

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS, COMUNICAÇÃO E**  
**EDUCAÇÃO**

**ALINE GUIMARÃES BARBOSA**

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO FUNDAMENTAL:**  
indicadores de apoio da tecnologia digital na aprendizagem do Sistema Solar

**UBERLÂNDIA**  
**2020**

**ALINE GUIMARÃES BARBOSA**

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO FUNDAMENTAL:**

indicadores de apoio da tecnologia digital na aprendizagem do Sistema Solar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestra em Tecnologias, Comunicação e Educação.

Linha de Pesquisa: Mídias, Educação e Comunicação

Orientadora: Prof.º Dr.ª Elise Barbosa Mendes

**UBERLÂNDIA**

**2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

B238r  
2020

Barbosa, Aline Guimarães, 1986-  
Realidade aumentada no ensino fundamental [recurso eletrônico]  
:indicadores de apoio da tecnologia digital na aprendizagem do sistema solar /  
Aline Guimarães Barbosa. - 2020.

Orientadora: Elise Barbosa Mendes.  
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação.  
Modo de acesso: Internet.  
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.3915>  
Inclui bibliografia.  
Inclui ilustrações.

1. Educação. I. Mendes, Elise Barbosa, 1964-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação. III. Título.

CDU:37

**ALINE GUIMARÃES BARBOSA**

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO FUNDAMENTAL:**

indicadores de apoio da tecnologia digital na aprendizagem do Sistema Solar

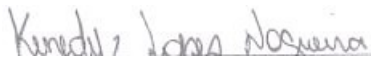
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para a obtenção do título de Mestra em Tecnologias, Comunicação e Educação .

**BANCA EXAMINADORA**



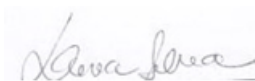
---

Prof.º Dr.ª Elise Barbosa Mendes - UFU  
Universidade Federal de Uberlândia



---

Prof.º Dr.º Kenedy Lopes Nogueira - IFTM  
Instituto Federal do Triângulo Mineiro



---

Prof.º Dr.º Diva Souza Silva  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me capacitar a chegar até aqui.

A minha querida orientadora Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Elise B. Mendes, cujo papel foi fundamental neste trabalho pelas contribuições, paciência e incontáveis esforços ao longo de todo o caminho percorrido; ao Prof. Dr. Kenedy Nogueira e Prof<sup>ª</sup>. M<sup>ª</sup>. Keila Nogueira – IFTM Uberlândia, que me instigaram a estudar os conceitos de Realidade Aumentada, tão importantes para concretização desta dissertação, ao Prof. Dr. Marcos Longhini e Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raquel Timponi pelas contribuições acadêmicas na fase da qualificação deste mestrado.

Aos meus pais por sempre torcerem por mim, especialmente minha mãe, Marília, que nunca mediu esforços para que este sonho se tornasse real.

Ao meu esposo Daniel por entender os desafios desta jornada e ao meu filho Miguel pela compreensão das muitas vezes em que estive ausente.

Aos “primos” Felipe e Ana Beatriz pelas palavras de motivação e solicitude ao longo desse percurso.

A todos meus familiares e amigos que, direta e indiretamente, estiveram ao lado. Por fim, um agradecimento em especial às amigas de turma: Maria Tereza, Keila e Milene com quem compartilho alegrias e aflições desde o início desta jornada. Certamente, nossa amizade e companheirismo tornou este percurso mais leve.

## RESUMO

Esta pesquisa descreve algumas contribuições da aplicação da Realidade Aumentada (RA) na aprendizagem de conceitos abstratos por crianças do Ensino Fundamental I no conteúdo de Ciências. Inicialmente, realizou-se um estudo sobre Realidade Aumentada, suas origens, características e possíveis usos em sala de aula, identificando as vantagens de seu emprego no ensino do Sistema Solar como ferramenta de aproximação entre o conteúdo e a aprendizagem de conceitos abstratos. Em seguida, elaborou-se uma metodologia de ensino fundamentada em princípios da aprendizagem significativa integrada ao aplicativo *Aurasma* com interface de RA. Como estudo experimental, aplicou-se esta metodologia de ensino em oito oficinas numa turma de 4º ano do Ensino Fundamental I de uma escola privada. Neste estudo, priorizou-se a pesquisa participativa qualitativa com o objetivo de analisar se as características de RA – imersão, modelagem, motivação, interatividade, cooperação, flexibilidade e autenticidade – contribuem com a aprendizagem de conceitos que não são possíveis de interação real. Como coleta de dados, foram utilizadas a observação direta, textos autorais, entrevistas individuais e resposta coletiva de questionários. Os resultados obtidos apontam que estes indicadores de RA estimulam o engajamento dos alunos referente à compreensão de conceitos abstratos relacionados ao conteúdo proposto.

Palavras-chave: Aprendizagem; Realidade Aumentada; Sistema Solar, Tecnologia e Educação, Ensino Fundamental I.

## **ABSTRACT:**

This research describes some contributions of the Augmented Reality (AR) application in the learning of abstract concepts for elementary school children in science content. Initially, perform a study on augmented reality, its origins, resources and uses in the classroom, identifying as advantages of its use in teaching the solar system as a display tool between content and learning abstract concepts. Then, develop a teaching methodology based on meaningful learning principles, integrated with the aurasma application with ar interface. As an experimental study, apply this teaching methodology in eight workshops in a 4th grade class of elementary school in a private school. In this study, a qualitative participatory research was prioritized in order to analyze whether ar resources - immersion, modeling, motivation, interactivity, cooperation, flexibility and authenticity - contribute to the learning of concepts that are not possible for real interaction. As data collection, direct observation, open texts, individual interviews and collective questionnaire responses were used. The selected results indicate that these ar indicators stimulate or involve students regarding the understanding of abstract concepts related to the proposed content.

Keywords: Learning; Augmented Reality; Solar System.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
HP	Hewlet Packard
HRO	<i>Human Resource Outsourcing</i>
IFTM	Instituto Federal do Triângulo Mineiro
JMA	Jogo da Memória em Astronomia
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i> (Administração Espacial e Aeronáutica)
NIT	Núcleo de Tecnologia Assistiva
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PPGCE	Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
RA	Realidade Aumentada
RAM	Realidade Aumentada Móvel
RV	Realidade Virtual
SACRA	Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFGSR	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
VRML	Virtual Reality Modeling Language



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico de buscas	18
Figura 2 - Imagem de uma figura em 3D da biblioteca do <i>Aurasma</i>	21
Figura 3 - Vídeo e objeto virtual em 3D	22
Figura 4 – Macro Mapa – Astronomia	28
Figura 5 – Mapa Conceitual – Sistema Solar	29
Figura 6 – Os astros e suas características	33
Figura 7 - Conhecendo o Sol	34
Figura 8 - Planeta Terra em escala real reduzida	34
Figura 9 - Recebendo informações sobre Júpiter	35
Figura 10 - Criação das primeiras auras pelos alunos	36
Figuras 11 - Criação e gravação das primeiras auras autorais	37
Figuras 12 - Criação e gravação das primeiras auras autorais	37
Figura 13 - Inserção das auras nos marcadores impressos	37
Figura 14 - Inserção das auras nos marcadores impressos	37
Figura 15 - Inserção das auras nos marcadores impressos	38

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Principais aplicativos disponíveis na Play Store e IOS	19
Quadro 2 - Características da Realidade Aumentada para a Aprendizagem	24
Tabela 1 – Alinhamento entre o Mapa Conceitual de Astronomia e os objetivos Instrucionais	30
Tabela 2 – Alinhamento entre o Mapa Conceitual do Sistema Solar e objetivos Instrucionais	30
Quadro 3 – Quadro comparativo das respostas coletivas	32
Quadro 4 – Desenvolvimento da Oficina	38
Tabela 3 – Tabela de contribuição da Realidade Aumentada	41

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>13</b>
<b>3 VISÃO GERAL SOBRE A REALIDADE AUMENTADA</b> .....	<b>16</b>
3.1. Breve histórico .....	16
3.2 Aprendizagem Móvel - <i>Mobile Learning</i> .....	18
3.3 <i>Aurasma</i> .....	20
3.4 Realidade Aumentada na aprendizagem .....	22
3.5 Princípios construtivistas da aprendizagem com tecnologias.....	24
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
4.1 Contexto .....	27
4.2 Instrumentos de coleta.....	28
4.3 Desenvolvimento.....	28
4.3.1 Organizadores prévios do conteúdo .....	28
4.3.2 Objetivos Instrucionais.....	29
4.3.3 Estratégias e procedimentos metodológicos das Oficinas.....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>41</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>51</b>
ANEXO A – Texto trabalhado no 2º encontro.....	54
ANEXO B – Modelo de planeta recriado pelo aluno.....	55
ANEXO C - Características dos astros (luminosos e iluminados).....	56
ANEXO D -Características dos planetas (Sistema Solar).....	57
ANEXO E – Exemplo de pesquisa sobre os astros .....	58
ANEXO F – Texto autoral sobre a visita ao Museu DICA.....	59
APÊNDICE A – Entrevista coletiva .....	60
APÊNDICE B– Perguntas individuais sobre a Aplicação de Realidade Aumentada .....	63
APÊNDICE C - Livro digital.....	67
ANEXO G – Termo de consentimento Livre e Esclarecido .....	85

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos há evidente desenvolvimento da ciência e tecnologia, afetando, sobretudo, o campo educacional e gerando meios de aperfeiçoá-lo. Esses avanços tornaram as formas pictóricas de ensino mais acessíveis, revelando-se como alternativa viável ao oferecer aos alunos materiais didáticos mais atrativos e adaptados à nova geração.

