



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA**



RAFAEL COSTA DOS SANTOS

O MAGNÍFICO SISTEMA SOLAR:

muito além dos oito planetas

FEIRA DE SANTANA

2024

RAFAEL COSTA DOS SANTOS

O MAGNÍFICO SISTEMA SOLAR:

muito além dos oito planetas

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Astronomia – Mestrado Profissional, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro

FEIRA DE SANTANA

2024

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

S238m

Santos, Rafael Costa dos

O magnífico sistema solar: muito além dos oito planetas / Rafael Costa dos Santos – 2024.

74 f.: il.

Orientador: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Feira de Santana, 2024.

1. Astronomia. 2. Sistema solar. 3. Realidade aumentada. 4. Animação 3D. 5. Livro didático. I. Ribeiro, Carlos Alberto de Lima, orient.
II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU 523:371.671



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): RAFAEL COSTA DOS SANTOS

DATA DA DEFESA: 23 de agosto de 2024 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS

HORÁRIO DE INÍCIO: 09:53

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO			
CARLOS ALBERTO DE LIMA RIBEIRO	Presidente	DR	UEFS
PAULO CÉSAR DA ROCHA POPPE	Membro Interno	DR	UEFS
KILDER LEITE RIBEIRO	Membro Externo	DR	UFRB

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

O MAGNÍFICO SISTEMA SOLAR: MUITO ALÉM DOS OITO PLANETAS.

*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

Em sessão pública, após exposição de 47 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 40 min. A banca chegou ao seguinte resultado**:

- APROVADO(A)
 INSUFICIENTE
 REPROVADO(A)

** Recomendações¹: _____

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 23 de agosto de 2024

Presidente: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 1: Paulo César da Rocha Poppe

Membro 2: Kilder Leite Ribeiro

Membro 3: _____

Candidato (a): Rafael Costa dos Santos

Coordenador do PGAstro: Juliano P. P.

¹ O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.



**ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO:
PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

CANDIDATO (A): RAFAEL COSTA DOS SANTOS

DATA DA DEFESA: 23 de agosto de 2024 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS

HORÁRIO DE INÍCIO: 09:53

LIVRO PARADIDÁTICO COM O TÍTULO: "O MAGNÍFICO SISTEMA SOLAR: MUITO ALÉM DOS DITO PLANETAS".

Feira de Santana, 23 de agosto de 2024.

Presidente: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 1: Paulo César da Rocha Pinheiro

Membro 2: Rafael Costa dos Santos

Membro 3: _____

Candidato (a): Rafael Costa dos Santos

Coordenador do PGAstro: Juliano P. Pinheiro

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro, pelo incentivo e apoio durante todo o projeto. Desde que comecei nesse Mestrado, não tinha certeza, se conseguiria concluí-lo, por falta de condições financeiras e emprego. Uma de minhas maiores motivações era a compreensão e flexibilização por parte do meu orientador, que sempre acreditou no meu potencial e deixou isto claro.

Gostaria de agradecer ao Programa de Mestrado e à FAPESB, pois a bolsa, que me foi concedida, tornou-se um divisor de águas, que decidiu a minha permanência na capacitação da pós-graduação. Sem a mesma, não poderia estar neste patamar de finalização do processo de Mestrado.

É fundamental aqui o agradecimento aos meus colegas de Mestrado, os dias de aulas muitas vezes cansativos se tornaram melhores devido à presença de pessoas, que criaram comigo uma proximidade e fortalecimento de laços de união entre a turma.

Jamais poderia me esquecer de citar a fundamental importância da minha noiva Daiane em minha vida pessoal e acadêmica. Esta que sempre esteve em minha vida nos momentos mais difíceis desde a Graduação até o Mestrado e me impulsionou e estimulou a nunca desistir dos meus sonhos e dos estudos.

Gostaria de agradecer a Universidade Estadual de Feira de Santana por permitir que um menino de família da classe baixa, que entrou jovem com uma mochila nas costas e um sonho, torna-se um professor de Física, futuro Mestre em Ensino de Astronomia e servidor público do Estado da Bahia. Nada disso seria possível sem as inúmeras pessoas que conheci na universidade pública, que moldaram o meu pensar, enxergar sobre o mundo com exemplo de dedicação, conhecimento e persistência: “Sou apenas um rapaz Latino-americano, sem parentes *financeiramente* importantes e vindo do interior”.

"Se não existe vida fora da Terra, então o universo é um grande desperdício de espaço".

- Carl Sagan.

RESUMO

O trabalho de pesquisa versa sobre a produção de material didático com enfoque no Sistema Solar. O produto educacional desenvolvido foi um livro paradidático com tecnologia de Realidade Aumentada. Avaliamos outros livros que estão no formato paradidático a exemplo do “Estrelas e Planetas” da Astrofísica Carole Stott e Guia ilustrado de Astronomia do Ian Ridpath como inspiração do produto atual. No livro foram discutidos os seguintes temas: Planetas do Sistema Solar; funcionamento básico de telescópios; discussão histórica sobre os objetos que vagam pelo Sistema Solar, sejam estes planetas, meteoroides e uma noção básica de lixo espacial por exemplo. Por se tratar de um livro paradidático, a linguagem matemática não será o foco. O produto educacional servirá como guia informativo ao dar apoio ao professor, bem como ao aluno, para o enriquecimento das aulas sobre a Astronomia com ênfase no Sistema Solar. Pretendemos que seja um diferencial atrativo para ampliar o conhecimento dos estudantes frente a um mundo pautado em *smartphones*. Avaliamos o seu uso com estudantes do Ensino médio do Colégio Estadual do Campo de Castro Alves.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia. Sistema Solar. livro paradidático. realidade aumentada

ABSTRACT

The research work focuses on the production of teaching material focusing on the Solar System. The educational product developed was a textbook with Augmented Reality technology. We evaluated other books that are in a paradidactic format, such as “Stars and Planets” by astrophysicist Carole Stott and Illustrated Guide to Astronomy by Ian Ridpath as inspiration for the current product. The following topics were covered in the book: Planets of the Solar System; basic telescope operation; historical discussion about the objects that roam the Solar System, be they planets, meteoroids and a basic notion of space debris, for example. As it is a paradidactic book, mathematical language will not be the focus. The educational product will serve as an informative guide supporting the teacher, as well as the student, to enrich Astronomy classes with an emphasis on the Solar System. We intend for it to be a differentiating attraction to expand students’ knowledge in a world based on smartphones. We evaluated its use with high school students at Colégio Estadual do Campo de Castro Alves.

Keywords: Astronomy teaching. Solar system. paradidactic book. Augmented reality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Produção de páginas com Photoshop	21
Figura 2	Produção de Marcadores de Realidade Aumentada	22
Figura 3	Estação Espacial Chinesa Tiangong com Blender	23
Figura 4	Realidade Aumentada com Unity 3D	23
Figura 5	Metodologia esquematizada	25
Figura 6	1º Fotografia de pesquisa em observação	27
Figura 7	2º Fotografia de pesquisa em observação	28
Figura 8	3º Fotografia de pesquisa em observação	28
Figura 9	4º Fotografia de pesquisa em observação	29
Figura 10	Modelo de <i>Notebook</i> Utilizado	32
Figura 11	Adobe Photoshop Cs	33
Figura 12	O <i>Software</i> Unity	33
Figura 13	O <i>Software</i> Blender	34
Figura 14	Impressora Epson	34
Figura 15	Papel Fotográfico	35
Figura 16	Capas do livro	36
Figura 17	Página de Mercúrio	37
Figura 18	Planetas em realidade aumentada com Unity	38
Figura 19	Modelagem Haumea	39
Figura 20	Marcadores Mercúrio e Urano	40
Figura 21	Aplicativo Instalado	41
Figura 22	A realidade aumentada de Mercúrio	42
Figura 23	Código de programação (parte1)	43
Figura 24	Código de programação (parte2)	44
Figura 25	Código de órbita em prática (parte1)	45
Figura 26	Código de órbita em prática (parte2)	45
Figura 27	Material impresso	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VUFORIA: API de banco de dados onde uma empresa com servidor nos EUA reserva informações sobre os símbolos de RA (marcadores) para garantir que a posição exata de animação seja reconhecida por qualquer pessoa em qualquer lugar do mundo com o produto educacional.

MARCADOR: Símbolo em forma de imagem normalmente impressa que serve para o software reconhecer em que lugar cada animação deve aparecer. Os marcadores devem ter características únicas entre si para garantir que não haja confusão no reconhecimento.

API: A API ou biblioteca é um arquivo que contém extensos códigos de programação prontos para que funções básicas não precisem ser refeitas por todos os programadores tendo que repetidamente inventar a roda. Exemplo: Código em nível de máquina para ativar e ver a imagem de uma câmera, isto já foi bem trabalhado pela empresa inventora da Webcam, não há necessidade nenhuma de programar pulsos eletrônicos do zero para trabalhar com realidade aumentada. Para isto basta baixar a API para comunicação a nível lógico com a câmera e trabalhar sua criatividade em cima disto.

RA: A realidade aumentada (RA) é a capacidade de um software de projetar objetos 3D virtual sobre objetos reais de tal forma que uma pessoa que observa o cenário teria dificuldade de distinguir o que é real ou não. Quanto maior as habilidades com modelagem 3D mais realista a realidade aumentada devido a capacidade do animador de focar nos detalhes.

GTX: Série de chips gráficos da empresa Nvidia que possuem desempenho suficiente e ótimo custo benefício para trabalhos 3D e jogos que qualidade razoável.

PARADIDÁTICO: Um livro educacional que tem por objetivo o ensino de um conteúdo passando informações de maneira mais leve e lúdica sem aprofundar nos conteúdos escolares e universitários como um livro didático.

SUBSUNÇOR: É uma palavra vinda da teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel que representa a estrutura cognitiva de conhecimentos prévios que uma pessoa (aluno) já possui sobre um determinado assunto. O professor pode utilizar deste Subsunçor para mais facilmente e de maneira significativa ancorar novos conhecimentos no cognitivo de seu aluno através de suas aulas e até mesmo e materiais didáticos.

C-SHARP: Linguagem de programação com símbolo C#, possui grandes aplicações para construções de softwares. O compilador (IDE) mais conhecido para se trabalhar com esta linguagem é um Microsoft Visual Basic, o C# tem grande aplicação no Unity, pois para animar de maneira mais complexa como órbitas de corpo celeste podendo diferenciar velocidade, período e ângulo de inclinação somente na construção de scripts de programação C# é que o Unity responde bem.

SCRIPT: É um arquivo contendo o código (texto) com comandos de programação que o computador irá ler e a partir deste saber como agir em determinada situação.

IDE/Compilador: é um ambiente de programação (software) preparado para traduzir todo o código escrito em qualquer linguagem como C#, Java, MATLAB e outras em linguagem de máquina ensinando o computador a agir de acordo com os comandos do criador do código.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	ELEMENTOS FUNDANTES	16
2.1	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	16
2.2	SIMULAÇÃO, ANIMAÇÃO 3D E REALIDADE AUMENTADA	18
2.3	LITERATURA SOBRE ASTRONOMIA	20
3	METODOLOGIA	21
3.1	METODOLOGIA DA ELABORAÇÃO DO PRODUTO	21
3.2	METODOLOGIA QUALITATIVA EMPREGADA EM SALA	26
4	MATERIAIS UTILIZADOS	32
5	RESULTADOS E ANÁLISES	36
5.1	CAPA E CONTRACAPA	36
5.2	PÁGINAS DE CONTEÚDO	36
5.3	ANIMAÇÃO E REALIDADE AUMENTADA	37
5.4	MODELAGEM 3D	38
5.5	CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DOS MARCADORES DE REALIDADE AUMENTADA	40
5.6	TESTE DO APLICATIVO: MAGNÍFICOSISTEMASOLAR	41
5.7	APLICATIVO EM FUNCIONAMENTO	43
5.8	SCRIPT DE PROGRAMAÇÃO	43
5.9	IMPRESSÃO DO MATERIAL	46
5.10	RESULTADOS DA ENTREVISTA E OBSERVAÇÃO EM SALA	48
6	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	53
	APÊNDICE 1 – TCLE	55
	APÊNDICE 2 – LINK	57
	APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIOS	58
	APÊNDICE 4 - LINKS ESSENCIAIS AO SUCESSO DO PROJETO	72

1. INTRODUÇÃO

É muito comum hoje em dia que se trabalhe nos livros de ciências escolares a abordagem da composição do Sistema Solar com a perspectiva da composição dos oito planetas e a citação de alguns meteoroides e da estação espacial internacional. Seja o ensino fundamental ou médio, todos têm participação em educar a sociedade sobre conhecimentos de Astronomia. Entretanto muitas vezes as presenças destes conteúdos nas escolas estão em baixo nível e em alguns casos pode nem acontecer. Alguns autores trazem mais evidências sobre isto em seu artigo quando citam:

“No âmbito da educação básica, as escolas de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio atuam de modo formal no papel de instituições que promovem o processo de ensino/aprendizagem de conteúdos de astronomia, embora de modo reduzido, e muitas vezes até nulo, como mostram os resultados das pesquisas da área de educação em astronomia. Sejam estes conteúdos sugeridos por órgãos e documentos oficiais (Secretarias de Educação, Ministérios, Referenciais Curriculares para a Educação Infantil, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Médio, Orientações Curriculares Nacionais, etc), sejam administrados por opção de professores comprometidos com sua formação continuada individual, alguns elementos de astronomia podem vir a estarem presentes nas aulas de ciências ou de física”. (Laghi e Nardi, 2009, p. 3).

Ainda são poucos os livros didáticos nas escolas públicas que discutem com qualidade a Astronomia, quando o faz trazem em grande parte um rápido apanhado sobre os oito planetas e alguns satélites artificiais. Entretanto, o Sistema Solar contém uma infinidade de eventos e corpos que o vagam e poucos são citados tornando os estudantes privados do conhecimento moderno da Astronomia do Sistema Solar. A ideia foi produzir um livro paradidático intitulado: “O Magnífico Sistema Solar: muito além dos oito planetas”. Este livro buscará abordar o Sistema Solar de maneira mais ampliada, citando o acúmulo de lixo espacial, estudo e descoberta dos Planetas, Planetas Anões, Cinturão de Kuiper, objetos transnetunianos, além das tecnologias enviadas pelo homem que vagam, ou vagaram, por nosso Sistema Solar, como os satélites artificiais, sondas e suas conquistas.

O livro teve a arte e texto de suas páginas construídas com o software adobe Photoshop Cs1, uma versão mais antiga que o pesquisador já possuía. Este é um software profissional de tratamento e edição de imagens que possibilita a construção/edição das figuras que irão compor

o livro. Vale lembrar que todas às figuras utilizadas para construção do livro serão de licença livre para uso, ou comprada, e devidamente referenciado em caso de licença livre.

O Produto Educacional (livro) conta com tecnologia de realidade aumentada. A tecnologia consiste em utilizar a câmera de um computador ou smartphone para simular objetos virtuais tridimensionais em meio ao mundo real, criando a ilusão de fusão entre o real e virtual. O tipo de realidade aumenta deste produto é a Marker-based AR, que se baseia em buscar e identificar marcadores para exibir cada animação. A ideia de esta tecnologia estar presente no livro é prender ao máximo a atenção do estudante devido à curiosidade que a simulação pode gerar, tornando o conteúdo mais interessante do ponto de vista do leitor (aluno). A simulação com, ou sem, os óculos de realidade virtual, pode ser capaz de ampliar a capacidade de concentração e reduzir a distração imergindo o estudante nos fenômenos do Sistema Solar de maneira mais clara e atraente. Os *softwares* utilizados no desenvolvimento da realidade aumentada são Blender, Unity, Vuforia, que são especializados em criação de figuras 3D e criação de aplicativos de realidade aumentada.

