997;
- ✓ MILGRAM, P. et. al. (1994), **Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum**. Telemanipulator and Telepresence Technologies, SPIE, V.2351, p. 282-292;
- ✓ KIRNER, Cláudio, et all. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**, Siscoutto editores. Belém – PA, Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2006;
- ✓ KIRNER, Cláudio, et all. **Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada par Educação à Distância**. 2008;
- ✓ KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 3º edição. Campinas, SP. Papirus, 2003;
- ✓ VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Unicamp, 1999;
- ✓ BALASUBRAMANIAN, Nathan; Wilson, Brent G. **Games And Simulations**. In: **Society For Information Technology And Teacher Education International Conference**, 2006. Proceedings. v.1. 2006;

- ✓ LEITE, Aquilla Silva, et all. **Realidade Aumentada E O Seu Impacto Na Educação.** 2015;
- ✓ NASCIMENTO, David Severo do. **Realidade aumentada na educação: uma análise das ferramentas Flaras e aumentaty como recursos para aulas expositivas.** João Pessoa, 2017;
- ✓ LOPES, P. C. C. T. **Contributo do Laboratório Químico Virtual para Aprendizagens no Laboratório Químico Real.** Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Dissertação de mestrado. Vila Real: Universidade de Trás-osMontes e Alto Douro. 2008;
- ✓ REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE, **Ministério da Educação Plano Tecnológico da Educação As Tecnologias de Informação e Comunicação a Potenciar o Ensino em Moçambique,** 1ª Versão, Junho de 2011;
- ✓ SALEHAN, M. & Negahban, A. **Social networking on smartphones: When mobile phones become addictive.** *Computers in Human Behavior*, 2013;
- ✓ SHARDA Ramesh, Stefan Vob. **Design Research in information system (Theory and Praticce).** Springer - volume 22. University of Hamburg, Hamburg, Germany;
- ✓ JOHANNESSON, Paul, Erik Perjons. **An Introduction to Design Science.** 2014th Edition – Springer;
- ✓ WIERINGA, R. **Design science as nested problem solving.** *Proceedings of the 4th international conference on design science research in information systems and technology.* Philadelphia. ACMACM, 2009;
- ✓ LACERDA, D.P, at all. **Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção.** Gest. Prod. São Carlos. v.20, 2013;

Outros

- ✓ REVISTA DE ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA Y EDUCACIÓN
eISSN: 2386-7418, 2017, Vol. Extr., No. 13; url:
<https://www.researchgate.net/publication/321891963>;
- ✓ António Batel Anjo, **Química sem laboratório,** url:
<http://258science.blogspot.com/2018/04/quimica-sem-laboratorio.html>.
- ✓ UNESCO, **Information and Communication Technologies Usage in Higher Distance Education in Sub-Saharan Africa,** Moscow 2004; url:

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/ICT/pdf/ICTpoliedtran.pdf>

- ✓ DE SORDI, J.O., Meireles, M., & Sanches, C. **Design Science aplicada às pesquisas em administração: Reflexões a partir do recente histórico de publicações internacionais.** *Revista de Administração e Inovação*, 8(1), 2011; url: <https://www.scielo.br/j/jistm/a/kzhJNH7KfJCgDpPCLGzWX8H/?stop=next&lang=pt&format=html>

APÊNDICES

Apêndice I: Guião de inquérito dirigido aos alunos

O presente inquérito tem como objectivo a obtenção de dados para a realização de pesquisa científica.