Nesse sentido, conforme indicam os estudos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer (2002), os alunos aprendem mais profundamente quando as ideias são apresentadas por meio de palavras e imagens do que apenas por palavras. Dessa forma, a palavra refere-se a todo tipo de mídia escrita ou falada, como vídeos, animações, jogos e ilustrações, desafiando a escola do século XXI a buscar novas ferramentas e estratégias para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Entretanto, em um cenário contraditório às necessidades da educação contemporânea, um estudo divulgado em 2014 pela UNESCO (acrônimo de *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) apresenta dados alarmantes ao constatar que o Brasil possuía a oitava maior população de adultos analfabetos (cerca de 14 milhões de pessoas) entre os países avaliados, evidenciando claro distanciamento entre a apropriação do conhecimento e os conteúdos propostos nos currículos escolares.

Em conformidade com os dados apresentados, tratando-se propriamente do ensino de Ciências, uma matéria publicada em dezembro de 2016 pelo o jornal “O Globo” ilustra a realidade do cenário brasileiro através do título “Ensino de Ciências no Brasil está entre os piores do mundo”. O texto divulga os dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) de 2016 e destaca que o desempenho dos estudantes brasileiros na disciplina está entre os piores dentre os 70 países avaliados. De acordo com especialistas, a causa disso está relacionada à deficiência de infraestrutura e acesso à laboratórios e objetos sensoriais.

Dentro deste cenário, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo que regula o ensino no Brasil, aponta que os alunos do Ensino Fundamental precisam desenvolver habilidades e competências exigidas em seu nível de escolaridade. Neste documento, para o conteúdo de Ciências, destaca-se, dentre outras, a capacidade de “compreensão de conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza”, além de “analisar, compreender, explicar características e fenômenos relativos ao mundo natural, social e tecnológico”.

Os estudos sobre aprendizagem revelam que as crianças têm curiosidade em saber como ocorrem os fenômenos da natureza e ficam intrigadas para explorá-los de forma sensível e/ou manipulável, tornando a experimentação e exploração elementos essenciais para um bom ensino de Ciências e compreensão de fenômenos e conceitos (MOREIRA,1998). Dessa maneira, segundo Tossato (2004), o ensino de Ciências perde o “brilho” quando trabalhado unicamente de forma teórica dentro de sala de aula. Para o autor, a prática é o que elucida o conteúdo para os estudantes.

Quanto à atividade prática, Hodson (1994) define como sendo qualquer trabalho em que os alunos estejam ativamente envolvidos na construção do conhecimento, portanto, uma aula neste modelo não depende unicamente de uma sala física ou laboratório equipado. Observações e experimentos podem ser realizados no pátio da escola ou utilizando materiais alternativos (como maquetes, planetários, dentre outros), conferindo ao professor o papel de planejador e mediador na ampliação de situações pedagógicas possíveis. Na falta de materiais didáticos, adequados ou alternativos, experimentos virtuais podem ser uma opção para simular situações com características próximas ao real, tornando o uso de recursos tecnológicos digitais no ambiente escolar uma possibilidade viável para atender a esta demanda.

Em relação a esta temática, o entendimento do que é “realidade” se expandiu para além da tela do computador, permitindo que objetos virtuais e objetos reais em três dimensões (3D) interajam em um mesmo ambiente, uma vez que os processos psicológicos neste plano são simulacros aos correspondentes em um ambiente educativo real (YAM, 1993; AZUMA, 2001).

Ao introduzir o conteúdo de Ciências para esse ambiente, o professor permite a imersão dos alunos em um universo de possibilidades. O que antes se restringia a um espaço bidimensional (2D), ou a simples imaginação, é ressignificado com viabilidade de controle do usuário através, por exemplo, do aparelho celular.

Para os estudiosos do uso de tecnologia na educação, como Azuma (1997), Kirner (2005), Siscouto (2006) e Tori (2010), a ferramenta de Realidade Aumentada<sup>1</sup> (RA) é uma interface interativa com potencial para contribuir no processo de aprendizagem por apresentar informações relevantes aos usuários com objetos virtuais similares ao de um ambiente real e por auxiliar na compreensão de conceitos abstratos e relações espaciais complexas.

---

<sup>1</sup> Sistema idealizado por Ivan Sutherland, em 1962, Engenheiro Elétrico da Universidade de Harvard. *A priori*, seu uso se daria em bases militares e envolveria a inserção de objetos virtuais no mundo real com interatividade em tempo real.

O uso da tecnologia não é, necessariamente, inédito dentro do contexto escolar. Tradicionalmente, a educação sempre utilizou três recursos básicos em sua prática: a oralidade, o livro e a prática - dentro ou fora de sala (FLORES, 2018). Por sua vez, o uso de aplicações em Realidade Aumentada tem ganhado novos espaços dentro do contexto educacional, principalmente pelo potencial de amplificação de informações tridimensionais, que permitem aos usuários interações multimodais (KELNER; TEICHRIEB, 2008). Isso além de potencialmente aumentar a motivação do aluno e o interesse pelo conteúdo, contribui na construção do conhecimento através da assimilação e representação em um ambiente próximo ao real. Esse processo de motivação do ser humano dependerá de suas experiências de vida e valores, assim como de suas necessidades.

Considerando essas questões, estabelece-se como **problemática de pesquisa** investigar o seguinte: Em um estudo introdutório no Ensino Fundamental I, em que aspectos a Realidade Aumentada poderia contribuir para a aprendizagem conceitual?

Diante desta problemática, escolheu-se analisar as possíveis contribuições da Realidade Aumentada para o ensino e aprendizagem do Sistema Solar.

Sendo assim, o recorte do conteúdo se justifica pelo interesse inicial e incessante curiosidade dos alunos em desvelar os mistérios do universo, conhecer os planetas, a importância do Sol, da Lua, dos movimentos que realizam e a forma como isso afeta a existência humana. Bem como a importância das pesquisas sobre a construção de conceitos abstratos com suporte da RA em crianças de oito a 11 anos.

- **Objetivo Geral:**

Aplicar a Realidade Aumentada em um planejamento de ensino sobre o Sistema Solar com o intuito de identificar possíveis contribuições da RA na aprendizagem de conceitos abstratos por crianças do Ensino Fundamental I.

- **Objetivos Específicos:**

I) Estudar os aspectos da Realidade Aumentada, sua origem, características e possível uso em sala de aula;

II) Identificar as vantagens do uso da RA no ensino de Ciências (Sistema Solar) como ferramenta de aproximação entre o conteúdo e a aprendizagem de conceitos abstratos;

III) Aplicar uma metodologia de ensino de Ciências com Realidade Aumentada, fundamentada em princípios da aprendizagem significativa, com intuito de verificar as

possíveis potencialidades para a aprendizagem de conceitos abstratos no ensino fundamental I;

IV) Analisar, de forma qualitativa, categorias da RA que possivelmente contribuíram com a aprendizagem de conceitos abstratos por crianças de oito a 11 anos.

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos. O primeiro refere-se à Revisão da Literatura de alguns trabalhos relacionados aos temas “Realidade Aumentada – Sistema Solar – Ensino Fundamental I” realizados no Brasil e no mundo. O segundo capítulo apresenta uma visão geral da Realidade Aumentada e implicações no ambiente educacional, além dos fundamentos da aprendizagem, mais especificamente os aspectos construtivistas relacionados ao uso da tecnologia no ensino de Ciências. O terceiro capítulo evidencia as escolhas metodológicas do trabalho, incluindo questões relacionadas à exequibilidade e aplicabilidade. Por último, são realizadas as Considerações Finais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi realizada uma revisão da literatura, principalmente nas bases SCIELO, SCOPUS, ISI Web of Science, CAPES e repositórios de bibliotecas nacionais, como a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), dentre outras, referentes ao uso da Realidade Aumentada no Ensino de Ciências, suas metodologias e aplicabilidades no Brasil e no mundo, utilizando as palavras chave: Realidade Aumentada, Ensino de Ciências e Fundamental I – (*Augmented Reality, Sciences and Elementary School*). Dentre os resultados alcançados, foram elencados e analisados os de maior relevância para nortear este trabalho:

Ademais, ao efetuar a revisão da literatura, foi notado crescente interesse e aprofundamento científico do uso de Realidade Aumentada dentro do ambiente escolar como suporte ao ensino. Em sua maioria, os autores se debruçam no entendimento e desenvolvimento de metodologias de jogos interativos envolvendo sua aplicação e, embora sejam bem-sucedidos ao objetivo proposto, há poucos dados sobre a compreensão dos processos cognitivos que envolvem o aprendizado de conceitos a partir do uso desta tecnologia.

O projeto de pesquisa “Simulação e Métodos Computacionais em Ciências e Educação”, realizado pela Universidade Nacional de Comahue - Argentina, desenvolvido por Fracchia, Armiño e Martins (2015), sinaliza o uso da Realidade Aumentada no ensino de Ciências e seus impactos em comparação ao mesmo conteúdo utilizando livros didáticos. Sua metodologia envolve a seleção de desenhos em Realidade Aumentada para trabalhar o conteúdo de Ciências Naturais com alunos do 5º ano. O projeto visa complementar materiais didáticos com modelos virtuais que estimulem a percepção e compreensão dos conceitos de fenômenos naturais pelo aluno e, futuramente, expandir para outras disciplinas como a Matemática. Seus apontamentos demonstram maior motivação e interesse por parte dos alunos em relação ao material tradicional.