Os objetivos, que se almeja alcançar com a confecção deste material, são: A produção de um livro, para auxiliar nos conceitos e fenômenos existentes no Sistema Solar, a sondagem do nível de interesse dos estudantes em um livro com tecnologia em realidade aumentada por meio de investigação observacional. O objetivo geral do projeto versa sobre a produção de um livro paradidático com tecnologia de realidade aumentada. A pergunta norteadora de nossa pesquisa é: Em que medida o uso de um livro paradidático que utilize tecnologia de realidade aumentada desperta o interesse pela leitura e pela Astronomia?

A inspiração para trabalhar neste produto, teve início na leitura do livro paradidático produzido pela astrofísica e escritora Carole Stott denominado: Estrelas e Planetas (Stott, 2012). Nesta obra, Stott ensina sobre Buracos Negros, Sistema Solar e Etnoastronomia de maneira simples com páginas ricas em informação, porém, que qualquer pessoa sem formação na área seria capaz de entender buscando uma faixa etária livre. Stott neste livro não utiliza a realidade aumentada, isto me fez pensar o quão incrível e mais atrativo os esquemas e figuras do livro poderiam ser com esta inovadora tecnologia.

O produto educacional tem relevância devido ao fato de disponibilizar um material de qualidade com uma tecnologia inovadora que tem potencial despertar o interesse dos estudantes em um livro sobre Astronomia. Como contribuições acadêmicas serão disponibilizadas as informações da observação de satisfação e interesse dos estudantes, nas quais são possíveis compreender a aceitação do material pelos mesmos e o potencial que este tipo de produto pode ter nas escolas.

Vale ressaltar que, no mercado brasileiro durante o tempo de pesquisa para construção e envio deste projeto não foi encontrado livros de Astronomia com esta tecnologia à venda. Este pode ser um material de caráter inovador no país para a educação em Astronomia.

2. ELEMENTOS FUNDANTES

Este capítulo tem por finalidade apresentar o conjunto de referenciais teóricos que embasaram o desenvolvimento de todo o projeto. Discutiremos a Teoria da Aprendizagem Significativa, Simulação 3D, Realidade Aumentada, Motores de animação 3D, entre outros artigos, que demonstram o potencial dos elementos teóricos e tecnológicos aplicados ao material educacional desenvolvido. Não somente as referências educacionais e tecnológicas serão apresentadas abaixo, como também as referências literárias dos conteúdos da Astronomia.

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem considerada como base no projeto de pesquisa que deu origem a essa Dissertação é a Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel. Segundo Marco Antônio Moreira, Ausubel observou que o fator isolado mais importante que influencia uma aprendizagem significativa, como sendo aquilo que o aprendiz já sabe (Moreira, 2008, p. 2). Em seu artigo “Organizadores Prévios e a Aprendizagem Significativa”, Moreira conta ainda, que existe um processo de interação funcionando como “âncoradouro” que assimila o novo material e, ao mesmo tempo, modifica-se em função dessa ancoragem. Sendo assim, para Ausubel, a aprendizagem significativa ocorrerá, quando novos conceitos, ideias e proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz.

Do ponto de vista cognitivo, a aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. É importante reiterar que a aprendizagem significativa ocorre pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (Moreira, 2008).

Neste projeto, a teoria da Aprendizagem Significativa é uma das melhores teorias que se poderia escolher como embasamento. Os estudantes do ensino médio normalmente já

tiveram aula sobre o Sistema Solar no ensino fundamental nas primeiras turmas de ciências onde o professor falou dos planetas e do sol, com isto, eles costumam ter um subsunçor disponível para que o conteúdo do produto educacional seja ancorado. O livro busca reforçar os subsunçores dos estudantes falando sobre Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Somente após esta introdução com auxílio da tecnologia em realidade aumentada é que os estudantes começam a ter novos conhecimentos de corpos celestes e tecnologias espaciais que o professor pode utilizar também do material para apresentá-los como Planetas Anões, Satélites e Lixo Espacial. Se bem aproveitado, este material pode ser de grande potencial, como um excelente organizador prévio, capaz de reforçar a ponte cognitiva o aprendiz.

2.2 SIMULAÇÃO, ANIMAÇÃO 3D E REALIDADE AUMENTADA

Uma simulação é uma imitação da realidade, é bastante aplicada na área de games, cinema entre outros. A animação em 3D é uma tecnologia virtual que possibilita professores ou profissionais de qualquer área desenvolver uma simulação de objetos tridimensionais e movimentos para esta. As animações podem ser utilizadas como simulações realistas que exibam fenômenos dos quais a ciência em que leciona se propõe estudar, por exemplo.

A sensação de “imersão em outro mundo” em uma animação 3D, games ou filmes animados têm direta relação com a teoria da persistência retiniana. Uma das explicações deste fenômeno veio em 1824 por P. M. Roget que estudou os efeitos de ilusão da curvatura no aro da roda de uma carroça a certa velocidade. De seus estudos Roget concluiu que as ilusões ópticas respeitavam um determinado período de rotação e que isto ocorria devido a imagem de certa parte da roda variar seu tempo de exposição na retina de modo a não completar a informação que projeta a estrutura do objeto por inteiro (Roget, 1824).

A ideia de variar a presença de um objeto a uma fração de segundos e criar uma ilusão óptica, foi novamente utilizada pelo fotógrafo Eadweard Muybridge que foi a primeira pessoa conhecida a desenvolver um sistema com várias máquinas fotográficas e reservar nos filmes fotossensíveis as diferentes posições de um movimento. O trabalho de Eadwerd ficou conhecido como o “cavalo galopando” quando ele organizou as fotografias de diferentes posições em volta de um disco giratório que ao girar dava a ilusão de movimento do animal (Britannica, 2022). Este foi o primeiro exemplo de animação que se tem documentos acessíveis até o momento.

Alguns dos softwares mais conhecidos para desenvolvimento de animação 3D em uso geral são o Blender e Unity. Os softwares citados não foram escolhidos por acaso, estes possibilitam transformar as animações 3D em realidade aumentada. Vale deixar claro que uma animação 3D é quando a arte 3D é projetada no mundo virtual das telas de computadores e smartphones. Quando o software é capaz de simular estes objetos em meio ao mundo real isto torna o que é chamado de realidade aumentada (RA).

O Blender é um pacote de criação 3D gratuito e de código aberto. Ele suporta trabalhos como modelagem, montagem, animação, simulação, renderização, composição e rastreamento de movimento, até mesmo edição de vídeo e criação de jogos (Blender, 2020). O software, além de ser um dos mais poderosos para criação de games e projetos cinematográficos do mundo, disponibiliza-se gratuitamente para todos.

Unity é um software que permite a produção de jogos e aplicativos para realidade aumentada e virtual. O Unity pode ser utilizado tanto para fins educacionais quanto empresariais. O principal potencial e utilidade do Unity neste projeto será a construção de realidade aumenta, como indica o autor:

“Unity 3D é um desenvolvimento rico em recursos e um motor totalmente integrado que fornece funcionalidade pronta para uso e criação de conteúdo 3D interativo. Usando o Unity, você pode publicar em várias plataformas, como PC, Web, iOS, Android e Xbox. Conjunto de ferramentas completo, espaço de trabalho intuitivo e recurso de edição e teste de reprodução do Unity faz desenvolvedores para economizar tempo e esforço. O Vuforia AR A extensão para Unity permite detecção e rastreamento de visão funcional dentro do Unity e permite que os desenvolvedores criem Aplicativos e jogos AR facilmente” (Kim *et al.*, 2014).

Um exemplo na área de ensino com a realidade aumentada pode ser visto no artigo publicado pela revista *Nurse Educator* no qual a autora explica sobre a experiência de adaptar a tecnologia de realidade aumentada no ensino de enfermagem:

“BodyExplorer é um simulador em desenvolvimento que combina realidade virtual (VR) com realidade física. A realidade aumentada adiciona imagens geradas por computador a objetos do cotidiano para fornecer informações adicionais sobre o objeto ou ambiente para um usuário. As tecnologias de realidade virtual suportam autoaprendizagem aprimorada, tutoria automatizada, implantação e acessibilidade amplas, tomada de decisão cognitiva e comunicação por meio de diálogos. Um modelo físico de um corpo é aprimorado com uma variedade de sensores para medir e fornecer feedback aos alunos. Os alunos podem explorar a anatomia e a fisiologia abrindo janelas de visualização na superfície do simulador de paciente usando uma interface intuitiva baseada em caneta. Uma vez que as janelas de visualização são abertas, os alunos podem praticar a administração de medicamentos simulados e visualizar os efeitos fisiológicos internos de suas ações externas no paciente simulado. (Foronda *et al.*, 2016)”.

Em seu artigo publicado na *Association for computing Machinery*, os autores Fleck e Simon discutem o fato de que na França se tornou obrigatório o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental e Médio, porém, ainda existem poucos materiais e tecnologias que auxiliem os

professores no ensino da matéria. Desta maneira eles resolvem desenvolver um material baseado em realidade aumentada. Os autores criaram marcadores, que são símbolos onde apontada a câmera, é possível visualizar os corpos celestes de nosso Sistema Solar exibindo a estrutura dos planetas (Fleck e Simon 2013).

Na Dissertação de Mestrado na Escola Superior de Educação João de Deus (Lisboa), é apresentado que atividades lúdicas fazem parte da vida humana e possuem um importante papel no seu desenvolvimento. Mostra ainda que nestas percepções sensoriais, as crianças podem desenvolver algumas capacidades importantes tais como, atenção, memória, imitação e imaginação (Cunha, 2012). Com base na pesquisa da autora, as figuras do livro e animações 3D em realidade aumentada a serem desenvolvidos, são ferramentas lúdicas, então podemos com estas, desenvolver melhores capacidades de atenção, memória e imaginação em crianças. Analisando por este ângulo, é possível que figuras e animações lúdicas apresentem um resultado análogo em jovens do ensino médio. Embora as atividades lúdicas por si só não resolvam todos os problemas em sala de aula, a mesma pode ser capaz reduzir muitas dificuldades.

A Realidade Aumentada (RA) vem se mostrando uma ferramenta facilitadora e motivadora para trabalhar com crianças em momentos de recreação e também nas salas de aula (Silva e Kirner, 2010; Andujar *et al.*, 2011; Reis e Kirner, 2012). Esta característica da RA pode proporcionar maior interação entre o aluno e o objeto de estudo, despertando o interesse e a curiosidade, havendo assim, maior probabilidade de engajamento por parte do aluno durante as aulas. Além disso, a RA tem trazido novas possibilidades para trabalhar com pessoas com necessidades especiais por possibilitar apresentar através de sons e imagens, ideias abstratas e conceitos de difícil assimilação (Souza e Kirner, 2011).

2.3 LITERATURA SOBRE ASTRONOMIA

A obra literária *Astronomia e Astrofísica* (Oliveira-Filho, 2004) tem um enorme arcabouço de conteúdos da astronomia sendo um dos melhores livros acadêmicos disponíveis em português. Este material será de imensa utilidade na produção do produto educacional devido a discutir conceitos como fases da lua, movimento aparente dos astros no céu, espectroscopia entre outros fatores. Embora o livro seja voltado para astronomia de campo e detenha uma matemática mais robusta, muito se pode aproveitar e simplificar para um público menos especializado.

O livro *Handbook of radioastronomy* (Itu, 2013) é um excelente material que conta a fundo como funciona o trabalho dos astrônomos que estudam o universo pelos comprimentos de onda de rádio. Um material rico que explica técnicas de softwares entre outros detalhes que serão de grande utilidade para o tópico de rádio astronomia do produto final.

Outro importante material para discutir o tópico de radioastronomia é o livro *Basics of radioastronomy* (Miller, 1998), ele traz uma linguagem um pouco mais leve que o citado anteriormente, tendo como adicional, possuir uma gama de informações do contexto histórico da radioastronomia, coisa que será essencial para construir um paradidático.

O livro astronomia de Ian Ridpath é um paradidático de altíssima qualidade, em que o autor apresenta a história da astronomia, Sistema Solar, instrução de uso para telescópios, galáxias, buracos negros e a expansão do universo além das constelações (Ridpath, 2006). O livro consegue trazer estes conceitos muito bem ilustrados e com uma linguagem bastante acessível. Este livro será utilizado como um dos modelos de inspiração para construção do paradidático do presente projeto.

Outro livro bastante interessante e que servirá como base para criação do produto final será o paradidático estrelas e planetas da astrofísica Carole Stott que possui uma linguagem simples sem perder a riqueza de informações contendo história, conceitos e figuras sobre astronomia de alta qualidade (Stott, 2005).

Para descrição mais aprofundada dos conceitos de fenômenos espaciais, o livro conceitos de astronomia (Boczko, 1988) será amplamente utilizado por ser um livro completo que traz desde sistemas de coordenadas para observações, calendários, fases da lua entre outros conteúdos acadêmicos que podem ter sua linguagem simplificada e aproveitada para o produto educacional.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os processos metodológicos e materiais utilizados para a construção do produto educacional. Toda a metodologia empregada é pensada de caráter qualitativo seja a parte técnica ou educacional de aplicação em sala. Será apresentada abaixo a metodologia de pesquisa que descreve os passos na utilização de softwares fundamentais para construção das páginas do paradidático e das animações de realidade aumentada. Além disto, a metodologia de ensino será apresentada e os materiais utilizados para descrever o procedimento de aplicação do produto serão discutidos.

3.1-METODOLOGIA DA ELABORAÇÃO DO PRODUTO

A produção inicialmente versou pela criação das artes e conteúdo de páginas do livro. As artes das páginas foram sendo produzidas utilizando o software Adobe Photoshop, como mostra a figura 1.

Figura 1. Páginas do livro



Fonte: Autoria Própria

O Photoshop é um programa muito utilizado por gráficas para criar panfletos, revistas e até mesmo outdoors. Desta forma, o Photoshop foi escolhido no processo para ser o responsável por criar a página, adicionar os textos de conteúdo e desenvolver esquemas quando preciso. Este é um software fundamental, pois toda parte física a ser impressa do produto vem sendo produzida nele.

Com a primeira parte concluída, iniciou-se a segunda etapa, com foco em busca e leitura de portais de agências espaciais, livros, artigos, teses ou dissertações sobre Astronomia e Astronáutica que fundamentaram os conceitos e argumentos presentes na construção do produto final. A partir da leitura, cada página do produto educacional veio sendo preenchida com seus conceitos, figuras e esquemas. Além disto, nas páginas foram escolhidos espaços para adição de marcadores de realidade aumentada, estes são símbolos para reconhecimento e diferenciação das animações por página, a figura 2 traz uma noção de como são os marcadores adicionados com Photoshop.