1. Os professores fazem uso da tecnologia na sala de aula?
a) Sim b) Não
2. Tem dificuldades na assimilação da matéria de química?
a) Sim b) Não c) Talvez
3. O método de ensino híbrido tem sido melhor para assimilação da matéria?
a) Sim b) Não c) Muito
4. A escola dispõe do material adequado para aulas práticas e laboratoriais de química?
a) Sim b) Não c) Pouco
5. Já usou um aplicativo para ajudar nas aulas de química?
a) Sim b) Não c) Constantemente
6. Já ouviu falar de realidade aumentada?
a) Sim b) Não c) Talvez
7. Conhecia alguns aplicativos de realidade aumentada?
a) Sim b) Não c) Vários
8. Tem os recursos necessários para o uso da realidade aumentada (Smartphone)?
a) Sim b) Não
9. O que acha sobre o uso da realidade aumentada na sala?
a) Mau b) Bom c) Neutro d) Excelente
10. O uso da realidade aumentada na disciplina de química pode ajudar a conhecer melhor as reações químicas e mais?
a) Sim b) Não c) Muito
11. Como avalia o nível de interação com a realidade aumentada, foi clara e compressível?
a) Bom b) Mau c) Excelente
12. Utilizar a realidade aumentada aumentou o teu interesse na área de química?
a) Sim b) Não c) Pouco d) Muito
13. Achou a realidade aumentada uma ferramenta fácil de usar?
a) Razoável b) Fácil c) Difícil d) Nenhuma

14. Como avalia as aulas práticas e laboratoriais com base na realidade aumentada?

- a) Bom b) Mau c) Neutro d) Excelente

15. Sentiu-se dentro dum laboratório de química a simular experiências?

- a) Sim b) Não c) Nenhuma das opções

16. Após a apresentação você acha que a aplicação funciona da maneira que esperava?

- a) Sim b) Não c) Melhor

17. Sentiu-se seguro a simular algumas reações químicas com base na realidade aumentada?

- a) Pouco b) Muito c) Nenhuma das opções

18. Ficou satisfeito com o resultado da aplicação?

- a) Sim b) Não c) Muito d) Pouco

Apêndice II: Código de programação do aplicativo de RA referente aos capítulos abordados

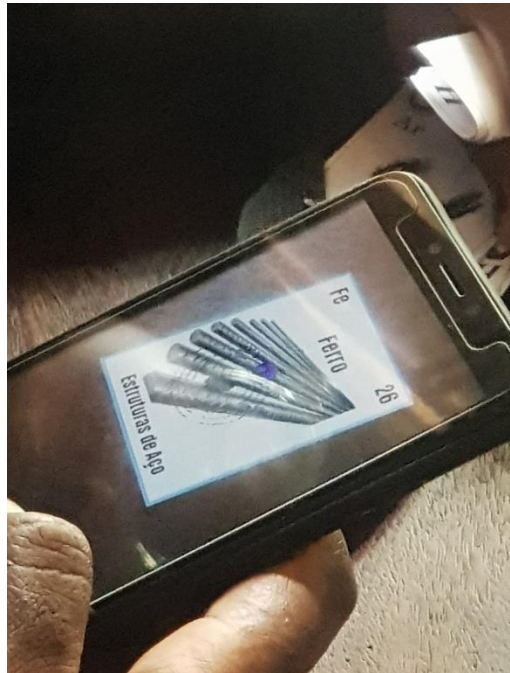
<pre> using System.Collection; using System.Collection.Generic; using UnityEngine; using UnityEngine.UI; public class Ajust : MonoBehaviour { public Slider scalSlider; [SerializeField] float currentScal = 0.12f; void Start(){ scalSlider = GameObject.Find("ScalSlider").GetComponent<Slid er>();} void Update(){ transform.localScal = new Vector3(scalSlider.value, scalSlider.value, scalSlider.value);} private void onGUI(){ transform.localScal = new Vector3(currentScal, currentScal, currentScal);} public void ajustScal(float newscal){ } public class Carregar : MonoBehaviour { void Start(){ SceneManager.LoadScene(0); } void Update(){}} public class PlayBtn : MonoBehaviour, IVirtualButtonEventHandler { </pre>	<pre> public class MoveObject : MonoBehaviour { public Transform[] wayPoints; public float moveSpeed; private int currentPoints; public GameObject H; public GameObject H_1; public bool H_obj = false; public bool H1_obj = false; public GameObject obj; public Animator ani; void Start(){ obj.SetActive(false); ani.enabled = false;} void Update(){ if (H.transform.position == wayPoints[currentPoints].position H_1.transform.position == wayPoints[currentPoints].position) { currentPoints++; } if (currentPoints >= wayPoints.Length) { currentPoints = 0; } if (H_obj == true){ H.transform.position = Vector3.MoveTowards(H.transform.p </pre>
---	--