Já Kerawalla, Luckin, Seljeflot e Woolard, (2006) apresentam uma pesquisa sobre o uso da aplicação de Realidade Aumentada como recurso potencial de suporte ao ensino de Ciências em sala de aula na educação formal o Reino Unido. A pesquisa “*Making it real:*



*exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science*”<sup>2</sup> mostra um estudo comparativo com crianças de 10 anos entre o uso da interface de espelho virtual RA e métodos de ensino tradicionais. Dentre os apontamentos destacados, os autores salientam a importância de enfatizar diretamente nos questionamentos e na descrição do relato das crianças a respeito das interações com a ferramenta.

Em analogia ao estudo apresentado, uma pesquisa semelhante foi realizada pela Universidade Estadual de Feira de Santana - BA, em 2015, sinalizando os benefícios do uso da ferramenta de Realidade Aumentada nos conceitos de Astronomia<sup>3</sup> para alunos do primeiro ano do ciclo de Educação Básica (Ensino Fundamental I). Contudo, sua metodologia envolve a descrição do desenvolvimento e aplicação de um *software* educacional intitulado JMA (Jogo da Memória em Astronomia). Nesse contexto, a utilização de objetos de aprendizagem e animações 3D em RA permitiu a criação de um ambiente de interação propiciando a motivação dos alunos no conteúdo proposto (SANTOS, 2016).

Além disso, outra relevante metodologia analisada foi a aplicação em Realidade Aumentada para apoiar o entendimento do Sistema Solar. O projeto de Ferreira e Zorzal (2018) consiste na disponibilização, através de um sítio eletrônico, de uma aplicação em RA utilizando marcadores de QR Code<sup>4</sup>, que permite a melhor compreensão pelos alunos da diferença entre o tamanho dos planetas, baseado na escala real de cada corpo celeste, segundo informações obtidas no site da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*).

Sob esse mesmo aspecto, na Universidade Federal de Uberlândia, projetos importantes estão sendo desenvolvidos a partir das aplicações de Realidade Virtual (RV) e Aumentada no Núcleo de Tecnologia Assistiva (NIT) com ênfase na utilização da tecnologia para apoio a pessoas com deficiência, idosas ou que têm mobilidade reduzida. No campo educacional, o trabalho “Aplicação de Realidade Aumentada Móvel para o apoio ao ensino das crianças”, dos autores Cavalcante, Fernandes, Lamounier Junior e Cardoso (2016), se destaca ao apresentar técnicas com a aplicação que irão motivar os alunos ao utilizar um dispositivo de RA em sala de aula manipulando modelos tridimensionais de animais, movimentos e sons desenvolvidos no ambiente Eclipse. Embora haja apontamentos futuros,

<sup>2</sup>“Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science” : Tornando real: explorando o potencial da realidade aumentada para o ensino de ciências nas escolas primárias. Tradução do autor.

<sup>3</sup> Astronomia é a área da ciência responsável pelo estudo do Universo que se preocupa com a morfologia, distância, origem, evolução, e ainda, a composição e o movimento de todos os corpos celestes. O seu estudo se divide em áreas como Astronomia de posição, Mecânica Celeste, Cosmologia, além de Astronomia Solar e outros casos particulares (FILHO; SARAIVA, 2004)

<sup>4</sup>QR Code, sigla de “Quick Response” correspondente à resposta rápida se trata de um código de leitura superior ao Código de Barras (LIAO; LEE, 2010).

os autores delimitam seus estudos nas facilidades da ferramenta ressaltando a importância do uso da tecnologia como forma de contribuir na ampliação de aprendizado das crianças.

Nesse mesmo âmbito, o estudo de Rolim, Rodrigues, Oliveira e Farias (2010) sobre “Realidade Aumentada no ensino de ciências: tecnologia auxiliando a visualização da informação”, do Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUTES/UFRJ), realizado no ensino de Ciências de forma presencial e a distância, apresenta um experimento envolvendo a aplicação em Realidade Aumentada com rastreamento de mãos com auxílio de web câmeras. Antes da manipulação, os alunos foram submetidos a um questionário sobre seus conhecimentos prévios a respeito da execução de tarefas em ferramentas digitais. Embora o desenvolvimento da metodologia tenha sido aplicado utilizando Realidade Aumentada no Ensino de Ciências, o enfoque deste trabalho está voltado ao manuseio da aplicação e não necessariamente ao conteúdo a ser ensinado.

Por fim, o estudo de Araújo, Machado, Vasconcellos e Tavares (2017) sobre o “DoctorBio: Um Estudo de Caso sobre a Utilização de Recursos de Realidade Aumentada no Ensino de Ciências Biológicas” apresenta uma alternativa viável para uso dos *smartphones* em sala de aula, selecionando o *Aurasma* como ferramenta de ensino de Ciências Biológicas para alunos do 7º ano na cidade de Pelotas/RS. O projeto denominado de DoctorBio usa plataforma de RA para integrar o ensino proposto sugerindo experiências reais em sala de aula. Para este trabalho, foram utilizados dois questionários como instrumento de avaliação, ressaltando como conclusão uma contribuição efetiva do uso de dispositivos móveis como ferramenta para melhorar a atenção e interesse dos alunos, proporcionando notório aprimoramento do ensino.

Os projetos elencados, entre outros similares, permitem uma melhor compreensão da problemática apresentada, possibilitando, neste trabalho, uma contribuição para as pesquisas de aplicações em RA no Ensino Fundamental de Ciências, afinal, as metodologias vigentes se mostram falhas ou em descompasso com a tecnologia atual. Os trabalhos apresentados apontam benefícios no processo de aprendizagem em Ciências, e, ao mesmo tempo, revelam lacunas na metodologia que podem ser sanadas ao suprimir o uso excessivo de teoria e fomentar a prática, ou seja, os recursos tecnológicos, além de auxiliar o professor em sala de aula promovendo maior interesse do aluno e qualidade das aulas.

### 3 VISÃO GERAL SOBRE A REALIDADE AUMENTADA

Este capítulo aborda a trajetória e os principais conceitos da tecnologia de Realidade Aumentada derivada da tecnologia da Realidade Virtual. Em seguida, apresenta-se um panorama de aplicativos móveis e sua utilização juntamente com os conceitos básicos do aplicativo *Aurasma*<sup>5</sup>, o qual é fundamental para a compreensão sobre o funcionamento da metodologia envolvida nesta dissertação e seu uso no ambiente escolar.

#### 3.1. Breve histórico

A Realidade Virtual e a Realidade Aumentada são tecnologias diferentes que dependem de processamento em tempo real. Esses sistemas de realidades virtuais foram originalmente criados para uso militar, espacial e sistemas de simulação, imersão e treinamento. Segundo Kirner (1997), essas tecnologias foram influenciadas pela evolução da computação, tanto do ponto de vista do *hardware* quanto do *software*, porém, ambas se caracterizam pela possibilidade de sensação de imersão do usuário.

Dansk (2006) caracteriza a imersão como a identificação do jogador com o jogo, a qual é definida no quão confortável ele se sente ao participar do contexto. Murray (1997), por sua vez, descreve a imersão como a “experiência prazerosa de ser transportado para um lugar elaborado simulado que resulta da sensação de ser cercado por uma realidade completamente diferente, tão diferente quanto a água é do ar, que assume toda a nossa atenção, todo o nosso aparato perceptivo” (MURRAY, 1997, p. 98). Para Ryan (2001, p. 103), essa imersão se dá pela junção desses dois conceitos e ele descreve o processo como uma recentralização pela qual “a consciência se realoca para outro mundo”.

A Realidade Aumentada é uma área de pesquisa inserida dentro da Realidade Virtual, caracterizada pela possibilidade de representação do imaginário humano antes restrito a representações estáticas, como um desenho ou uma descrição verbal (KIRNER; TORI, 2011). Normalmente, é feita diretamente com a linguagem VRML (*Virtual Reality Modeling Language*)<sup>6</sup> ou com o apoio de *software* específico de autoria, sendo vários deles gratuitos. Nesse sentido, Azuma (1997, p. 355-356) define Realidade Aumentada como:

<sup>5</sup> Plataforma de Realidade Aumentada alterada para *HP Reveal* em janeiro de 2020.

<sup>6</sup> VRML, Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual, é uma linguagem para modelar mundos virtuais em 3D.

- [...] a) é o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real;
- b) é uma melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador [Insley, 2003];
- c) é a mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua, que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais [Milgran, 1994];
- d) é um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes propriedades: - combina objetos reais e virtuais no ambiente real; - executa interativamente em tempo real; - alinha objetos reais e virtuais entre si; - aplica-se a todos os sentidos, incluindo audição, tato e força e cheiro.

Esta tecnologia integra cenas geradas por computador ao mundo real. Ela permite a expansão e complementação dele, ressaltando a realidade sensorial e cognitiva do usuário, sendo então criada e desenvolvida pelo cinematógrafo Morton Heilig através de sua idealização da máquina *Senrorama*, em 1957.

O extinto experimento tinha como objetivo de permitir jogos que apurassem os sentidos dos usuários, envolvendo-os em uma experiência única. De tal modo, Parente (2009) descreve o *Sensorama* como a primeira tentativa de criar um cinema interativo, ainda sem o auxílio de computadores.