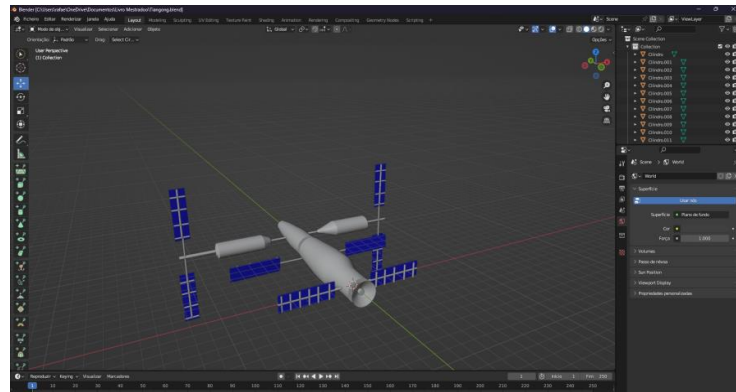
Figura 2. Marcadores de realidade aumentada



Fonte: Autoria própria

A figura 2 mostra o desenvolvimento de um marcador de realidade aumentada implementado em uma página do produto educacional através do Photoshop. Uma vez adicionado o marcador em uma página, toda vez que a câmera do aplicativo vê o símbolo, o celular projeta na tela a imagem da vida real somado a realidade virtual (aumentada). Cada página tem seu próprio símbolo que projeta animações distintas sobre o livro. Acima, podemos ver o símbolo para animação da segunda página sobre o planeta Terra, o conjunto de formas geométricas de cor branca e o nome “Terra2” formam um padrão de distribuição geométrico único. Eles permitem à câmera diferenciar qual animação deve exibida. Cada distribuição e nome nos símbolos exibem um tipo de animação exclusivamente desenvolvida para aquela página.

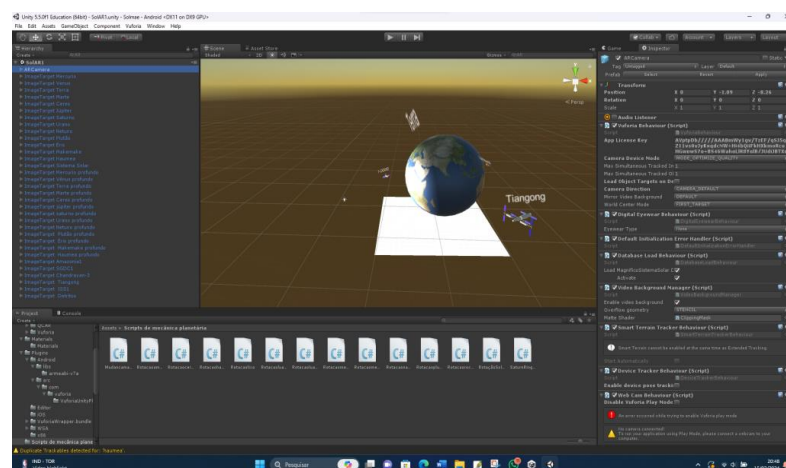
Figura 3. Tiangong



Fonte: Autoria própria

A terceira etapa realizada foi tão fundamental quanto às anteriores, pois se tratou da animação 3D e realidade aumentada que irá compor boa parte do livro e virá como um diferencial no segmento didático em Astronomia. O software Blender está entre os mais utilizados para criação da realidade aumentada. O Blender (figura 3) foi utilizado por ser um sofisticado software de animação com renomados games e filmes já desenvolvidos por ele e se põe totalmente gratuito ao público. A figura 3 mostra a modelagem da Estação Espacial Estatal Chinesa (Tiangong) para adicioná-la na animação de sua órbita em volta de nosso planeta. O programa apresentou excelente progresso dando continuidade ao projeto modelando a estação espacial Chinesa, Satélite Amazônia-1, Estação espacial internacional e sondas planetárias.

Figura 4. Realidade aumentada no Unity



Fonte: Autoria própria

O Unity (figura 4) foi utilizado para criar toda a realidade aumentada (RA) do livro por ser capaz de converter uma animação 3D em aplicativo de RA e possuir licença para uso

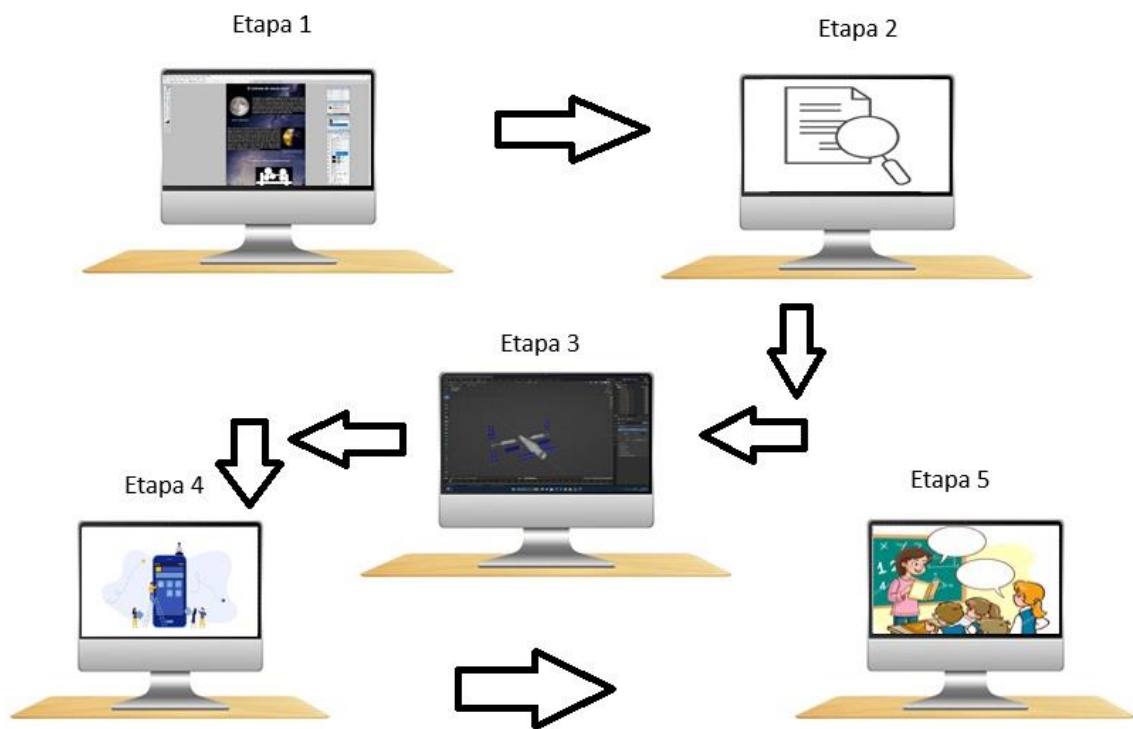
universitário. Todo o processo de desenvolver corpos celestes e seus fenômenos em tecnologia virtual 3D de realidade aumentada vem sendo feito com o Unity por modelagem geométrica e construção de Scripts de programação em CSharp utilizando o compilador Microsoft Visual Basic.

A quarta etapa ficou com a conversão da realidade aumentada em aplicativo Android, isto ocorreu utilizando o Unity somado a uma API que contribuiu para garantir que cada animação venha a surgir na página especificada. Existem duas APIs excelentes para isto, uma é o Vuforia e outra é o Google ARCORE. Entretanto, quem veio se mostrando mais eficaz para a resolução da construção do produto foi a Vuforia. O Vuforia é muito importante, pois quem aponta para o software qual marcador pertence a cada animação que deve ser exibida para que não haja confusão de dados é ele, podemos pensar no Vuforia como um banco de dados que mantém essa informação em nuvem para em qualquer lugar do planeta qualquer pessoa com o livro possa visualizar as projeções em realidade aumentada.

A aplicação (quinta etapa) veio sendo planejada com base em visitas as salas da instituição Colégio Estadual do Campo de Castro Alves e selecionando estudantes que tenham interesse de participar da avaliação do livro, uma vez detectados os estudantes, foi solicitada uma sala de aula para que eles façam a leitura do material e testem o aplicativo no celular. Este aplicativo lhes possibilitou visualizar a realidade aumentada presente no livro pela câmera do smartphone. Esta etapa de aplicação foi realizada nas últimas semanas de julho de 2024, pois a escola anteriormente se encontrou em semanas de finalização de I unidade com apresentação de trabalhos e aplicação de provas. Outro motivo da aplicação do projeto ser um pouco mais tarde foi a demanda de caráter técnico e desenvolvimento autoral do projeto que requereu um maior intervalo de tempo em desenvolvimento. Contudo, a aplicação obteve êxito, resultando em dados para o questionário, avaliação do livro e conclusão da pesquisa.

Ao longo do decorrer do desenvolvimento do produto, uma etapa extra surgiu para a conclusão do trabalho ser possível. Para animar a órbita de um objeto que pode ser uma sonda, Planeta ou qualquer outra coisa no Unity de forma mais realista é preciso realizar programação. A linguagem que o Unity mais utiliza é o CSharp (C#). Através da realização de estudos de programação foi possível realizar simulações que demonstraram êxito em exibir a órbita de planetas e tecnologias com inclinação orbital igual ou diferente de zero.

Figura 5. Metodologia esquematizada.



Fonte: Autoria própria

A figura 5 exibe de forma compacta a metodologia. Na etapa 1, o livro é construído no Photoshop, na etapa 2 foram realizadas as pesquisas bibliográficas, na etapa 3 as animações e modelagem 3D foram construídas, na etapa 4 ocorreu a construção do aplicativo e a etapa 5 foi escolhida para impressão e aplicação em sala do produto educacional.

3.2 - METODOLOGIA QUALITATIVA EMPREGADA EM SALA

Hoje as escolas já possuem a iniciação científica, que permite ao professor trabalhar com física e discutir em aplicações de forma mais aprofundada a mecânica clássica de nível médio. Isto permite ao professor lecionar Astronomia, ainda que conceitual, do ponto de vista de física como MRU, MCU, Dinâmica entre outros conteúdos na visão espacial gerando a oportunidade de tratar da Astronomia.

Entretanto, para entender sobre a Física envolvida na Astronomia, o estudante precisa de um apanhado geral de conhecimento prévio sobre Astronomia e Sistema Solar, que muitas

vezes no mundo moderno eles podem até possuir subsunçores sobre o assunto, através de redes sociais como Youtube e Instagram, Televisão com documentários ou Telejornal e principalmente do Ensino Fundamental da disciplina de Ciências. Entretanto, os conhecimentos precisam ser lapidados ou aprendidos do zero e alinhados ao consenso científico para terem ao menos uma base sólida (ponte cognitiva) antes de começar a tratar os fenômenos envolvidos na Astronomia.

Outro ponto, é que muitas vezes o professor fala, a depender da série, sobre Gravitação Universal, ou Sistema Solar, sem permitir ao estudante conhecer a Astronomia e suas curiosidades de forma mais geral e atualizada, isto motivaria os alunos a entenderem o tema da Gravitação Universal e Sistema Solar com qualidade. Neste caso, o paradidático se encaixa na teoria como sendo um organizador prévio na visão de Moreira:

“Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. Contrariamente a sumários que são, de um modo geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. Para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa. Ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”. (Moreira, 2008, p. 2).

Temos total consciência que o propósito deste produto não é substituir o livro didático ou o professor, ele teria o papel de contribuir familiarizando e atualizando o entendimento do estudante sobre o Sistema Solar e tecnologias espaciais e despertar o interesse pela Astronomia e pela leitura tendo a realidade aumentada como atrativo diferencial. Isto faria o estudante ancorar de forma mais eficiente, por exemplo, o tema de gravitação e Sistema Solar na 1^o série do ensino médio que tem como núcleo a Astronomia e orbita de corpos no espaço.

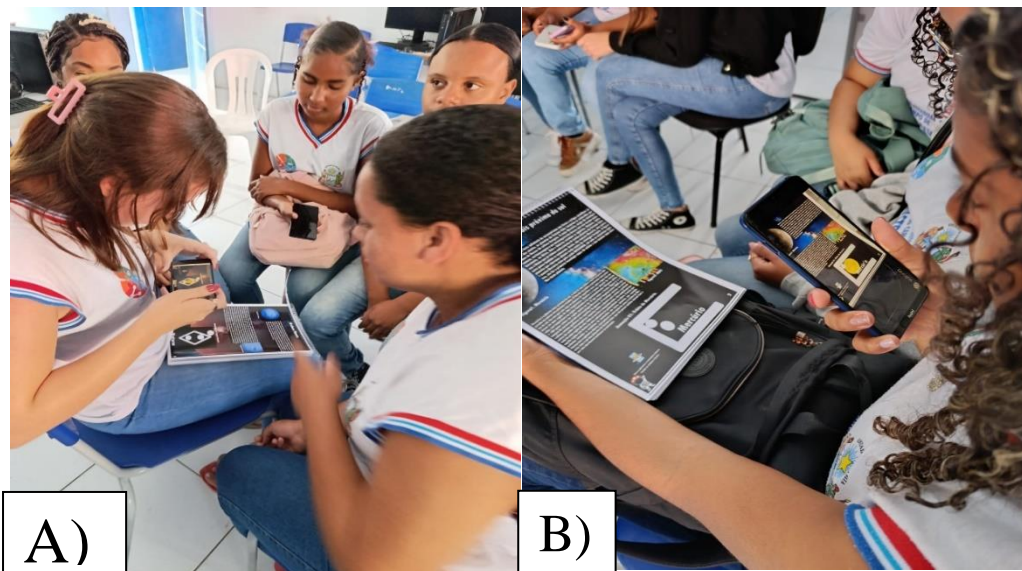
Para responder a pergunta que norteia todo o projeto “Em que medida o uso de um livro paradidático que utilize tecnologia de realidade aumentada despertará o interesse pela leitura e pela Astronomia?” se fez necessário aplicar o produto com estudantes seguindo a metodologia descrita a seguir sem saltar nenhum dos passos. Pretendíamos inicialmente aplicar o material no museu de Astronomia (Antares) com escolas visitantes ou escolher uma escola e turma para tratar do tema na disciplina de Física, Ciências ou Iniciação científica que tem um vínculo forte com a Astronomia e suas leis da natureza. No fim decidimos por aplicar no Colégio Estadual do Campo de Castro Alves (CECCA), por se tratar da escola em que o professor pesquisador em questão leciona como servidor em Física.

3.2.1 Aplicação do produto educacional

A partir do momento em que se está na sala com os estudantes, foi apresentado o projeto e a tecnologia do produto em desenvolvimento. Depois disto, os estudantes foram questionados com perguntas como se já ouviram falar de Astronomia, Satélites e Sistema Solar entre outros. Estas perguntas têm o objetivo de saber a familiaridade dos estudantes com o tema do setor espacial e Astronomia.

Logo depois o produto deveria ser apresentado e foi explicado para os estudantes porque o material foi criado, o que verã nele e como utilizar. Com isto os estudantes ficaram aptos a começar a utilizar o produto. A partir daí, iniciou-se as anotações de observação por parte do pesquisador.

Figura 6. Observação 1



Fonte: Autoria própria

Neste momento (figura 6A e 6B), o pesquisador caminhava entre os estudantes e analisava o grau de interesse e participação dos alunos presentes. Aqui é onde os estudantes testavam o funcionamento do aplicativo, analisavam o reconhecimento dos símbolos de realidade aumentada para cada animação por página.