<pre> public VideoPlayer player; public GameObject playbutton; void Start() { GetComponent<VirtualButtonBehaviour>().Register EventHandler(this);} void Update(){ } public void OnButtonPressed(VirtualButtonBehaviour vb){ player.Play(); playbutton.GetComponent<Renderer>().enabled = false;} public void OnButtonReleased(VirtualButtonBehaviour vb){ player.Pause(); playbutton.GetComponent<Renderer>().enabled = true; }} public class waterTransform : MonoBehaviour { void Start() { obj.SetActive(false); obj_2.SetActive(false); } void Update(){ if (D.transform.position == wayPoints[currentPoints].position) { currentPoints++; } if (currentPoints >= wayPoints.Length){ currentPoints = 0; } if (D_obj == true){ </pre>	<pre> osition, wayPoints[0].position, moveSpeed * Time.deltaTime); } if (H1_obj == true){ H_1.transform.position = Vector3.MoveTowards(H_1.transform .position, wayPoints[1].position, moveSpeed * Time.deltaTime); } if (H_obj == true && H1_obj == true){ StartCoroutine(Dealy()); } } private void OnCollisionEnter(Collision other){ if (other.transform.tag == "H"){ Debug.Log("hit"); H_obj = true; } if (other.transform.tag == "H_1"){ Debug.Log("hit_1"); H1_obj = true; } } IEnumerator Dealy(){ </pre>
---	---

<pre> D.transform.position = Vector3.MoveTowards(D.transform.position, wayPoints[0].position, moveSpeed * Time.deltaTime);} if (D_obj == true){ StartCoroutine(Dealy()); }} private void OnCollisionEnter(Collision other) { if (other.transform.tag == "D"){ D_obj = true; if (activo == 0 activo == 3 activo == 5){ activo = 1; solidificacao = 1;} if (activo == 2 activo == 4){ activo = 3; liquefacao = 1;}}}} IEnumerator Dealy(){ if (activo == 1 && solidificacao == 1){ obj.SetActive(true); yield return new WaitForSeconds(10f); if (activo != 1){ obj.SetActive(false);}} if (activo == 3 && liquefacao == 1){ obj_2.SetActive(true); yield return new WaitForSeconds(10f); if (waterTransform.activo != 3){ obj_2.SetActive(false); }}}} </pre>	<pre> yield return new WaitForSeconds(5f); obj.SetActive(true); ani.enabled = true; }} </pre>
---	---

Apêndice III: Imagens do pátio da Escola Secundária da Zona Verde

Apêndice III: Imagens durante o teste do aplicativo de RA.



ANEXOS



FACULDADE DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS- FET
 Campus Universitário de Lhanguene, Av. do Trabalho nº2482, Cidade de Maputo,
 Cell: +258 82 241 4880/860628899, correio electrónico: secretariaestec@up.ac.mz, website: www.up.ac.mz

CREDENCIAL

À Escola Secundária da Zona Verde

Credenciã-se o(a) Estevão Helmen Seza,
 Portador(a) do Bilhete de Identidade 110101264831, emitido pelo Arquivo de
 Identificação Civil de Maputo, aos 04 de 04 de 2022
 Filho(a) Baimunido Luis Seza e de Ana Ineamapeto,
 estudante do 4º Ano do Curso de Infarmática, a fim de
 efectuar a recolha de dados para pesquisa no acto de licenciar, junto aos
 especialistas na área de Mestrado de química.

Mais se informa que a duração da consulta será de 02 dias.

Maputo, aos 09 de Junho de 20 22

Chefe de Repartição de PTP,

Mestre Cacilda Helena Chivai
 (Mestre Cacilda Helena Chivai)

Secretaria da Escola Sec. Zona Verde
 Entrada nº 24805/2022
 Recebi Al. ...