Em 1968, Ivan Sutherland criou um protótipo considerado o primeiro sistema de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, publicando seu trabalho em Harvard intitulado “*A Head-Mounted Three-Dimensional Display*”<sup>7</sup> cujo funcionamento dependia de um acessório, parecido com um capacete.

Reconhecendo a limitação da sua interface, continuou trabalhando em seu sistema, e anos mais tarde publicou um novo estudo, conhecido como “*The ultimate display*”<sup>8</sup> Sutherland sonhava com uma programação que poderia literalmente ser “o país das maravilhas que Alice andava” (CAWOOD; FIALA, 2007, p. 03).

Em seguida, Kirner (2011) relata o uso da Realidade Aumentada pela Força Aérea Americana, em 1981, como simulador de cockpit de avião, com capacete de visão ótica. Desde então, ele tem seu uso difundido e ampliado.

No entanto, apesar de se originar há algumas décadas, a consolidação e difusão desta tecnologia só ocorreu recentemente. No Brasil, apenas em 2004, foi realizado um evento para

<sup>7</sup> TRADUÇÃO: “A Head-Mounted Three-Dimensional Display” - Um dispositivo de cabeça tri-dimensional. “The ultimate display” cuja idéia fundamental por trás da exibição tridimensional é apresentar ao usuário uma imagem em perspectiva que muda conforme ela se move.

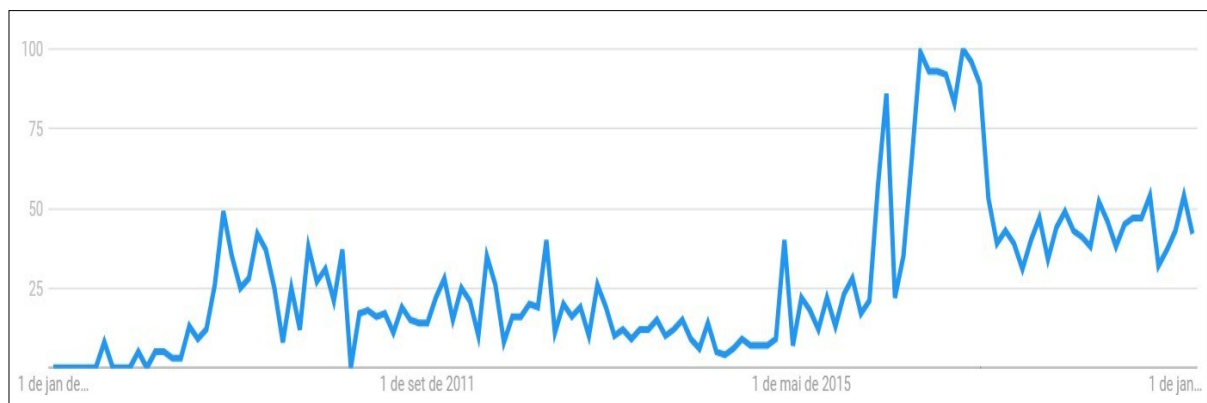
<sup>8</sup> “The ultimate display” : A melhor exibição - tradução do autor.

discussão sobre o tema, em Piracicaba, São Paulo, sob coordenação do professor Cláudio Kirner.

Atualmente, o uso da ferramenta de RA foi difundido para diversas áreas, incluindo a educação como ferramenta de potencialização do processo de aprendizagem, na medicina como simulador e representação de peças humanas, na indústria automotiva como alternativa para sensores e protótipos, no desenvolvimento de jogos e em vários outros setores da economia.

Haja vista a inserção de RA em diferentes setores da aplicação, a figura 2 exibe um gráfico gerado pela ferramenta *Google Trends*<sup>9</sup> com a quantidade de buscas efetuadas na internet em todo o mundo, de 2008 até o presente momento, utilizando a palavra-chave: *Augmented Reality*, na qual é perceptível o crescente interesse por esta tecnologia.

Figura 1 – Gráfico de buscas.



Fonte: Google Trends (2019)

### 3.2 Aprendizagem Móvel - *Mobile Learning*

O avanço tecnológico e as necessidades de adequação a esta nova realidade no ambiente escolar tem promovido mudanças significativas. Um novo conceito de *Mobile Learning*, ou aprendizado móvel, tem surgido nesse panorama a fim de oportunizar aos estudantes possibilidades acessíveis para construir e ressignificar o conhecimento ao alcance da mão. Esse aprendizado se dá pelo uso intencional de ferramentas educacionais utilizadas

<sup>9</sup>*Google Trends* é uma ferramenta do Google que mostra os mais populares termos buscados em um passado recente, em várias regiões e idiomas. Disponível em: [https://trends.google.com/trends/explore?date=all\\_2008&gprop=news&q=Augmented%20Reality](https://trends.google.com/trends/explore?date=all_2008&gprop=news&q=Augmented%20Reality). Acesso em 03/03/2019

em tecnologias portáteis, como celulares, *tablets* e *notebooks*, geralmente conectadas à uma rede.

A diferença entre o *M-Learning* e os demais modelos de ensino-aprendizagem por meio de tecnologias digitais “não móveis” decorre da especificidade do dispositivo. Para Fonseca (2013), devido à sua portabilidade, o aluno pode acessar o material de estudo quando quiser e/ou sentir necessidade, possibilitando um modo de educação mais flexível, que se adapta às necessidades de cada um. Por sua vez, as ferramentas de Realidade Aumentada têm ampliado suas aplicações graças à computação móvel e à evolução desses dispositivos.

Conhecida como RAM (Realidade Aumentada Móvel), o *software* utiliza *hardwares* portáteis para captar e processar as aplicações, fazendo com que este seja um ponto importante para a disseminação e a popularização dos aplicativos de Realidade Aumentada disponíveis nas lojas virtuais.

A título de exemplificação, o quadro 1 apresenta os principais aplicativos disponibilizados para *tablets* e *smartphones* (sistemas Android ou IOS), que disponibilizam aos usuários o sistema de Realidade Aumentada em seu funcionamento, de forma paga ou gratuita.

Quadro 1 – Principais aplicativos disponíveis na Play Store e IOS utilizando RA

APLICATIVOS	FUNÇÃO	SISTEMA	ACESSO
<b><i>QLONE - 3D SCANNING SOLUTION</i></b>	<i>Qlone</i> é uma ferramenta que possibilita que os usuários escaneiem qualquer tipo de objeto para depois inseri-los em qualquer lugar como uma peça 3D.	ANDROID IOS	GRATUITO
<b><i>ATOM VISUALIZER FOR ARCORE</i></b>	Com o <i>Atom Visualizer</i> os usuários são capazes de visualizar uma grande gama de átomos como os de Potássio, Titânio e Alumínio e seus respectivos elétrons. O app permite uma visualização bem detalhada dos mesmos.	ANDROID	GRATUITO
<b><i>SPACECRAFT AR</i></b>	<i>Spacecraft AR</i> é um aplicativo que cria representações em 3D dos principais dispositivos da agência espacial americana de forma bastante detalhada.	ANDROID IOS	GRATUITO

<b><i>BMW I VISUALIZER</i></b>	BMW I Visualizer é um aplicativo que serve para ajudar os consumidores a escolherem a BMW perfeita sem sair de casa.	ANDROID IOS	GRATUITO
<b><i>HUMAN ANATOMY ATLAS 2018</i></b>	O <i>Human Anatomy Atlas 2018</i> é uma aplicação que permite aos usuários uma viagem bastante detalhada no interior do corpo humano. Nele é possível acessar praticamente todos os órgãos e conferir os seus devidos funcionamentos.	ANDROID IOS	PAGO
<b><i>SKETCHFAB</i></b>	Com Sketchfab os usuários são capazes de adicionarem uma grande biblioteca de modelos animados em 3D no mundo real através da realidade aumentada.	ANDROID	GRATUITO
<b><i>O BIKE 3D CONFIGURATOR</i></b>	O <i>Bike 3D Configurator</i> é o aplicativo ideal para quem ama bicicletas. Com ele é possível montar a <i>bike</i> dos sonhos e ainda transportá-la para o mundo real com a funcionalidade de realidade aumentada.	ANDROID IOS	GRATUITO
<b><i>AURASMA</i></b>	<i>Aurasma</i> é um dos app de realidade aumentada mais populares. Através dele o usuário pode também criar e partilhar os seus próprios projetos de realidade aumentada.	ANDROID IOS	GRATUITO
<b><i>STAR CHART</i></b>	Usando a tecnologia GPS de última geração, o <i>Star Chart</i> calcula – em tempo real – a localização atual de cada estrela e planeta visível da Terra e mostra exatamente onde estão, mesmo em plena luz do dia.	ANDROID IOS	GRATUITO
<b><i>BOULEVARD AR</i></b>	<i>Boulevard AR</i> dá vida a uma das pinturas mais célebres da mundialmente famosa coleção <i>Tudor</i> da <i>National Portrait Gallery</i> . de Londres.	IOS	Pago 2,99 €

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

### 3.3 *Aurasma*

Alguns programas em Realidade Aumentada utilizados no ambiente educacional estão disponíveis de forma gratuita em várias plataformas na internet, como o *Aurasma*, referenciado neste trabalho como *software* norteador da metodologia a ser utilizada. A escolha deste aplicativo se deve ao fato de ele suportar uma publicação autoral e a visualização de camadas virtuais que utilizam tecnologia de reconhecimento da imagem.