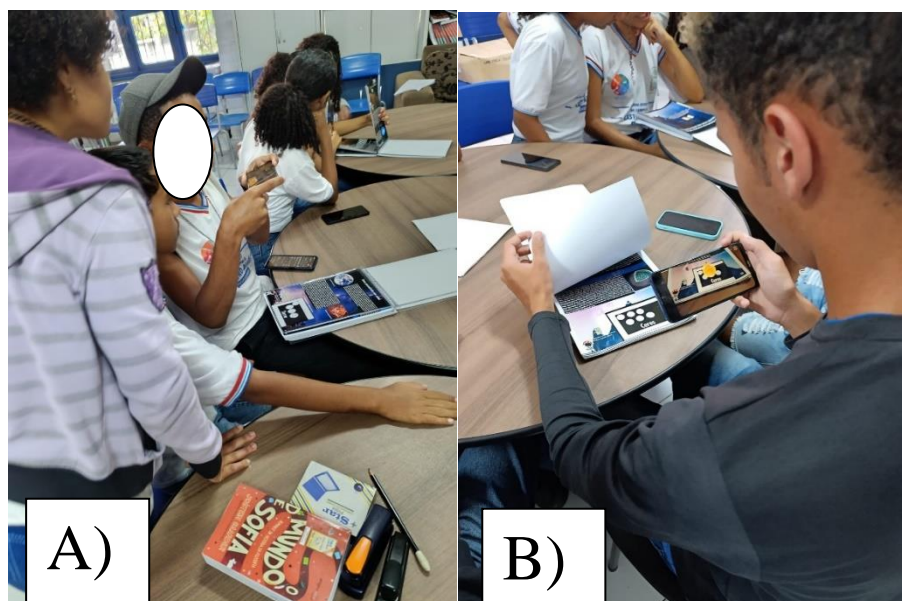
Figura 7A e 7B. Observação 2



Fonte: Autoria própria

Neste momento (figura 7A e 7B) o pesquisador estava observando enquanto os estudantes avaliavam o material do produto, imagens, artes e o conteúdo escrito. Muitas informações puderam ser tiradas da participação dos estudantes observando seu comportamento durante o uso do livro e do aplicativo.

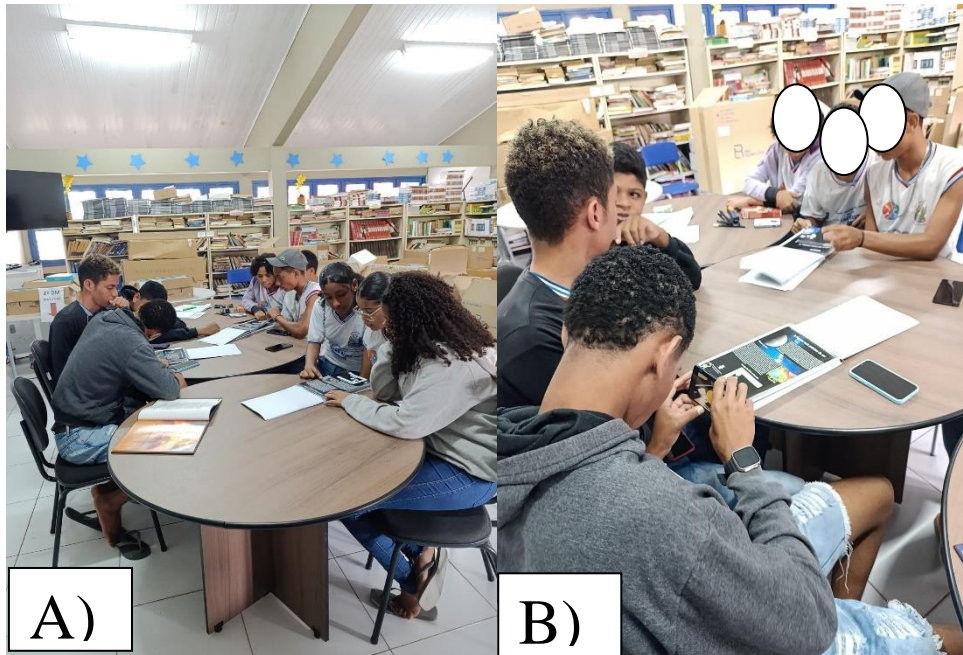
Figura 8. Observação 3



Fonte: Autoria própria

A observação 3 (figura 8A e 8B) ocorreu uma semana após as avaliações das figuras 6 e 7 pelos estudantes. O assunto sobre o produto educacional na escola se espalhou, muitas outras meninas quiseram participar e alguns meninos surgiram para se candidatar ao projeto possibilitando uma segunda aplicação com novos estudantes. Neste momento das figuras acima, os estudantes analisaram o funcionamento do aplicativo.

Figura 9. Observação 4



Fonte: Autoria própria

Na observação 4 (figura 9A e 9B) é o momento em que os estudantes estavam lendo o conteúdo científico do livro. Esta etapa foi extremamente importante, pois os alunos puderam aprender com o conhecimento do livro, puderam avaliar a escrita, material e acabamento.

Se o livro atuar como um Organizador Prévio, a ideia é que pudéssemos identificar algum indício de que a compreensão do assunto (reforço da ponte cognitiva) possa ter ocorrido. Desta forma, analisamos a possibilidade de coletar evidências de que o produto educacional pode vir a ser uma boa opção como organizador prévio de uma aprendizagem significativa, e que o mesmo estimula os estudantes a se interessar melhor por literatura e Astronomia com base nas observações e perguntas feitas. O método escolhido foi de investigação por observação e entrevista do professor pesquisador para com os estudantes, coube também em pesquisa, observar o interesse dos estudantes com o material e o quanto a tecnologia os motiva a continuar lendo. Além disto, o professor pesquisador foi encarregado de fazer perguntas que visem

propositalmente incentivar o estudante a revelar o que ele entendeu sobre o conteúdo e seu real pensamento sobre a qualidade do material.

Passando da etapa de leitura do livro, avaliação do material (papel fotográfico) e teste do aplicativo, foi realizada uma entrevista como perguntas relacionadas aos conteúdos que eles leram. Devido ao tempo cedido para aplicação do produto pela escola (duas aulas), foi necessário focar as perguntas nos conteúdos do livro em que os estudantes leram por completo. Estes conteúdos foram Mercúrio, Vênus e Terra. Vale lembrar que após a entrevista sobre estes três planetas serem feitas os estudantes escolheram outros temas livremente que lhe interessaram para conhecer no material.

Moreira traz alguma luz que pode ajudar este método de investigação no seu artigo sobre aprendizagem significativa, quando revela a sua visão sobre o papel da pergunta e da observação:

“Perguntas são instrumentos de percepção. A natureza de uma pergunta (sua forma e suas suposições) determinam a natureza da resposta. Poder-se-ia dizer que as perguntas constituem o principal instrumento intelectual disponível para os seres humanos. Nosso conhecimento é, portanto, incerto pois depende das perguntas que fazemos sobre o mundo. Mais ainda, para responder, muitas vezes observamos o mundo, mas a observação é função do sistema de símbolos disponível ao observador. Quanto mais limitado esse sistema de símbolos menos ele é capaz de “ver”. (Moreira, 2005, p. 16)

Com base nisto, se aplicarmos um modelo de coleta que demonstre o potencial do material com base em investigação por observação e perguntas, o professor deve atuar em sala o mais próximo do roteiro de atuação em sala desenvolvido por ele visando alcançar especificamente este fim. Moreira conta que a natureza da pergunta determina a natureza da resposta, ou seja, as perguntas feitas aos estudantes devem ser objetivas e que buscam puramente revelar o grau de entendimento sobre o assunto e se a ponte cognitiva foi reforçada.

Assim, foi desenvolvido um modelo de roteiro em forma de entrevista e observações para sala de aula, na qual o pesquisador observa e anota tudo o que ocorre de importante em sala diante do uso dos materiais por parte dos alunos. Ao fim da interação com o material, os questiona sobre elementos que indicam que eles adquiriram a base suficiente sobre conceitos de Astronomia que leram de tal maneira que estejam organizados em seus subsunçores. Este roteiro será apresentado ainda abaixo neste documento de dissertação.

Uma coisa importante na construção do roteiro foi ter levado em conta que não há uma receita pronta para determinar se o material pode ou não ser um organizador prévio e Moreira age de forma muito responsável ao afirmar que não é somente o material que determina isto:

“Não há uma definição precisa do que sejam organizadores prévios, e nem poderia existir pois depende de cada caso. Seriam materiais introdutórios apresentados em um nível mais alto de generalidade e inclusividade, formulados de acordo com conhecimentos que o aluno tem, que

fariam a ponte cognitiva entre estes conhecimentos e aqueles que aluno deveria ter para que o material fosse potencialmente significativo. Por exemplo, antes de introduzir o conceito de campo gravitacional, poder-se-ia conduzir uma discussão sobre o que seria um campo a partir do conhecimento cotidiano dos alunos sobre o campo; ou, os alunos poderiam ler um texto bem abrangente sobre campos de um modo geral (campo de conhecimentos, campo psicológico, campo de trabalho etc.); ou, ainda, um aplicativo, uma simulação, que servisse para introduzir o conceito de campo de uma perspectiva geral, inclusiva. Como foi dito antes, não há como definir com precisão se um determinado recurso instrucional é ou não um organizador prévio, se vai funcionar ou não.” (Moreira, 2012, p. 20)

Como este é um material de caráter inovador, ao menos no mercado de livros brasileiros, os estudantes não possuem experiência de utilizar este tipo de material com tecnologia RA. Desta forma foi separado um tempo durante a aplicação para ensinar o estudante a utilizar o aplicativo em conjunto com o livro. O modelo de roteiro usado para a investigação observacional encontra-se na seção de apêndice ao fim da dissertação.

4. MATERIAIS UTILIZADOS

O notebook Lenovo Ideapad Gaming 3 (figura 10) foi o escolhido para este trabalho. Este é um notebook que possui um processador robusto e uma boa placa de vídeo. Sua escolha foi necessária para desenvolver o livro com realidade aumentada. É necessária que toda a modelagem e animação, sejam pré-processadas. Testados no computador antes de virar um aplicativo. O problema é que até adaptar a quantidade de memória e processamento que um smartphone suporta.

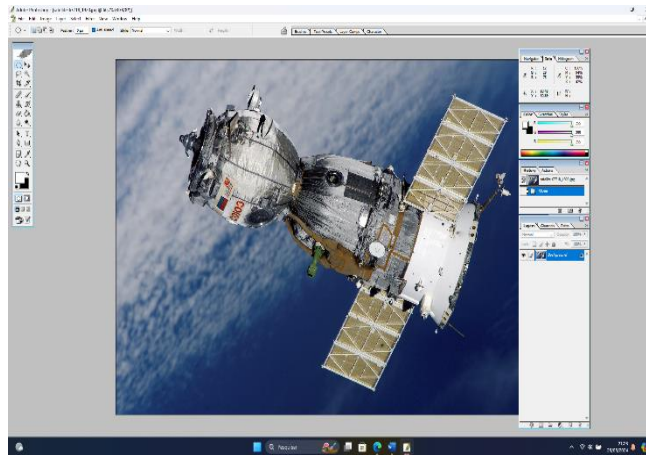
Figura 10. Notebook utilizado



Fonte: Lenovo

Quem deve suportar a forma inicial desregulada e muito pesada graficamente é o computador. Não é necessário um modelo exato como o utilizado neste projeto, computadores mais baratos que este consegue trabalhar. Para evitar travamentos e lentidão esta foi uma escolha particular visto o prazo para conclusão do projeto no programa de Mestrado tendo em mente possíveis erros e travamentos no percurso, o que resultaria em refazer animações de maneira rápida e precisa. Um computador com GTX 1050, processador Intel i3 e 6GB de RAM consegue realizar esta tarefa e hoje esses componentes estão muito mais acessíveis.

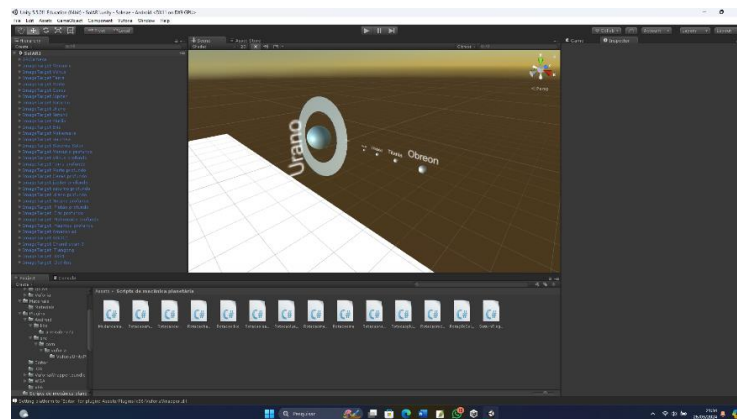
Figura 11. Adobe Photoshop



Fonte: Autoria própria

O software adobe Photoshop CS1 (figura 11) é um programa de computador que permite a adição e criação de imagens de alta qualidade para empresas gráficas e usuários pessoais. O programa é muito utilizado no meio empresarial para fazer Banners, Outdoors, panfletos e cartões comerciais. Desta forma ele foi a escolha ideal para construir o produto educacional (livro).

Figura12. Unity



Fonte: Autoria própria

Outro Software fundamental neste projeto foi o Unity 3D (figura 12). Este é um software que permite a animação de objetos 3D e criação de seus aplicativos. É com este software que é possível animar uma cena da órbita de um planeta e gerar disso um arquivo em formato APK que pode ser lido como aplicativo pelo Android. Este software e o Photoshop compõem 90% da produção do produto educacional. Pois não é possível criar um livro com realidade aumenta

sem programas com estas capacidades. O Unity é um software pago, mas possui licença de uso estudantil gratuita para produção de pesquisas acadêmicas.

Figura13. Blender



Fonte: Autoria própria

O Blender (figura 13) é um software de modelagem e animação 3D, embora o Unity consiga fazer estes trabalhos, quando se precisa de precisão e modelagem de objetos que buscam imitar a realidade o Blender é o mais indicado. O software se mostrou muito útil no desenvolvimento de satélites e estações espaciais que necessitam de um maior detalhamento 3D. Após a construção no Blender da modelagem 3D, é possível e totalmente compatível exportar as artes tridimensionais para o Unity e projetar realidade aumentada.

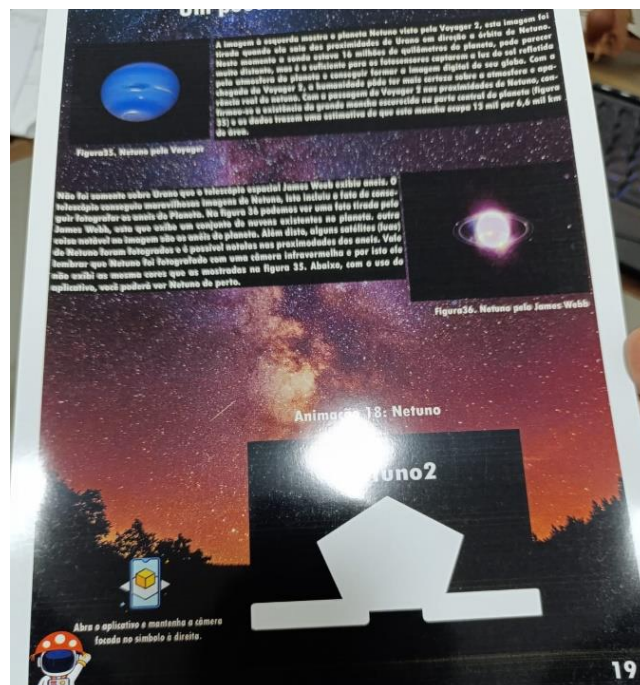
Figura14. Epson L3151



Fonte: Epson

Para o sucesso do projeto, era necessário que os estudantes ficassem imersos no material entregando uma alta qualidade de impressão e fidelidade das artes construídas no Photoshop Cs. Esta impressora (figura 14) é muito importante, pois para baratear os custos da confecção final o modelo de impressora com tanques de tinta é o ideal devido a economia com o gasto de reposição. As garrafas de tinta têm custo mais baixo que os tradicionais cartuchos.