O recurso foi desenvolvido pela empresa *Autonomy*, do grupo *Hewlet-Packard* (HP) cuja tecnologia permite que uma imagem estática ganhe movimento através de figuras 3D e animações previamente selecionadas. Este aplicativo está disponível para Iphone, a partir do modelo 3GS. No Android, o aplicativo é compatível com a versão 2.2, desde que o aparelho esteja equipado com o processador ARM-v7.

Para elucidação, na figura 2 é mostrada uma imagem de um foguete em movimento, usado para identificar o objeto.

Figura 2 - Imagem de uma figura em 3D da biblioteca do *Aurasma*



Fonte: Acervo pessoal da autora (2017)

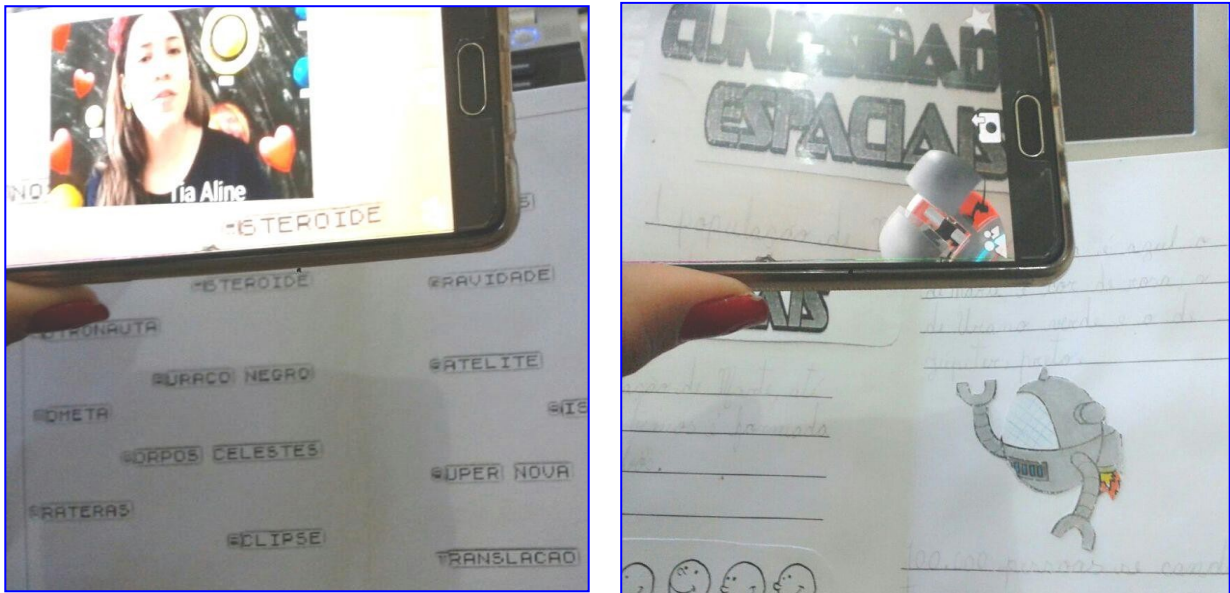
A imagem se refere a uma animação em 3D que utiliza, além do objeto, o uso de efeitos sonoros que enriquecem o cenário em tempo real. Essas experiências de Realidade Aumentada são chamadas Auras ou camadas virtuais (animações e imagens geradas pela ferramenta).

Esta aplicação funciona de forma simples, permitindo a visualização das Auras ou objetos animados já disponíveis na biblioteca da aplicação, partindo de uma imagem fixa pré-estabelecida pelo usuário denominada como marcador. De acordo com Forte (2009), define-se o funcionamento a partir da captura de uma imagem, que, após convertida em linguagem binária, permite a busca pelo marcador e realiza a comparação entre a imagem capturada e o marcador já conhecido pelo *software*. Depois de conferida a posição, ocorre a exibição da



imagem ou animação pré-programada. Em seguida, a figura 3 exemplifica um modelo de vídeo e um objeto virtual em 3D utilizando um marcador fixo para leitura das imagens.

Figura 3: Vídeo e objeto virtual em 3D



Fonte: Acervo pessoal da autora (2017)

Além disso, as Auras criadas podem ser compartilhadas com outros usuários, no Brasil e no mundo, através da rede social do próprio aplicativo, desde que não haja variação da imagem fixa registrada. Contudo, apesar da facilidade, tem como ponto negativo o uso exclusivo da internet para sua utilização, podendo se tornar um fator inibidor para o uso em alguns espaços escolares.

### 3.4 Realidade Aumentada na aprendizagem

Segundo Bronoski (2011, p. 18): “temos uma espécie de desejo ardente, uma ‘coceira’, uma necessidade de entender este universo misterioso”. Isso permite afirmar que essa busca pela compreensão faz parte da intuição, isto é, curiosidade, e de uma faculdade humana, o senso comum e a grande motivação em aprender algo novo. Dessa maneira, é inegável o potencial desta tecnologia no ensino, especialmente no conteúdo de Ciências, pois estimula à curiosidade de compreensão dos fenômenos astronômicos, assim tornando a exploração e manipulação uma parte necessária do processo de construção do saber, inclusive para temas de complexidade maior. Há também a possibilidade de visualização daquilo que é

abstrato ou inobservável, sendo a compreensão do estudante sobre o assunto aprimorada e reduzindo-se as chances de dúvidas acerca do conteúdo.

Ao falar em estímulos, Fraser (2005) aponta que a tecnologia de realidade imersiva em 3D pode ser mais motivadora do que em 2D, sem equivalentes imersivos, devido às vantagens e pistas multissensoriais para direcionar a atenção do aluno para aspectos específicos dentro desses ambientes virtuais, destacando a Realidade Aumentada como uma tecnologia promissora para fins pedagógicos, pois permite ao aluno manipular informações e aumentar o seu interesse pelo conteúdo proposto. Nesse sentido, Wu (2013) corrobora com o autor e aponta o uso da RA no desenvolvimento de habilidades e conhecimentos de maneira mais efetiva do que em relação a outros tipos de tecnologias de ensino e reafirma o potencial aumento do interesse e motivação do aluno no aprendizado, resultando no desenvolvimento de novas habilidades e ganho de conhecimento mais preciso. Portanto, dentre as vantagens do uso desse recurso em sala de aula, destacam-se:

- Aquisição de um novo ponto de vista (YEE; BAIENSON, 2010);
- Visualização de figuras complexas para facilitar a compreensão de conceitos abstratos (PERDOMO *et al*, 2005);
- Junção de recursos sensoriais para uma experiência de aprendizagem próxima ao real (SEWELL *et al*, 2007);
- Riqueza de interações que não seriam possíveis no mundo real;
- Engajamento do aluno e apoio a aprendizagem (WINN, 1993).

A Realidade Aumentada também contribui para o processo de ensino-aprendizagem pela potencial facilidade de acesso e baixo custo ao usuário, permitindo que ele utilize a aplicação fora de um ambiente escolar e seja gestor do próprio ritmo de aprendizado (FORTE; KIRNER, 2009; IBÁÑEZ *et al*, 2014).

Dentro deste cenário, a utilização da ferramenta em sala de aula permite, portanto, a simulação e estimula a participação ativa do indivíduo, além de, possivelmente, favorecer uma aprendizagem significativa com multimídia pelas suas diferentes formas de visualização da informação, áudio do conteúdo e imagens dos objetos. Neste contexto, é papel do professor guiar essa exploração e planejar o uso da ferramenta de forma adequada a cada faixa etária.

Para isso, segue abaixo o quadro 2 com indicadores de possíveis contribuições da RA para aprendizagem de conceitos:

Quadro 2- Características da Realidade Aumentada para a Aprendizagem

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
<b>Imersão</b>	Experiência de ser transportado para um lugar elaborado e simulado que resulta da sensação de ser cercado por uma realidade completamente diferente. Junção de recursos sensoriais para uma experiência de aprendizagem próxima ao real aplicando-se aos sentidos como audição, visão e tato para uma exploração de situações que seriam perigosas em um ambiente real.
<b>Modelagem 3D</b>	Representação do imaginário humano, antes restrito a representações estáticas, como um desenho ou uma descrição verbal; Visualização de figuras complexas para facilitar a compreensão de conceitos abstratos e fenômenos invisíveis.
<b>Motivação</b>	Engajamento e potencial aumento do interesse e motivação do aluno no aprendizado, resultando no desenvolvimento de novas habilidades e ganho de conhecimento mais preciso.
<b>Ensino flexível</b>	Acesso ao material de estudo quando o aluno sentir necessidade, possibilitando um modo de educação mais flexível, que se adapta às necessidades e ritmo de cada um.
<b>Interatividade em tempo real</b>	Executa interativamente os objetos virtuais em tempo real, seja entre o usuário e o ambiente virtual ou de vários usuários entre si.
<b>Cooperação</b>	Proporciona maior colaboração entre estudantes e permite que vários usuários possam interagir e cooperar entre si.
<b>Autenticidade</b>	Promove um ambiente de aprendizado autêntico, adequado à vários estilos de aprendizagem. Estimula a participação ativa do indivíduo, no qual os dados podem ter diferentes formas para cada espectador, de acordo com suas necessidades e interesses.

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

### 3.5 Princípios construtivistas da aprendizagem com tecnologias

As tecnologias digitais e suas possíveis aplicações podem ser utilizadas dentro do ambiente escolar desde que as atividades sejam devidamente planejadas e tendo como finalidade promover a construção do conhecimento pelo aluno. Entende-se que o uso do

recurso digital deve ser utilizado dentro de uma perspectiva teórica de aprendizagem, assim, encontramos na psicologia educacional de Ausubel (2003) subsídios para investigar a existência de indícios do processo de aprendizagem que se utiliza deste recurso.

Neste contexto, para Jonassen (1996), a aprendizagem significativa com uso de tecnologias recria espaços em que o aluno constrói o seu conhecimento por meio do pensamento crítico e reflexivo. Esses espaços permitem que o estudante seja um sujeito ativo para observar, manipular e interagir com as informações recebidas, proporcionando um ambiente colaborativo que encoraje a comunicação e o posicionamento em meio às trocas e reflexões. “O conhecimento é estimulado pelo desejo de entender os fenômenos e resulta do entendimento que fazemos das nossas interações com o meio ambiente” (JONASSEN, 2007, p. 32). Assim, o autor ressalta que as interações a partir do uso da tecnologia devem ser realizadas como suporte de uma aprendizagem significativa na intenção de engajar os alunos em uma aprendizagem ativa, construtiva, analítica e reflexiva.

Ademais, o autor destaca cinco atributos principais para promover o aprendizado de forma significativa, atrelados ao uso de tecnologias em sala de aula, sendo eles:

**Ativo:** essa dimensão possui características manipulativas e observantes através da interação com o ambiente. Os sujeitos manipulam as informações daquilo que foi estudado. No momento em que o aluno participa ativamente do processo de aprendizado, ele é capaz de refletir e articular o pensamento sobre o que foi aprendido de modo que: “As pessoas interajam com seu ambiente e manipulam os objetos deste ambiente, observando os efeitos dessas intervenções e construindo suas próprias interpretações do fenômeno e dos resultados de suas manipulações”. (JONASSEN, 1999, p. 8).

**Construtivista:** Nesta dimensão, os alunos integram as novas ideias ao conhecimento anterior a fim de entenderem ou construírem o significado das experiências que possuem, ou seja, “constroem suas próprias interpretações do fenômeno manipulado por meio das observações” (JONASSEN, 2007, p. 24).

**Intencional:** de caráter reflexivo e regulatório, esta dimensão sinaliza que tudo que fazemos tem a intenção de atingir um objetivo. Segundo Jonassen (2007, p. 24): “[...] os alunos articulam os seus objetivos de aprendizagem, o que estão a fazer, as decisões que tomam as estratégias que utilizam e as respostas que encontram”.

**Autêntico (complexo/contextualizado):** esta dimensão envolve a necessidade do professor em desenvolver processos educativos, que apresentem problemas reais e complexos, sem a necessidade de simplificá-los para auxiliar o entendimento do aluno. Como assinala Jonassen (1996, p. 74): “a instrução, muito frequentemente, tende a simplificar demais as

ideias a fim de torná-las mais fáceis de serem transmitida aos alunos. Este processo supõe que o mundo seja um lugar simples e confiável”.

**Cooperativo (colaborativo e conversacional):** por sermos um ser social é natural a ajuda de outros indivíduos na execução ou resolução de problemas. Apoiado o uso de atividades colaborativas em sala de aula e com auxílio de um professor o aluno passa a desenvolver um trabalho mais autônomo e colaborativo, crítico e criativo auxiliando na sua expressão oral, de maneira que: “Os alunos trabalham em grupo, negociam socialmente uma expectativa comum, assim como a compreensão da tarefa e os métodos que irão utilizar para realizarem” (JONASSEN, 2007, p. 24).

Sendo assim, a capacidade de analisar, refletir e pensar sobre o que foi aprendido é uma competência importante e complexa. Isso implica que é necessário um aprendizado significativo para a resolução de problemas e o uso da tecnologia deve ser realizado de forma planejada, com técnicas e métodos adequados, para tornar o aprendizado atrativo e eficaz.

Segundo os princípios construtivistas da aprendizagem significativa, o indivíduo aprende significativamente quando consegue relacionar, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a nova informação com uma estrutura de conhecimento específica que faz parte integrante da sua estrutura cognitiva prévia. Esta é singular, complexa e nela constam as afirmações e os conceitos que o indivíduo previamente aprendeu, mas o qual também está moldado todo o componente afetivo do indivíduo e o resultado de todas as suas ações e vivências.

## 4 METODOLOGIA

Esta sessão aborda as etapas de desenvolvimento e aplicação de um projeto de pesquisa participativa com a finalidade de verificar as possíveis contribuições da Realidade Aumentada para a Aprendizagem de conceitos no Ensino Fundamental I, em específico o conteúdo de Ciências – Sistema Solar.

### 4.1 Contexto

Este estudo foi desenvolvido e guiado pela pesquisadora a partir das inquietações em sua prática como professora de Ciências ao lecionar o conteúdo do Sistema Solar e perceber nos alunos uma lacuna em relação à aprendizagem dos conceitos abstratos e uma curiosidade que ia além dos livros didáticos.

A partir disso, a oficina foi fundamentada e estruturada nos princípios da aprendizagem significativa com foco na aprendizagem conceitual do Sistema Solar, com 25 alunos do 4º ano do Ensino Fundamental I de um colégio privado em Uberlândia entre os meses de agosto e setembro de 2019, sendo dividido em oito encontros presenciais com duração aproximada de 1h40min.

Neste projeto os alunos tiveram seu primeiro contato com o tema através da apresentação, pela pesquisadora, do mapa conceitual do conteúdo e vídeos sobre o assunto. Concomitantemente a isso, eles tiveram acesso ao aplicativo *Aurasma* e aos procedimentos de utilização da Realidade Aumentada. Após aprofundamento teórico do conteúdo, foi realizada uma visita guiada ao Museu Dica (Divisão de Ciências e Artes), da Universidade Federal de Uberlândia e localizado no Parque da Gávea, na qual participaram da trilha astronômica e conheceram os planetas em escala reduzida e suas características. O passeio serviu de suporte para a elaboração de uma síntese individual, que, mais tarde, subsidiou a escrita coletiva da história “Conhecendo o Sistema Solar”, culminando em um livro autoral impresso pela pesquisadora. Através da manipulação do aplicativo, os alunos criaram os vídeos e selecionaram as imagens (denominadas como auras) para fixação nas páginas do livro, vivenciando a ideia de imersão junto ao conteúdo estipulado.

O desenvolvimento dessas etapas e planejamento do conteúdo serão melhor descritos na subseção 4.3.

## 4.2 Instrumentos de coleta

A coleta de dados foi realizada no decorrer dos encontros como suporte para análise qualitativa das categorias da Realidade Aumentada e suas possíveis contribuições para a aprendizagem de conceitos abstratos por crianças de oito a 11 anos. Para esta coleta foram utilizados os seguintes instrumentos: observação direta; textos escritos pelos alunos; questionário coletivo com perguntas abertas – Apêndice A; e questionário individual com perguntas fechadas realizado através do *Google Forms* – Apêndice B.

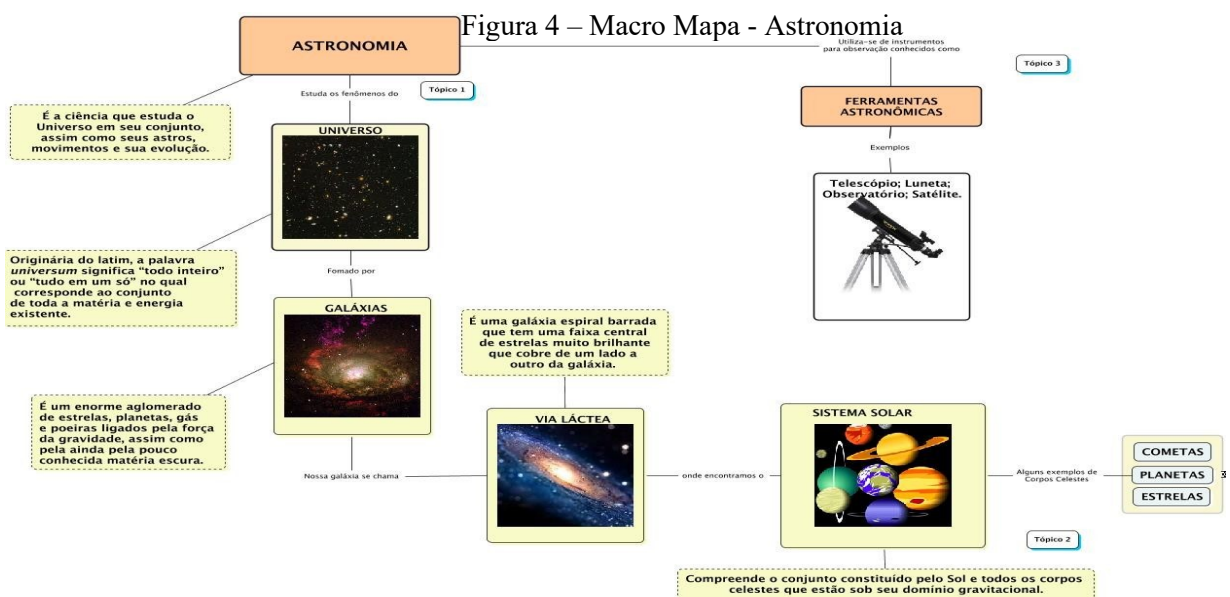
## 4.3 Desenvolvimento

O planejamento de ensino e desenvolvimento da Oficina foi estruturado partindo do conhecimento prévio dos alunos para chegar ao conhecimento científico e proporcionar uma aprendizagem significativa, oportunizando sua apropriação a partir da prática.