Figura15. Papel fotográfico



Fonte: Autoria própria

Para dar uma maior imersão aos estudantes, a escolha no presente momento para o projeto foi do papel fotográfico. O papel tem uma película altamente refletiva que consegue entregar o brilho e diferença de tons das cores o mais próximo possível do projetado em computador. A figura 15 mostra a página dedicada ao planeta Netuno.

5. RESULTADOS E ANÁLISE

O Software Adobe Photoshop vem dando conta do recado, a capa e contracapa obtiveram um excelente acabamento gráfico (figura 16). Com isto, todas as páginas do livro se basearam neste nível de qualidade gráfica em sua produção.

5.1 CAPA E CONTRACAPA:

Figura 16. Capa frontal (figura 16A) e traseira do livro (figura 16B).

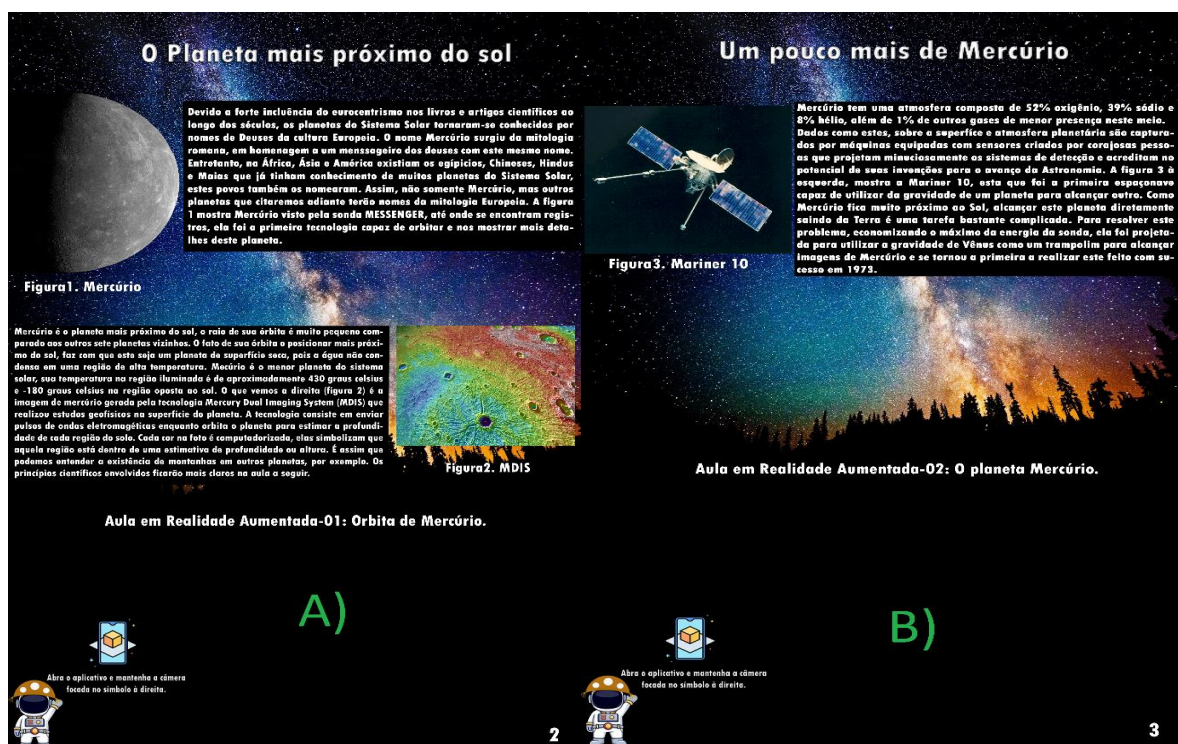


Fonte: Autoria própria

5.2 PÁGINAS DE CONTEÚDO:

As páginas de conteúdo vêm apresentando excelentes resultados em termos de qualidade gráfica e padronização na organização textual (figura 17). Foram produzidas 61 páginas, sendo 52 páginas de conteúdo sobre o Sistema Solar e 9 páginas envolvendo apresentação, contracapa, manual para baixar o aplicativo e uso do material.

Figura17. Página sobre Mercúrio (figura 17A) e continuação (figura17B).

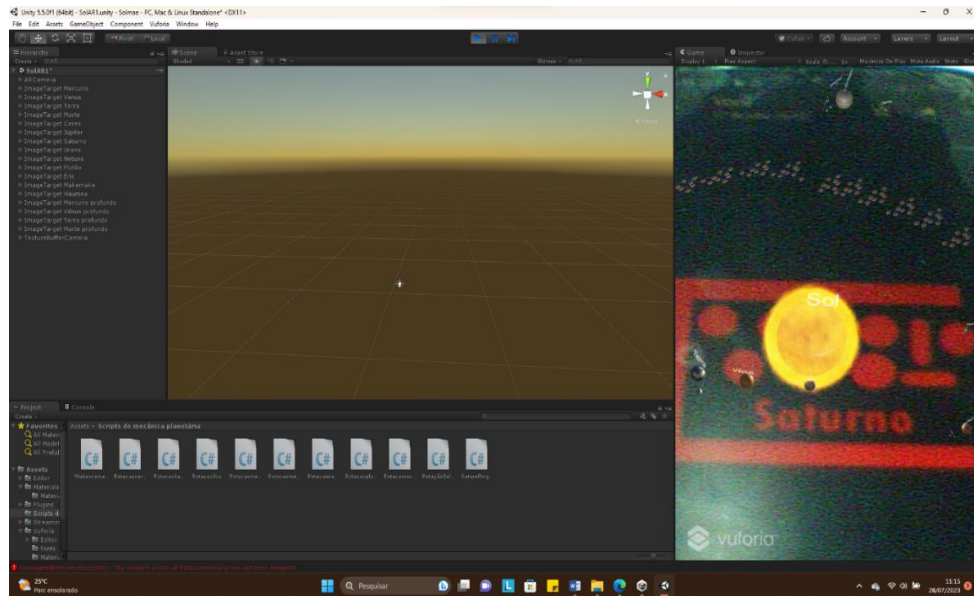


Fonte: Autoria própria

5.3 ANIMAÇÃO E REALIDADE AUMENTADA:

O *software* Unity (figura 18) vem atendeu a todas as expectativas, o programa conseguiu projetar por meio de comandos de programação C# (Csharp) e modificações internas ao software as animações 3D por meio de realidade aumenta simulando a órbita dos planetas e do cinturão anéis de asteroides. As perspectivas para este software são de conseguir completar todas as animações do livro e gerar o aplicativo Android até o final do ano de 2023, para assim poder disponibilizar o acesso de todo o produto educacional aos estudantes.

Figura18. Unity e Realidade Aumentada

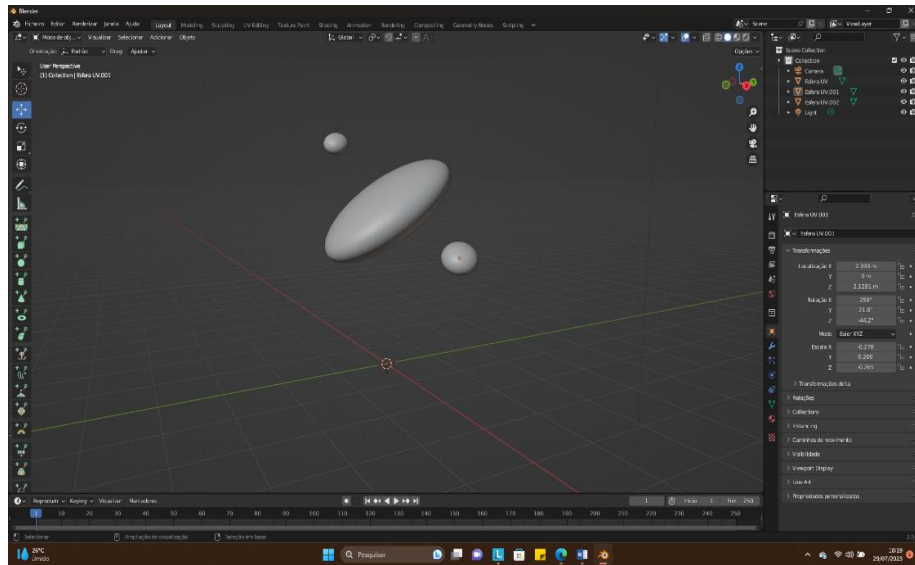


Fonte: Autoria própria

5.4 MODELAGEM 3D:

A tarefa de modelar objetos com formatos mais exóticos e detalhados tem apresentado bons resultados com o Blender, como no exemplo de modelagem do planeta anão Haumea (figura 19). A modelagem transforma um objeto tridimensional padrão como um cubo ou esfera em qualquer formato que quisermos como planetas, seus anéis, asteroides entre outros. Para moldar uma geometria manipulando vértices, faces e arestas o software Blender tem sido fundamental em todo o processo de construção.

Figura19. Modelagem de Haumea

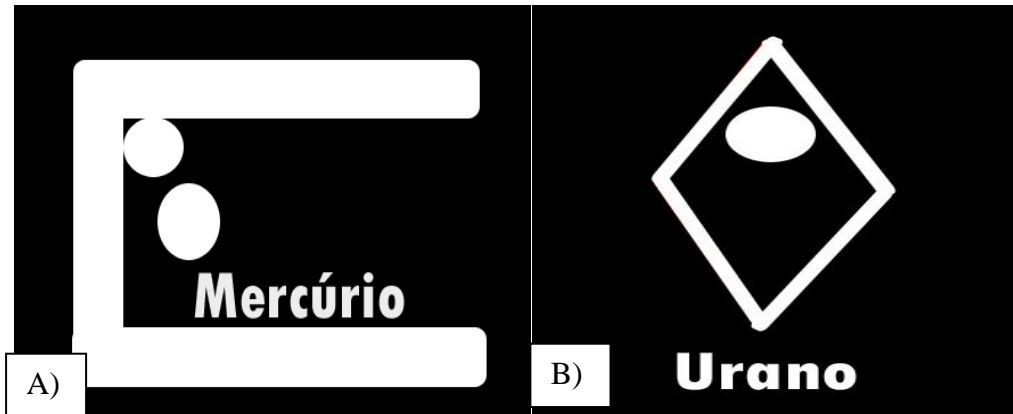


Fonte: Autoria própria

5.5 CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DOS MARCADORES DE REALIDADE AUMENTADA:

O Photoshop se mostrou perfeitamente capaz de criar diversos símbolos de distribuição e características geométricas únicas (marcadores) para que a câmera do Smartphone fosse capaz de diferenciar onde cada animação deve aparecer. A figura 13, acima, mostra os marcadores que existem nas páginas dedicadas a falar sobre Mercúrio e Urano. Ao visualizar a figura 20A e 20B o Unity conseguiu exibir corretamente ao ver cada uma a órbita de Mercúrio e de Urano cada uma corretamente direcionada ao marcador que a representa.

Figura20. Marcadores de RA de Mercúrio (20A) e Urano (20B)

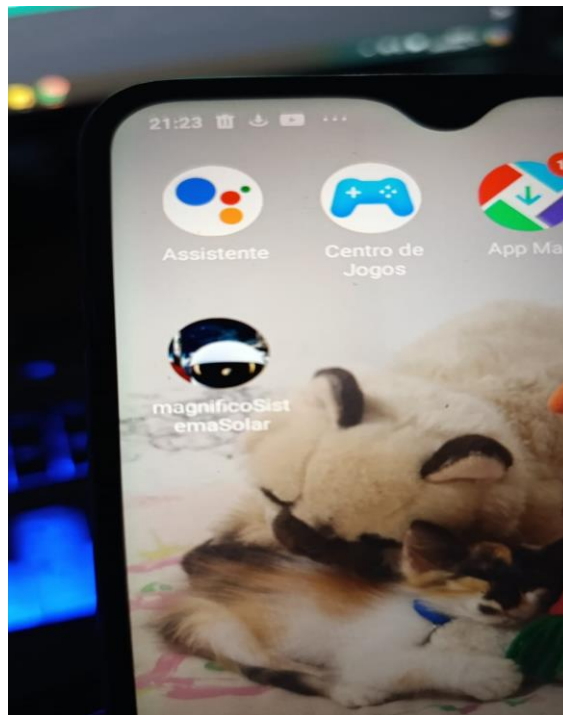


Fonte: Autoria própria

5.6 TESTE DO APLICATIVO “MAGNÍFICOSISTEMASOLAR”

Após os testes do software de realidade aumentada funcionando no Unity e no compilador Visual basic, o Aplicativo precisava ser testado em um Smartphone real. O Smartphone para teste escolhido foi um Xiaomi Redmi 8 produzido a 4 anos atrás, o que foi ótimo para garantir o funcionamento em uma gama de celulares menos modernos que os alunos possuem. Este pensamento é interessante, pois se o aplicativo rodar em um celular com menos poder de processamento gráfico ele fluirá com tranquilidade nos Androids mais poderosos.

Figura21. Geração e instalação de aplicativo



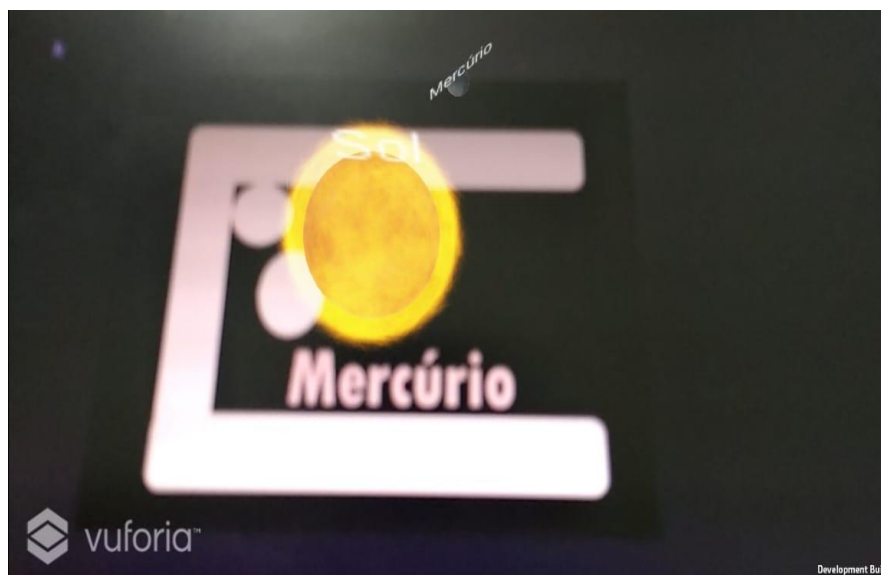
Fonte: Autoria própria

A figura 21 mostra o aplicativo gerado pelo Unity e instalado no *Smartphone Xiaomi Redmi 8*, o reconhecimento como aplicativo e instalação foi um sucesso. Criar e instalar um aplicativo é uma tarefa que requer dedicação e muitos erros acontecem no caminho, o fato do Android reconhecer e instalar com êxito simboliza um passo de sucesso para aplicativo. Devido a limitação da licença gratuita, o aplicativo só funciona perfeitamente até o Android 10. Mas caso uma instituição se interesse pelo aplicativo, é possível adquirir uma nova licença e complementar o software para rodar em versões mais novas do Android. O link para download do aplicativo vai estar disponível no tópico de anexos no fim desta página.