### 4.3.1 Organizadores prévios do conteúdo

Para a organização e distribuição dos conteúdos, foram criados organizadores prévios (Macro mapa e Mapa conceitual), fundamentados na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, com o intuito de apresentar uma visão geral dos conceitos introdutórios sobre o Sistema Solar interligados à multimídia (imagens, textos e Realidade Aumentada). Esses organizadores contribuem para fazer uma ponte entre conteúdo, recursos de Realidade Aumentada e Estrutura Cognitiva dos estudantes.

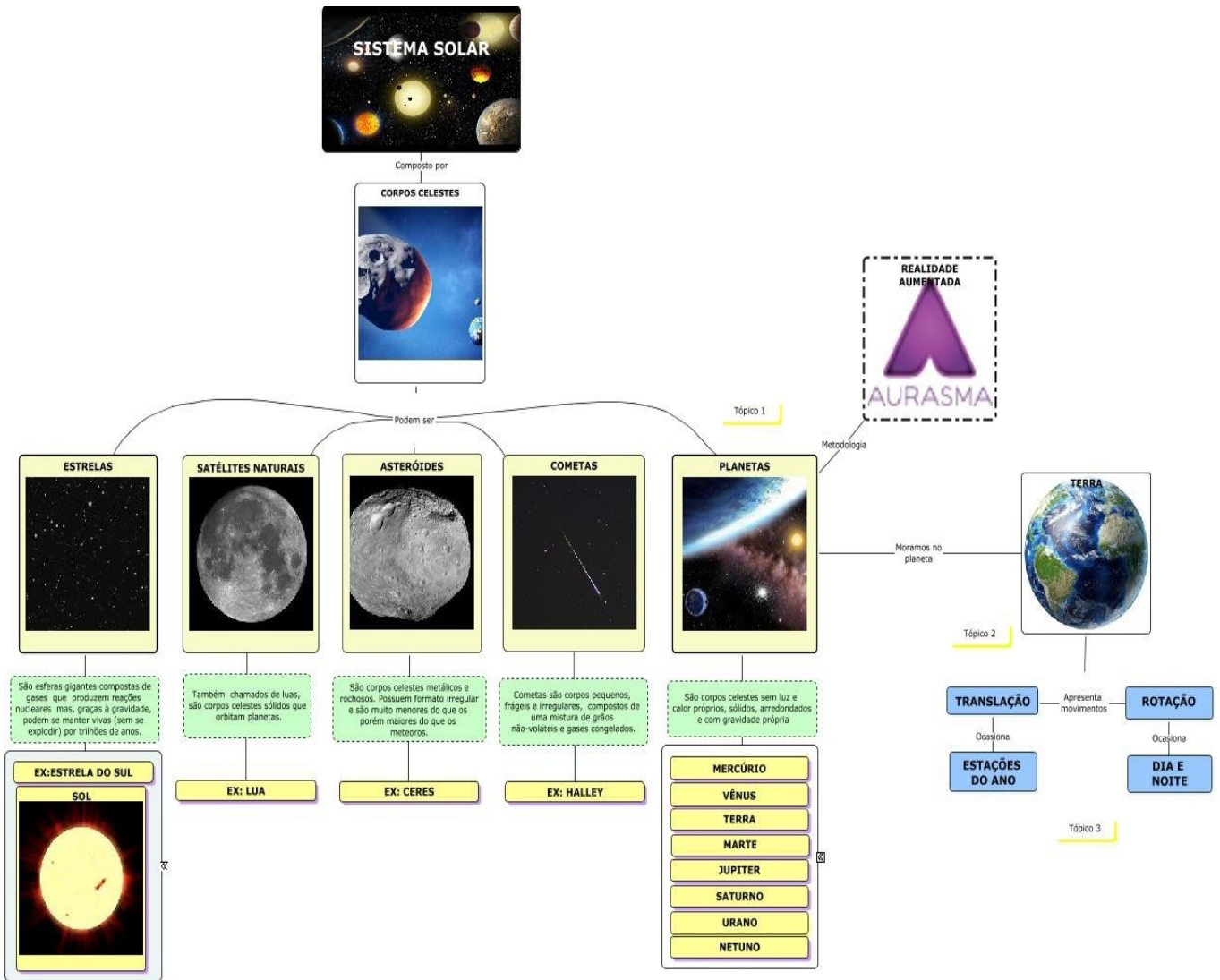
- **Macro Mapa – Astronomia**



Fonte: Mapa conceitual elaborado pela autora (2019).

• Macro Conceitual – Sistema Solar

Figura 5 - Mapa conceitual – Sistema Solar



Fonte: Mapa conceitual elaborado pela autora (2019).

4.3.2 Objetivos Instrucionais

Para a definição dos objetivos instrucionais, realizou-se o alinhamento entre Mapa Conceitual e Processos Cognitivos de acordo com a Taxonomia de Bloom Revisada (KRATHWOHL, 2002). Este alinhamento encontra-se nas tabelas 1 e 2.



Tabela 1 – Alinhamento entre o Mapa Conceitual de Astronomia e os objetivos instrucionais

<b>Tópico</b>	<b>Objetivos instrucionais</b>
T1: Astronomia	Introduzir uma visão geral sobre a concepção de Universo e do Sistema Solar.
T2: Corpos Celestes	Identificar os corpos celestes que pertencem ao Sistema Solar.
T3: Ferramentas astronômicas	Visualizar as ferramentas astronômicas e formas de utilização.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2019).

Tabela 2 – Alinhamento entre o Mapa Conceitual do Sistema Solar e objetivos instrucionais

<b>Tópico</b>	<b>Objetivos instrucionais</b>
T1: Sistema Solar e os planetas	<p>Introduzir uma visão geral sobre o Sistema Solar e sua constituição planetária.</p> <p>Identificar/empregar a linguagem científica (nomes, símbolos e representações) relativa aos planetas que compõem nossa galáxia.</p> <p>Criar as auras em Realidade Aumentada, os planetas e suas características principais.</p>
T2: Rotação e Translação	Entender os movimentos aparentes dos astros (Sol, Lua, planetas).
T3: Estações do ano	<p>Compreender as relações dos movimentos de rotação e translação com os fenômenos naturais das estações do ano.</p> <p>Comparar as estações do ano, a partir dos movimentos da Terra realizados em torno do Sol e em torno de si mesma, visualizando a diferença de clima para cada hemisfério.</p>

**Fonte:** Elaborado pela autora (2019)

### 4.3.3 Estratégias e procedimentos metodológicos das Oficinas

#### 1º encontro:

No início do primeiro encontro, foi explicado aos alunos sobre o desenvolvimento da Oficina, os objetivos do projeto e formas de interação com o aplicativo de Realidade Aumentada a ser utilizado.

Foi realizada uma sondagem prévia coletiva dos conceitos sobre o tema do projeto, conforme Quadro 2, sendo elaborada uma síntese inicial, com mediação da professora pesquisadora, para a consolidação das ideias obtidas com a turma.

No segundo momento, os alunos assistiram a dois vídeos que abordavam os conceitos centrais trabalhados no encontro, a saber:

- ASTRONOMIA estuda o universo por meio da observação com telescópios e de teorias da Física. Para o astrônomo, o céu é um laboratório onde processos físicos e teorias podem ser testados e comprovados. ABC da Astronomia. Disponível em: <https://api.tvescola.org.br/tve/video/abc-da-astronomia-astronomia>. Acesso em 23/06/2019. Duração: 07min47s.
- UNIVERSO e suas dimensões - TV Escola. Disponível em: <https://api.tvescola.org.br/tve/video/abc-da-astronomia-universo>. Acesso em 20/06/2016. Duração: 4min11s.

Após a introdução dos conceitos (Universo; Astronomia; astros) e apresentação dos vídeos direcionados, os alunos responderam à perguntas em grupo sobre o tema e elaboraram novas respostas.

Com mediação da pesquisadora, foi elaborada uma nova síntese coletiva sobre coincidências e divergências apresentadas, conforme quadro a seguir:

Quadro 3 – Quadro comparativo das respostas coletivas

O que são astros?	O que é astronomia?	O que é universo?	Pergunta direcionada
“ São os planetas e a lua.”	“ O que o astronauta estuda para ir ao espaço.”	“ O local onde fica o planeta Terra.”	<b>Síntese coletiva 1º momento</b>
“ São todos os corpos celestes presentes no espaço.”	“ Astronomia é a ciência que estuda tudo que existe no Universo.”	“ É tudo que existe no espaço, inclusive o planeta Terra.”	<b>Síntese coletiva 2º momento</b>
Identificação dos planetas como integrantes do grupo de corpos celeste	Compreensão de que se trata de uma ciência.	Identificação do planeta Terra inserido dentro do Universo.	<b>Coincidências</b>
Entendimento de que os astros não são somente Planetas e a lua.	Entendimento de que é uma ciência que pode ser aprendida ainda na escola.	Entendimento que não é um “ local” específico.	<b>Divergências</b>

Fonte: Síntese das respostas coletivas elaborada pela autora (2019).