5.7 APLICATIVO EM FUNCIONAMENTO

Após a criação e instalação do aplicativo no Smartphone, tocando no ícone “MagníficoSistemaSolar”, o aplicativo foi aberto e reconhecido com sucesso. A câmera já aparecia exibindo as imagens em tela e foi só avistar o marcador referente que o aplicativo simulou a órbita de Mercúrio. A figura 16 mostra a estrela do nosso sistema planetário (Sol) sendo orbitado pelo planeta mais próximo de si que é Mercúrio. Como dito anteriormente, a órbita de mercúrio está sendo exibida dentre as dezenas animações contidas no aplicativo devido ao software reconhecer corretamente que este é o marcador de Mercúrio, por isto a etapa de teste do aplicativo obteve êxito.

Figura22. Órbita de Mercúrio



Fonte: Autoria própria

5.8 SCRIPTS DE PROGRAMAÇÃO:

No decorrer do projeto por traz das animações dos planetas e tecnologias espaciais, alguns códigos precisaram ser desenvolvidos para o funcionamento correto das simulações. A figura 23 mostra o código desenvolvido para simular a órbita de planetas com uma inclinação orbital zero tomando a terra como base. Planetas como Mercúrio, Vênus, Marte e Terra não possui o formato elíptico de sua órbita inclinado. O código escrito obteve êxito.

Figura23. Código para órbita de Planetas com de inclinação orbital zero.

```

4 public class Rotacaomercuro : MonoBehaviour
5 {
6     public float rotacaomercuro = 20f;
7     public Transform pivote;
8
9     private LineRenderer linhaTrajetoria;
10    private List<Vector3> pontosTrajetoria = new List<Vector3>();
11
12    void Start()
13    {
14        // Configuração inicial da linha de trajetória
15        linhaTrajetoria = gameObject.AddComponent<LineRenderer>();
16        linhaTrajetoria.numPositions = 0; // Substituído de positionCount
17        linhaTrajetoria.material = new Material(Shader.Find("Sprites/Default"));
18        linhaTrajetoria.startColor = Color.white;
19        linhaTrajetoria.endColor = Color.white;
20        linhaTrajetoria.startWidth = 0.1f;
21        linhaTrajetoria.endWidth = 0.1f;
22    }
23
24    void Update()
25    {
26        float quantidadeRotacao = rotacaomercuro * Time.deltaTime;
27
28        // Rotaciona o objeto em torno de seu próprio eixo
29        this.transform.Rotate(Vector3.up, quantidadeRotacao);
30
31        // Rotaciona o objeto em torno do pivô
32        this.transform.RotateAround(pivote.position, Vector3.up, quantidadeRotacao);
33
34        // Adiciona o ponto atual à lista de pontos da trajetória
35        pontosTrajetoria.Add(this.transform.position);
36
37        // Atualiza a linha de trajetória com os pontos
38        linhaTrajetoria.numPositions = pontosTrajetoria.Count; // Substituído de positionCount
39        linhaTrajetoria.SetPositions(pontosTrajetoria.ToArray());
40    }
41 }

```

Fonte: Autoria própria

Figura24. Código para inclinação orbital diferente de zero

```

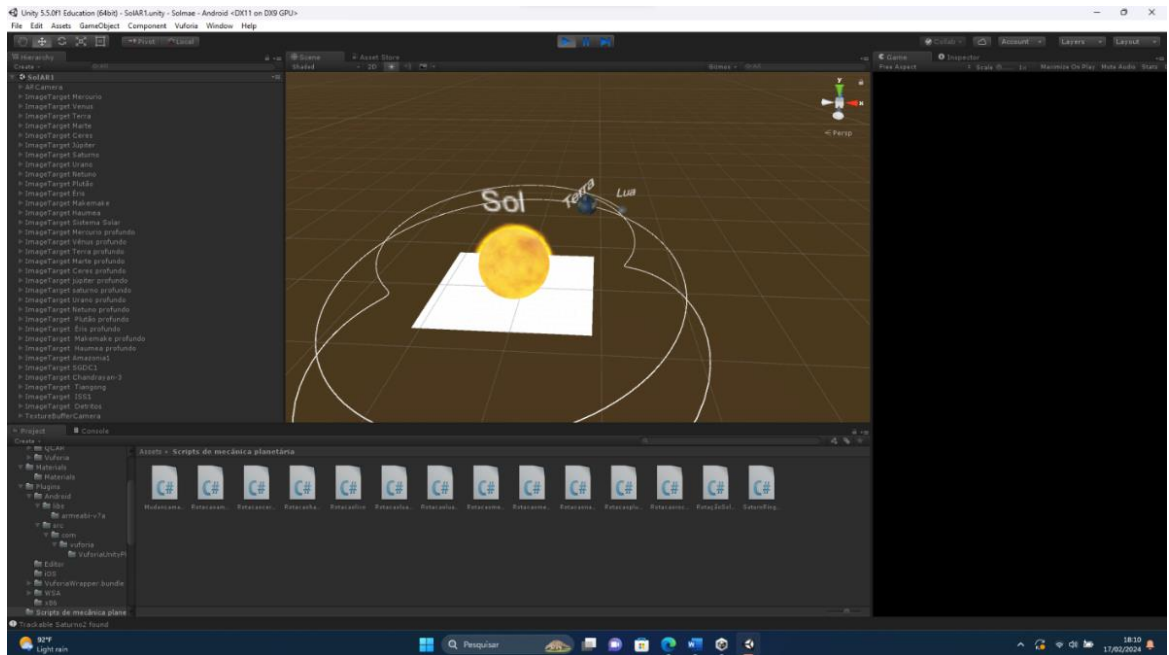
Solmae Rotacaoplutao
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5  0 referências
6  public class Rotacaoplutao : MonoBehaviour
7  {
8      public float rotacaoPropriaSpeed = 20f; // Velocidade de rotação própria do planeta (Mercúrio)
9      public Transform pivote;
10
11     // Parâmetros da órbita inclinada
12     public float semiMajorAxis = 5f; // Eixo semi-maior da órbita
13     public float eccentricity = 0.2f; // Excentricidade da órbita (0 a 1, onde 0 é circular)
14     public float inclinationAngle = 30f; // Ângulo de inclinação da órbita em graus
15
16     public bool enableOrbitalRotation = true; // Ativar/desativar rotação orbital
17     public float orbitalSpeed = 1f; // Velocidade da rotação orbital do planeta (Mercúrio)
18
19     private float orbitalAngle = 0f;
20
21     0 referências
22     void Update()
23     {
24         // Faz o planeta (Mercúrio) girar em torno do seu próprio eixo (inclinado)
25         this.transform.Rotate(new Vector3(0, rotacaoPropriaSpeed, 0) * Time.deltaTime);
26
27         // Faz o planeta (Mercúrio) orbitar em torno do pivote (Sol)
28         if (enableOrbitalRotation && pivote != null)
29         {
30             orbitalAngle -= orbitalSpeed * Time.deltaTime;
31
32             // Calcular a posição da esfera em relação ao centro
33             float x = Mathf.Cos(orbitalAngle) * semiMajorAxis;
34             float y = Mathf.Sin(orbitalAngle) * semiMajorAxis * Mathf.Sin(Mathf.Deg2Rad * inclinationAngle);
35             float z = Mathf.Sin(orbitalAngle) * semiMajorAxis * Mathf.Cos(Mathf.Deg2Rad * inclinationAngle);
36
37             // Calcular a rotação adicional em torno do eixo Y (rotação orbital inclinada)
38             Quaternion inclinationRotation = Quaternion.Euler(0f, orbitalAngle, 0f);
39
40             // Aplicar a rotação adicional à posição calculada
41             Vector3 newPosition = pivote.position + (inclinationRotation * new Vector3(x, y, z));
42
43             // Atualizar a posição do planeta (Mercúrio) após a rotação em torno do pivote (Sol)
44             this.transform.position = newPosition;
45         }
46     }
47 }

```

Fonte: Autoria própria

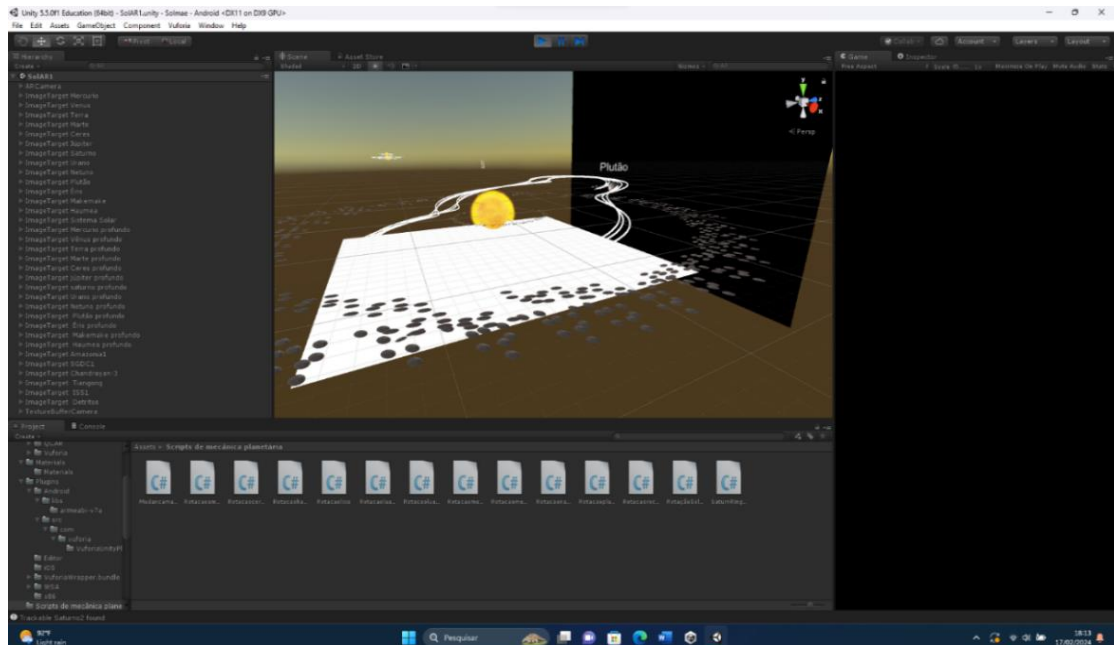
O código de programação na figura 24 mostra como foi escrito o código para criar a órbita de objetos espaciais como sondas e planetas com inclinação orbital diferente de zero. Planetas como Plutão e satélites como o Amazonia-1 possuem orbitas inclinadas com relação ao plano do Sistema Solar, desta forma, foi estudado e escrito um código com este fim. A linha 31 e 32 traz a parte escrita do código que difere a natureza do código da figura 24 ao da 23. Na figura 18 nas linhas 31 e 32 vemos um código que possibilita controlar o semieixo maior e o ângulo de inclinação da órbita elíptica de uma órbita.

Figura25. Animação como base em código parte 1



Fonte: Autoria própria

Figura26. Animação com base em código parte 2



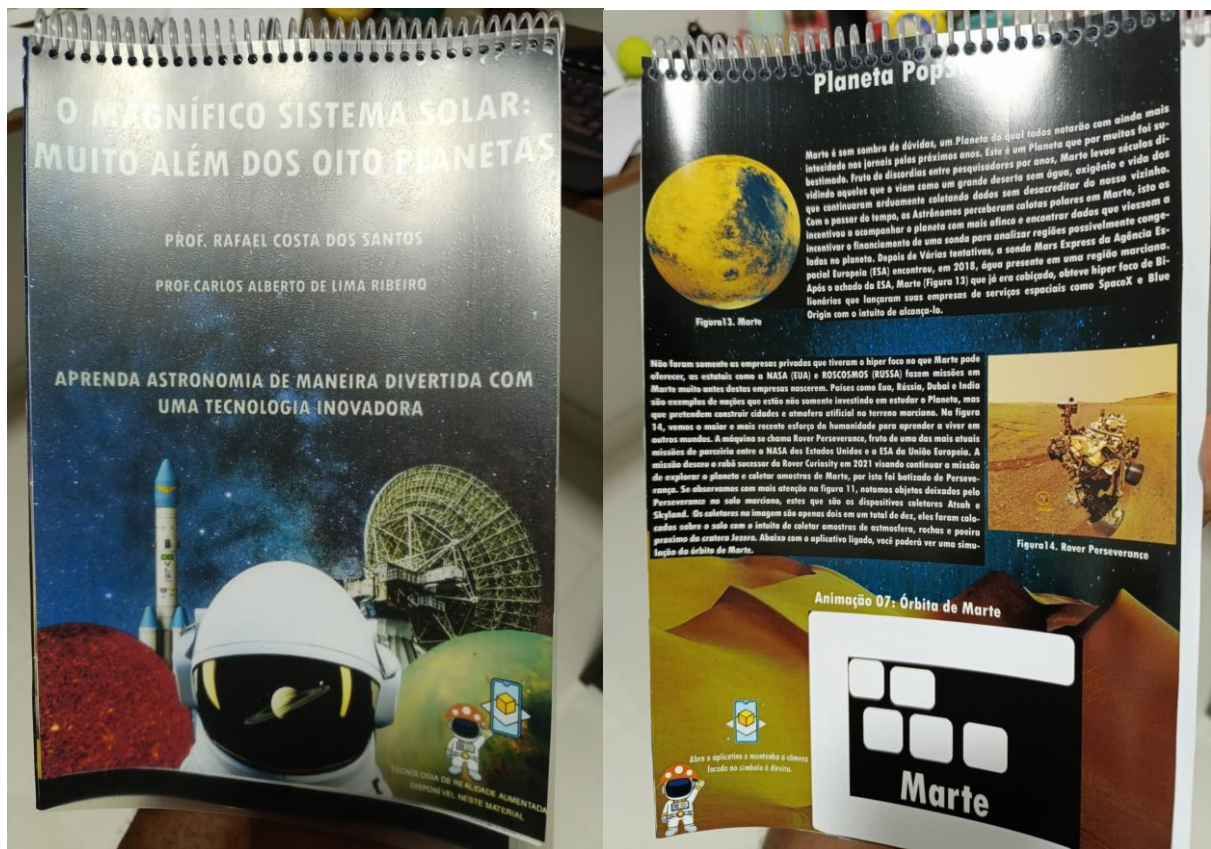
Fonte: Autoria própria

As figuras, 25 e 26, mostram os resultados dos códigos exibidos nas figuras 23 e 24. Observaram-se bem, a órbita da Terra não é inclinada e a de plutão sim. As órbitas não estão exatamente elípticas, pois está sendo escrita a trajetória de seus satélites naturais também durante a órbita dos planetas, é mais fácil de ver pela terra (figura 25), no caso de plutão que tem vários satélites naturais ficam várias listas de órbitas.

5.9 IMPRESSÃO DO MATERIAL:

A figura 27 mostra o resultado da impressão do produto no estado qual foi apresentado aos estudantes. O livro foi encadernado em formato de módulo escolar devido ao menor custo e dificuldade de encontrar no recôncavo da Bahia, gráficas que realizassem impressão em capa dura e impressão em formato de livro editorial.

Figura27. Material Impresso



Fonte: Autoria própria

O tipo de encadernação não afeta o aprendizado nem a qualidade, pois as escolas brasileiras utilizam a décadas o modelo de encadernar com espiral em seus materiais com sucesso.

5.10 RESULTADOS DA ENTREVISTA E OBSERVAÇÃO EM SALA

Abaixo serão listadas as conclusões dos dados obtidos em sala, o documento com as informações preenchidas pelo professor e lidas e assinadas pelos estudantes que pode ser consultado ao fim deste arquivo de dissertação no tópico apêndice.

Grupo 1: 13 meninas

- Entrevista inicial:

- Na primeira etapa pôde-se concluir que a maior parte do grupo já ouviu falar sobre Astronomia, tem conhecimento sobre a existência de satélites em órbita e tiveram aula no ensino fundamental sobre Sistema Solar.

- Observação:

- Na segunda etapa (observacional) foi possível notar que os estudantes tiveram um alto interesse a ponto de disputar o uso do material quando o viram e tocaram a primeira vez. Após o início da leitura os estudantes não apresentaram indisciplina ou desatenção, pois a animação atraiu tanto a atenção que os olhos estavam voltados para o livro e o que viria a seguir. Os estudantes tiveram um excelente nível de percepção sobre o que o material buscava passar, pois despertou seu interesse e obtiveram foco em tudo que faziam.

- Durante todo o processo de avaliação os estudantes se mostraram animados e com interesse em aprender, o professor pesquisador apenas os ajudou com dúvidas em como

utilizar o material. A animação fez com que eles lessem o material, pois para entender a próxima projeção 3D era preciso estar situado.

- Os alunos demonstram uma ótima capacidade de trabalhar em equipe, pois eram 3 cópias do produto para 13 pessoas avaliarem e conjuntamente de forma solícita eles leram, testaram e passaram ao próximo sem indisciplinas.

- Entrevista de conhecimento:

- Primeiramente os estudantes foram perguntaram sobre qual o planeta mais próximo do sol. Dos 13 participantes um não soube responder, outro erro afirmando vênus e 11 acertaram.

- Depois eles foram questionados sobre o fato de Mercúrio possuir Lua. Por unanimidade todos acertaram respondendo nenhuma.

- Em terceiro lugar, foram questionados sobre qual a primeira nação a pousar em Vênus. Por unanimidade alguns falaram União Soviética e outros URSS que é a mesma resposta e no livro cita tanto pela sigla quanto pelo nome completo.

- Em quarto lugar, foram questionados sobre como se chamava a sonda da União soviética que pousou em Vênus. Por unanimidade alguns falaram Venera. Independentemente de ter existido mais de 10 missões Venera em Vênus não lhes foi cobrado lembrar o nome. Então dentro do esperado, eles acertaram.

- Opiniões pessoas sobre o livro:

- Primeiramente lhes foi perguntado se eles acham que este livro torna o estudo mais interessante e os incentiva a ler mais. Oito alunos responderam que sim, um deles com certeza, um disse que o ajuda tanto que gostaria de ganhar um de presente, um alegou sentir vontade de ler mais, um disse que este tipo de material atíça a curiosidade e o último disse que esta tecnologia faz diferença.

- Depois lhes foi questionado o que mais chamou atenção que fizeram eles gostarem do livro. Dois apontaram a arte, um apontou fotografia (figuras), um falou do Material (Papel foto), oito citaram o aplicativo, um apontou que as figuras específicas dos planetas chamaram sua atenção.

- Também lhes foi perguntado, o que poderia ser melhor no livro que não lhes agradou tanto. Dois sugeriram melhorias na estética do livro paradidático encadernado, Um falou sobre a fonte ser maior, seis gostariam que o aplicativo pudesse naquele momento estar na loja para usar no celular deles, um não achou que necessitaria melhorias, três não souberam responder, mas acreditam que poderia ficar ainda melhor.

Grupo2: 5 meninos e 3 meninas

- Entrevista inicial:

- A maior parte do grupo já ouviu falar sobre Astronomia, como o anterior, tem conhecimento sobre a existência de satélites em órbita e tiveram aula no ensino fundamental sobre Sistema Solar.

- Observação:

- Todos os estudantes tiveram interesse no produto educacional. Entretanto, as meninas demonstraram um índice alto de empenho e interesse chegando a competir para usar mais e entender o conteúdo mais rápido, este dado não é estranho, pois nesta instituição as melhores notas e interesse por ciência tem maior concentração nas meninas (observação do pesquisador que também é professor da instituição).

- As meninas mantiveram a animação e interesse pelo produto antes, durante e mesmo depois do fim do questionário querendo ver todo o produto educacional e ler mais. A animação foi a “cereja do bolo” assim como na pesquisa com o grupo inicial, os estudantes estavam entusiasmados para ler e entender todas as páginas seguintes visando ver a próxima animação que tinha como requisito a leitura.

- Os meninos encontraram um erro de ortografia em uma página, isto indicou seu foco e atenção no conteúdo foi alto.

- As meninas mostraram que uma página do material da animação estava demorando para ser reconhecida, isto indicou que seu foco nas animações foi alto.

- Entrevista de conhecimento:

- Perguntados sobre qual o planeta mais próximo do Sol, unanimemente a resposta foi Mercúrio.
 - Perguntados sobre se Mercúrio possui lua (satélite artificial), novamente unânime como todos afirmando nenhuma.
 - Perguntados sobre qual a primeira nação a pousar em Vênus, todos afirmaram União Soviética.
 - Perguntados sobre qual a sonda que pousou em Vênus, todos disseram Venera.
- Opiniões sobre o livro:
 - Perguntados se um livro com esta tecnologia faz diferença e se os ajuda a ter mais vontade de ler o material, todos afirmaram rapidamente que sim.
 - Perguntados o que mais gostaram no produto, 4 apontaram a tecnologia, 3 figuras e arte e 1 as informações sendo boas e resumidas.
 - Perguntados o que eles mudariam no produto, 3 apontaram para as fotos serem também em 3D, 3 disseram que seria legal as imagens de fundo contidas nas páginas fossem dos planetas das mesmas e 2 sugeriram melhor acabamento da encadernação.

6. CONCLUSÕES

Embora o caminho trilhado por dois anos de intenso estudo de software e dados científicos fosse árduo, muitos erros de programação no software tenha surgido, o projeto de construção de um livro paradidático obteve êxito, o livro traz elucidação satisfatória sobre a pergunta norteadora. Na aplicação realizada no Colégio Estadual do Campo de Castro Alves (CECCA), o público-alvo (1º série do Ensino Médio) no total de 21 estudantes participantes, os dados que indicam que de fato um livro de Astronomia com a tecnologia realidade aumentada pode ser um ótimo instrumento para reforço e/ou produção de uma ponte cognitiva entre o conteúdo do livro e o que o professor pretende discutir. Além disto os estudantes não mediram esforços para dizer que um material como este é mais atraente e interessante os despertando a vontade de ler mais e conhecer o que virá a seguir.

Foi possível notar que mesmo com novas informações, deixando os estandes livres para explorar o produto e outros tópicos, ao serem perguntados sobre os conteúdos anteriores, continuaram a ter condições de discutir sobre o tema aprofundado. Isto indica que muitas informações novas e generalizadas sobre Mercúrio, Vênus, Lua e Terra foram armazenadas em seu cognitivo indicando que o material é um bom organizador prévio possibilitando o professor alcançar mais facilmente a aprendizagem significativa em uma aula futura sobre Gravitação, Leis de Kepler e outros correlatos.

Com a conclusão da construção da parte física do produto educacional (livro), o adobe Photoshop definitivamente se mostrou um software de enorme potencial atendendo a demanda e concluindo o total desenvolvimento da parte escrita do livro. Com isto, esta parte do objetivo específico foi finalizada com capa frontal, traseira e páginas de conteúdo.

Quanto a realidade aumentada, o conjunto de softwares Unity e Blender demonstrou uma enorme qualidade de animação e produção de aplicativos da forma mais prática e melhor qualidade possível para o prazo pretendido. Com isto, a etapa de construção e preparação da tecnologia de realidade aumentada foi concluída e passou nos testes tanto pelo computador quanto smartphone entregando o pretendido. A experiência de lidar com os softwares foi das melhores, embora algumas funções precisem de mais pesquisas por não serem simples de se entender, é notável que estas tecnologias virtuais são capazes de reproduzir a criatividade e as ideias de maneira ilimitada dependendo apenas do pesquisador/desenvolvedor para realizar quase qualquer coisa.

Diante das informações conquistadas, nota-se a possibilidade de utilizar este material para pesquisas educacionais mais aprofundadas em um doutorado ou pós-doutorado futuro visando buscar evidências mais profundas da ocorrência da aprendizagem significativa em si com este tipo de tecnologia. As perspectivas agora são seguir para o doutorado em linhas de pesquisa de tecnologias aplicadas em Astronomia criando a possibilidade de em algum momento retornar a este projeto. Outra perspectiva, é apresentar o produto na Revista Brasileira de Astronomia e também Secretaria de Ciência, Tecnologia e educação do Estado visando que o material alcance escolas em nível estadual e um dia nacional.

REFERÊNCIAS

- ANDUJAR, J. M. MEJIAS, A. Augmented reality for the improvement of remote laboratories: na augmented remote laboratory. **IEEE**, v. 54, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1109/TE.2010.2085047>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5607327>. Acesso em: 11/11/2022.
- BLENDER. c2021. O Software. Disponível em: <https://www.blender.org/about/> Acesso em: 03/11/2022.
- BOKZCO, R. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: USP. 1998. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5300798/mod_resource/content/1/Conceitos_de_astronomia.pdf. Acesso em: 16/11/2022.
- BRITANNICA. Enciclopédia. Eadweard Muybridge. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Eadweard-Muybridge>. Acesso em: 02/11/2022.
- CUNHA, A. C. T. Importância das atividades lúdicas na criança com hiperatividade e déficit de atenção segundo a perspectiva dos professores. **RCAAP**, Lisboa, p. 57, 2012. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/2585/1/TeseAna_Cunha.pdf. Acesso em: 08/11/2022.
- FLECK, S. SIMON, G. An Augmented Reality Environment for Astronomy Learning in Elementary Grades: An Exploratory Study. 2013. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/258518453_An_Augmented_Reality_Environment_for_Astronomy_Learning_in_Elementary_Grades_An_Exploratory_Study. Acesso em: 08/11/2022.
- FORONDA, C. L et al. Virtually Nursing: emerging technologies in nursing education. RESEARCHGATE, Philadelphia, p.2, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305630062_Virtually_Nursing_Emerging_Technologies_in_Nursing_Education. Acesso em: 05/11/2022.
- ITU. Handbook of radioastronomy. Switzerland. 2013. Disponível em: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-22-2013-PDF-E.pdf. Acesso em: 15/11/2022.
- KIM, L. F *et al.* Using Unity 3D to Facilitate Mobile Augmented Reality Game Development. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6803110>. Acesso em: 04/11/2022.
- LAGHI, R. NARDI, R. Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Rev. Bras. Ensino Fís.** 31, n. 4, Dez 2009. Disponível em scielo.br/j/rbef/a/jPYT_5PRkLsy5TJQfM8pDWKB/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 20/03/2024.
- LENOVO. *Notebook IdeaPad Gaming 3*. Disponível em: <https://www.lenovo.com/br/pt/laptops/ideapad/ideapad-gaming-laptops/Gaming-3-Gen-6-15-AMD/p/WMD00000479?orgRef=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F>. Acesso em: 24/03/2024.

MILLER, F. D. **Basics of radioastronomy**. California. NASA. 1998. Disponível em: <https://www2.jpl.nasa.gov/radioastronomy/>. Acesso em: 15/11/2022.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. UFRGS, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em: 01/11/2022.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. UFRGS, Porto Alegre, 2005. Disponível em <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 15/03/2024.

Moreira, M. A. O que é aprendizagem significativa afinal. UFRGS, Porto Alegre, 2012. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 25/03/2024

OLIVEIRA-FILHO, K. S. **Astronomia e Astrofísica**. Editora Livraria da física. 2º Ed. São Paulo. 2004.

ROGET, P. M. Explanation of an optical deception in the appearance of the spokes of a wheel seen through vertical apertures. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, doi/10.1098/rstl.1825.0007 Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1825.0007>. Acesso em 01/11/2022.

RIDPATH, I. **Astronomia**: Guia Ilustrado. Editora Zahar, 2º Ed. England. 2006.

SILVA, K. A. C. e; KIRNER, C. Vantagens educacionais no uso de jogos em Realidade Aumentada. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, 2010. DOI: 10.22456/1679-1916.18042. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/18042>. Acesso em: 2 ago. 2024..

SOUZA, R. C.; KIRNER, C. Ensino e Aprendizagem de Eletromagnetismo usando Recursos de Realidade Aumentada. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, 2011. DOI: 10.22456/1679-1916.21964. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/21964>. Acesso em: 2 ago. 2024.

STOTT, C. **Estrelas e Planetas**. Alto Astral: Bauru. 68 pp., 2012.

APÊNDICE

APÊNDICE 1

Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Modelo)



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você, estudante, está sendo convidado(a) a participar, **como voluntário(a)**, de uma atividade de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

O título da Pesquisa é “**O MAGNIFICO SISTEMA SOLAR: MUITO ALÉM DOS OITO PLANETAS**” e tem como objetivo produzir o trabalho de conclusão de curso do mestrando/pesquisador **RAFAEL COSTA DOS SANTOS**. O projeto tem como objetivo disponibilizar aos estudantes um material didático (Livro) em combinação com um aplicativo de celular com animações tridimensionais. Trata-se de uma proposta para o ensino de Astronomia, que envolve tecnologias digitais. Para avaliar o livro, utilizaremos em sala de aula para ser analisado pelos estudantes. Os resultados desta pesquisa e imagens do(a)s alunos(as), poderão ser publicados sem a identidade dos participantes, ou seja, serão garantidas que as Imagens não permitirão suas identificações. Além disso, são informações obtidas por meio dos relatos (anotações, questionários ou entrevistas) serão confidenciais e asseguramos sigilo sobre sua identidade. Os dados serão publicados de forma que não seja possível a identificação de quem forneceu.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento, bem como a participação nas atividades da pesquisa. Em caso de dúvida sobre a pesquisa você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável.

PARA OS PAIS OU RESPONSÁVEIS:

Após ler com atenção este documento e ser esclarecido(a) de quaisquer dúvidas, caso aceite a participação da criança ou adolescente na pesquisa, preencha o parágrafo abaixo e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Eu, _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____,

nascido(a) em ____/____/_____, autorizo a participação do(a) aluno(a) na pesquisa, e permito gratuitamente, ao professor Rafael Costa dos Santos, responsável pela pesquisa, o uso da imagem do(a) referido(a) aluno(a), em trabalhos acadêmicos e científicos, bem como autorizo o uso ético da publicação dos relatos provenientes deste

trabalho. Declaro que recebi uma cópia do presente Termo de Consentimento. Por ser verdade, dato e assino em duas vias de igual teor.

Assinatura do responsável pelo(a) aluno(a)

_____ de _____ de 2024

Contato: Prof. Rafael Costa dos Santos

E-mail: rafaelc490@gmail.com

Telefone: (75) 981608975.

Endereço: Av. Transnordestina, S/N. Bairro Novo Horizonte. CEP: 44036-900. Feira de Santana Bahia.

Assinaturas:

_____(Orientador(a): **Prof. Dr CARLOS ALBERTO DE LIMA RIBEIRO**)

_____(Discente: **Prof. RAFAEL COSTA DOS SANTOS**)

APÊNDICE 2 - LINK

Link para download do aplicativo:

- O aplicativo utilizou uma chave para educador pesquisador doada pela empresa Unity funcional na versão 5.5.0f1. Com isto, como tudo foi pensado para fins de pesquisa, o aplicativo só funcionará no máximo no Android 10. O celular utilizado para aplicação da pesquisa foi o Xiaomi Redmi 8, mas todo o projeto pode ser adaptado para versões atuais do Android com versões mais recentes do Unity e outra chave de ativação. Em resumo, celulares mais novos podem não abrir o aplicativo.

Link do aplicativo:

https://drive.google.com/file/d/1u70Mm_f8G9bwStKU3OvVwB4V4GVDnMP2/view?usp=sharing

APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIOS

Dados coletados e roteiro construído

-Todos os dados a seguir foram feitos por método de observação e entrevista, logo o próprio professor pesquisador escreveu o que viu e o que lhe foi respondido pelos estudantes. Para aumentar ainda mais a confiabilidade dos dados, lhes foi solicitado a leitura das respostas e estando de acordo, que assinassem ao fim do roteiro.

- Grupo 1:

Dados coletados: Pesquisa

Entrevista inicial:

1- Já ouviram falar sobre Astronomia:

- Todos
- Maior parte do grupo
- Menor parte do grupo
- Nenhum

2- Já ouviram falar sobre satélites em órbita da terra (Astronáutica):

- Todos
- Maior parte do grupo
- Menor parte do grupo
- Nenhum

3- Já ouviram falar sobre o Sistema solar:

- Todos
- Maior parte do grupo
- Menor parte do grupo
- Nenhum

Investigação observacional:

4- Grau de Interesse dos estudantes em sala pelo material:

Nenhuma

Pouco

Médio

Alto

5- Houve indisciplina ou desatenção dos estudantes durante a análise do produto?

Nenhuma

Pouco

Médio

Alto

6- Nível de percepção dos estudantes para ler e entender as animações.

Nenhuma

Pouco

Médio

Alto

7- Elementos notados sobre interesse e aprendizado no comportamento dos estudantes:

OS ESTUDANTES SE MOSTRAM ANIMADOS E COM INTERESSE.
 NOTA-SE BASTANTE CURIOSIDADE PARA COM O PRODUTO.
 OS ESTUDANTES MANTIVERAM ATENÇÃO NA LEITURA PARA
 SER CAPAZ DE ENTENDER AS ANIMAÇÕES.
 A TURMA PARTICIPANTE DEMONSTRA CAPACIDADE DE TRABALHAR
 EM EQUIPE.

Entrevista de conhecimento:

8- Qual o Planeta mais próximo do Sol?

A) Mercúrio B) Haumea C) Terra D) Júpiter

VENCEDOR

Estudante 1: MERCÚRIO

Estudante 2: SILÊNCIO (NÃO SOUBE)

Estudante 3: MERCÚRIO

Estudante 4: MERCÚRIO
 Estudante 5: MERCÚRIO
 Estudante 6: MERCÚRIO
 Estudante 7: MERCÚRIO
 Estudante 8: MERCÚRIO
 Estudante 9: MERCÚRIO
 Estudante 10: MERCÚRIO
 Estudante 11: VÊNUS
 Estudante 12: MERCÚRIO
 Estudante 13: MERCÚRIO

9- Mercúrio Possui Lua?

A) Nenhuma B) Duas c) Quatro d) Uma

UNÂNIME

Estudante 1: NENHUMA
 Estudante 2: SEM
 Estudante 3: SEM LUA ALGUMA
 Estudante 4: NÃO TEM
 Estudante 5: NENHUMA
 Estudante 6: NENHUMA
 Estudante 7: NENHUMA
 Estudante 8: NENHUMA
 Estudante 9: NENHUMA
 Estudante 10: NENHUMA
 Estudante 11: NENHUMA
 Estudante 12: NENHUMA
 Estudante 13: NENHUMA

10- Qual a primeira nação a pousar em Vênus?

a) União Soviética b) China c) Estados Unidos d) Inglaterra

UNÂNIME ↙

Estudante 1: UNIÃO SOVIÉTICA

Estudante 2: UNIÃO SOVIÉTICA

Estudante 3: UNIÃO SOVIÉTICA

Estudante 4: URSS

Estudante 5: URSS

Estudante 6: URSS

Estudante 7: URSS

Estudante 8: URSS

Estudante 9: URSS

Estudante 10: URSS

Estudante 11: URSS

Estudante 12: URSS

Estudante 13: URSS

11 – Como se chamava a sonda da União Soviética responsável pelo primeiro pouso em Vênus?

a) Venera b) Beta 3 c) Alpha 4 d) Curiosity

UNÂNIME ↙

Estudante 1: VENERA

Estudante 2: VENERA

Estudante 3: VENERA

Estudante 4: VENERA

Estudante 5: VENERA

Estudante 6: VENERA

Estudante 7: VENERA

Estudante 8: VENERA
Estudante 9: VENERA
Estudante 10: VENERA
Estudante 11: VENERA
Estudante 12: VENERA
Estudante 13: VENERA

12- Você acha que um livro com esta tecnologia torna o estudo mais interessante e te incentiva a continuar lendo?

Estudante 1: COM CERTEZA
Estudante 2: SIM
Estudante 3: SIM
Estudante 4: SIM
Estudante 5: FAZ DIFERENÇA
Estudante 6: SIM
Estudante 7: SIM
Estudante 8: VONTADE DE VER MAIS
Estudante 9: CURIOSIDADE
Estudante 10: QUERO UM DE PRESENTE PARA LER
Estudante 11: SIM
Estudante 12: SIM
Estudante 13: SIM

13- Cite as coisas que mais te chamaram atenção no livro:

Estudante 1: ARTE
Estudante 2: FOTOGRAFIA
Estudante 3: MATERIAL
Estudante 4: APLICATIVO
Estudante 5: APLICATIVO

Estudante 6: APLICATIVO

Estudante 7: APLICATIVO

Estudante 8: APLICATIVO

Estudante 9: APLICATIVO

Estudante 10: APLICATIVO

Estudante 11: APLICATIVO

Estudante 12: ARTE

Estudante 13: PLANETA

14- O que poderia melhorar?

Estudante 1: ACABAMENTO DE LIVRO

Estudante 2: MAIOR FONTE

Estudante 3: ACABAMENTO DE LIVRO

Estudante 4: NÃO VES

Estudante 5: NÃO SEI DIZER

Estudante 6: NÃO SEI

Estudante 7: APLICATIVO NO MEU CELULAR

Estudante 8: APLICATIVO NO CELULAR MEU

Estudante 9: APLICATIVO NO CELULAR MEU

Estudante 10: NÃO SEI

Estudante 11: APLICATIVO NO CELULAR

Estudante 12: APLICATIVO NO CELULAR

Estudante 13: APLICATIVO NO CELULAR

- Grupo 2:

Dados coletados: Pesquisa

Entrevista Inicial:

1- Já ouviram falar sobre Astronomia:

Todos

Maior parte do grupo

Menor parte do grupo

Nenhum

2- Já ouviram falar sobre satélites em órbita da terra (Astronáutica):

Todos

Maior parte do grupo

Menor parte do grupo

Nenhum

3- Já ouviram falar sobre o Sistema solar:

Todos

Maior parte do grupo

Menor parte do grupo

Nenhum

Investigação observacional:

4- Grau de Interesse dos estudantes em sala pelo material:

Nenhuma

Pouco

Médio MENINOS

Alto MENINAS

5- Houve indisciplina ou desatenção dos estudantes durante a análise do produto?

Nenhuma

Pouco

Médio

Alto

6- Nível de percepção dos estudantes para ler e entender as animações.

Nenhuma

Pouco

Médio

Alto

7- Elementos notados sobre interesse e aprendizado no comportamento dos estudantes:

AS MENINAS POSSUEM MAIS INTERESSE.
 OS MENINOS GOSTARAM, MAS SUA EMPREGAÇÃO NEM SE CONCENTRA AS MENINAS.
 TODOS TEM FOCO, DISCIPLINA E ATENÇÃO.
 AFOCO EM ENTENDER AS ANIMAÇÕES PARECE OS FAZER QUEREREM LER.
 ESTUDANTES APONTAM A NECESSIDADE DE EDITAR UMA PALAVRA COM ERRO NO PROTÓTIPO, O QUE MOSTRA TOTAL ATENÇÃO NO LIVRO.

Entrevista de conhecimento:

8- Qual o Planeta mais próximo do Sol?

(A) Mercúrio B) Haumea C) Terra D) Júpiter

UNÂNIME

Estudante 1: MERCÚRIO

Estudante 2: MERCÚRIO

Estudante 3: MERCÚRIO

- Estudante 4: MERCÚRIO
- Estudante 5: MERCURIO
- Estudante 6: MERCURIO
- Estudante 7: MERCURIO
- Estudante 8: MERCURIO
- Estudante 9: _____
- Estudante 10: _____
- Estudante 11: _____
- Estudante 12: _____
- Estudante 13: _____

9- Mercúrio Possui Lua?

- A) Nenhuma
- B) Duas
- c) Quatro
- d) Uma

UNÂNIME

- Estudante 1: NENHUMA
- Estudante 2: NENHUMA
- Estudante 3: NENHUMA
- Estudante 4: NENHUMA
- Estudante 5: NENHUMA
- Estudante 6: NENHUMA
- Estudante 7: NENHUMA
- Estudante 8: NENHUMA
- Estudante 9: _____
- Estudante 10: _____
- Estudante 11: _____
- Estudante 12: _____
- Estudante 13: _____

10- Qual a primeira nação a pousar em Vênus?

- a) União Soviética b) China c) Estados Unidos d) Inglaterra
- UNÂNIME

Estudante 1: UNIÃO SOVIÉTICA

Estudante 2: URSS

Estudante 3: URSS

Estudante 4: URSS

Estudante 5: URSS

Estudante 6: URSS

Estudante 7: URSS

Estudante 8: URSS

Estudante 9: _____

Estudante 10: _____

Estudante 11: _____

Estudante 12: _____

Estudante 13: _____

11 – Como se chamava a sonda da União Soviética responsável pelo primeiro pouso em Vênus?

- a) Venera b) Beta 3 c) Alpha 4 d) Curiosity

UNÂNIME

Estudante 1: VENERA

Estudante 2: VENERA

Estudante 3: VENERA

Estudante 4: VENERA

Estudante 5: VENERA

Estudante 6: VENERA

Estudante 7: VENERA

Estudante 8: VENERA

Estudante 9: _____

Estudante 10: _____

Estudante 11: _____

Estudante 12: _____

Estudante 13: _____

UNÂNIME
12- Você acha que um livro com esta tecnologia torna o estudo mais interessante e te incentiva a continuar lendo?

Estudante 1: SIM

Estudante 2: SIM

Estudante 3: SIM

Estudante 4: SIM

Estudante 5: SIM

Estudante 6: SIM

Estudante 7: SIM

Estudante 8: COM CERTEZA

Estudante 9: _____

Estudante 10: _____

Estudante 11: _____

Estudante 12: _____

Estudante 13: _____

13- Cite as coisas que mais te chamaram atenção no livro:

Estudante 1: TECNOLOGIA

Estudante 2: FIGURAS

Estudante 3: INFORMAÇÕES RESUMIDAS

Estudante 4: TECNOLOGIA

Estudante 5: FIGURAS

- Estudante 6: FIGURAS
- Estudante 7: TECNOLOGIA
- Estudante 8: TECNOLOGIA
- Estudante 9: _____
- Estudante 10: _____
- Estudante 11: _____
- Estudante 12: _____
- Estudante 13: _____

14- O que poderia melhorar?

- Estudante 1: FOTOS 3D
- Estudante 2: FUNDOS RELACIONADOS AO PLANETA
- Estudante 3: FUNDOS DE PLANETAS
- Estudante 4: FOTOS 3D
- Estudante 5: FOTOS 3D
- Estudante 6: FUNDOS DE PLANETA
- Estudante 7: ENCADERNAÇÃO
- Estudante 8: ENCADERNAÇÃO
- Estudante 9: _____
- Estudante 10: _____
- Estudante 11: _____
- Estudante 12: _____
- Estudante 13: _____

APÊNDICE 4:

Links essenciais ao sucesso do projeto

Link de softwares utilizados

Abaixo encontra-se disponível os links para download dos softwares que foram utilizados para o completo funcionamento da realidade aumentada.

Software para construção das animações e do aplicativo de realidade aumentada:

<https://unity.com/pt>

Software para modelagem 3D:

<https://www.blender.org/download/>

Software para criação das páginas e artes do livro:

https://www.adobe.com/br/creativecloud/renew/resubscribe-cci.html?sdid=FR7NYZB9&mv=search&mv2=paidsearch&ef_id=8b51ba6ad6c11c982078dc91f92b9885:G:s&s_kwcid=AL!3085!10!79371124293757!79371390206654&msslkid=8b51ba6ad6c11c982078dc91f92b9885

API Unity para reconhecimento de marcadores:

<https://developer.vuforia.com/library/#:~:text=Vuforia%20Engine%20supports%20developing%20in%20the%20Unity%20Editor%20as%20well>

Link de cursos fundamentais durante a produção do projeto:

Segue abaixo uma relação de cursos que foram feitos para obter fundamentos teóricos e práticos para que o projeto tivesse sucesso.

Blender 3D do básico ao avançado:

https://www.udemy.com/share/1034FI3@ubV4IHsChGYXiCHTAv4WuXYfHUlaVll0n0_DVmWXOfPll8K3gJXF795V-7Jx9sL/

Lógica de programação com Unity:

https://www.udemy.com/share/101Grs3@fcPZoADOpzL3aYC61vWO9WF5_0MRIT9XhCs cjXx37eJDTh6TyudurcfpoO1v9L6z/

Aprenda rápido Unity 3D:

https://www.udemy.com/share/101qNO3@nq5TUTwNDtrqWNE9ogNW_PvCKyDk6-K7jY4yewCnenM15PISKt-nqWDcdcPoqVZ4/

Curso de geopolítica aeroespacial:

<https://aebescolavirtual.aeb.gov.br/enrol/index.php?id=101>

Lógica de programação:

<https://sp.senai.br/curso/competencia-transversal-logica-de-programacao/95088?unidade=568>

Curso de Linguagem de programação C#:

<https://www.udemy.com/course/programacao-orientada-a-objetos-csharp/?couponCode=2021PM25>