Ao final deste momento, os alunos tiveram o primeiro contato

com o aplicativo

*Aurasma.*

## 2º encontro:

Foi realizada a apresentação do conteúdo expositivo aos alunos referente aos astros e suas características, conforme mostra a Figura 6 :

Figura 6 - Os astros e suas características

ASTRO		CARACTERÍSTICAS
Estrela		Astro que possui luz própria.
Planeta		Astro arredondado que gira em torno de uma estrela.
Satélite natural ou lua		Astro que gira em torno de um planeta.
Asteroide		Pequeno corpo do Sistema Solar, com formato irregular. A maioria deles tem tamanhos que variam entre 10 e 100 km.
Meteorito		Corpo rochoso, metálico ou rochoso-metálico que cai na superfície da Terra vindo do espaço. De seu atrito com a atmosfera, resulta um rastro de luz.
Cometa		Pequeno corpo do Sistema Solar formado por um núcleo sólido. Ao se aproximar do Sol, forma-se a cabeleira, nuvem de gás e poeira ao redor do núcleo, e a cauda.

Fonte: Os astros, Nilceia, F (2016).

Os alunos fizeram a leitura crítica do texto “O Universo”, de Olavo Bilac (Anexo 2) e foram direcionados a identificar os astros presentes no texto respondendo às perguntas:

- Qual tipo de astro vivemos?
- Qual o nome da estrela do nosso Sistema Solar que emite luz própria?
- Qual o nome do satélite natural do planeta Terra?

Após este momento, os alunos elaboraram, em grupo, a hipótese de como podemos fazer para visualizar os astros relacionados, identificando lunetas, telescópios, observatórios e imagens de satélites como ferramentas astronômicas.

Também foi realizada uma breve introdução sobre o funcionamento do aplicativo, na qual eles baixaram o *software* no celular e criaram o usuário e senha para *login*.

### 3º encontro:

Visita à exposição permanente da Trilha Astronômica - Museu Dica da Universidade Federal de Uberlândia, localizado no Parque da Gávea.

Os alunos conheceram, através de visita guiada, os planetas do Sistema Solar em escala real reduzida de tamanho e distância, além de suas características, como cor, largura e temperatura de cada um.

Figura 7: Conhecendo o Sol.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Figura 8 - Planeta Terra em escala real reduzida



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Figura 9 - Recebendo informações sobre Júpiter



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Ao final do passeio, os alunos foram orientados a escrever um texto contando sobre a visita, a parte mais significativa para cada um e fazer os desenhos dos planetas, conforme modelo nos Anexos B, C, D e E.

#### **4º encontro:**

Ao retomar o passeio realizado no encontro anterior, os alunos foram encorajados à pesquisar curiosidades sobre o Sistema Solar, de acordo com informações que ficaram pendentes do passeio à Trilha Astronômica (Anexo F). Nesta pesquisa, além das curiosidades, os alunos deveriam buscar características visuais de cada planeta, como coloração, tamanho, quantidade de anéis etc.

Em sala de aula, após o primeiro momento, os alunos conheceram o funcionamento do aplicativo e testaram a criação de auras autorais e figuras 3D, que estavam disponíveis.

Figura 10 - Criação das primeiras auras pelos alunos



Fonte: Acervo pessoal (2019).

#### **5º encontro:**

Para este encontro, os alunos elaboraram, individualmente, uma pesquisa prévia sobre os planetas, curiosidades e características. Além disso, foram ressaltados os movimentos que a Terra realiza, quais são, como ocorrem e suas durações.

Após a apresentação dos vídeos sobre o conteúdo relacionando às estações, eles foram divididos em grupos compostos por quatro pessoas para organizar uma breve dramatização (duração média de dois minutos) dos movimentos que a Terra realiza, como síntese dessa atividade.

A tarefa de criação do roteiro das auras foi iniciada com os mesmos grupos da atividade anterior, no qual os alunos, através da pesquisa prévia, determinaram as informações mais pertinentes para o trabalho, conforme exemplo no Anexo C.

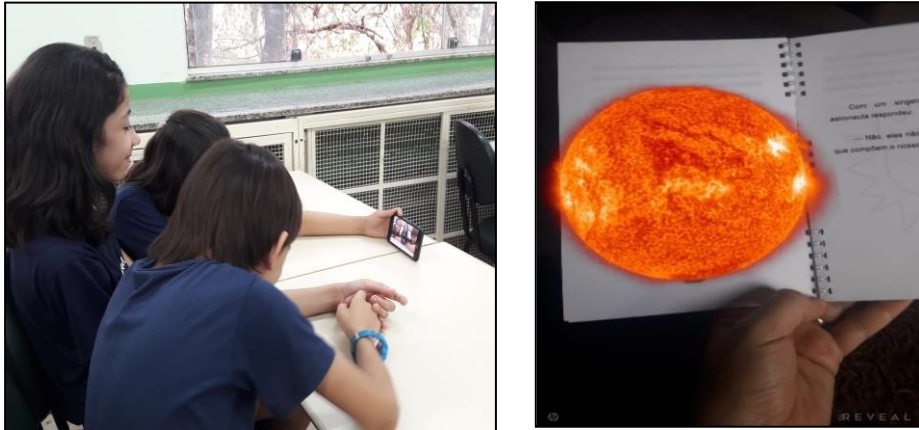
#### **6º encontro:**

Concluído os roteiros no encontro anterior, os alunos foram direcionados à biblioteca do colégio para a gravação coletiva das auras autorais com as informações mais relevantes sobre os planetas do Sistema Solar. Essa atividade foi realizada exclusivamente por eles, sob orientação da professora pesquisadora.

Os textos das sínteses individuais realizados no 3º encontro, serviram de aporte para a estrutura do texto coletivo escrito pelos alunos. A produção realizada em sala, mediada pela pesquisadora, foi utilizada como texto-base e, posteriormente, para confecção do livro físico.



Figuras 11 e 12 - Criação e gravação das primeiras auras autorais



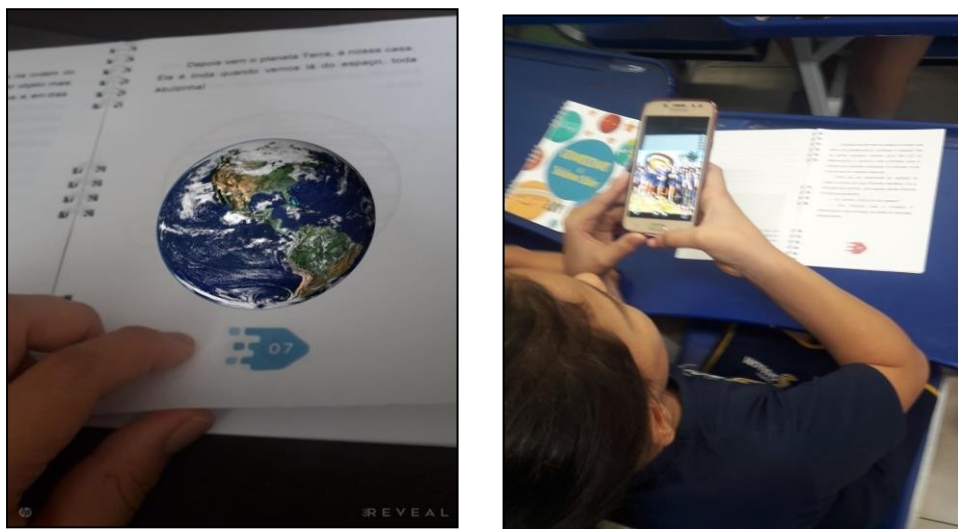
Fonte: Acervo pessoal (2019)

### 7º encontro:

O aplicativo de Realidade Aumentada pode apresentar marcadores fidedignos impressos, em especial animações e simulações, que permitem uma experiência próxima ao real.

Para este encontro, os alunos foram orientados a inserir nos marcadores impressos nos livros as auras criadas de forma autoral e objetos de aprendizagem disponíveis previamente na biblioteca do dispositivo, de acordo com critérios do grupo estabelecidos a partir do conteúdo estudado.

Figura 13 e 14 - Inserção das auras nos marcadores impressos



Fonte: Acervo pessoal (2019).



Figura 15 - Inserção das auras nos marcadores impressos



Fonte: Acervo pessoal (2019).

### 8º encontro:

Avaliação das atividades realizada através da rubrica e entrevista realizada pelo *Google Forms* no laboratório de informática do Colégio.

O desenvolvimento da Oficina pode ser sintetizado no quadro a seguir.

Quadro 4 – Desenvolvimento da Oficina

1º encontro – 09/08/2019	
Tema: Introdução	
<b>Objetivos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar conhecimentos prévios dos alunos sobre Astronomia;</li> <li>2. Apresentar o funcionamento do <i>software</i> de Realidade Aumentada <i>Aurasma</i>.</li> </ol>
<b>Estratégias e procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sondagem oral dos conhecimentos prévios dos alunos, leitura compartilhada do texto “Conhecendo o Universo”, de Olavo Bilac, e análise de imagens sobre o Universo para explorar as interpretações dos alunos;</li> <li>• Apresentação de vídeos sobre Astronomia e Universo e roda de conversa sobre os pontos mais importantes levantados pelos alunos;</li> <li>• Apresentação do <i>software Aurasma</i> e introdução sobre seu funcionamento.</li> </ul>
2º encontro – 16/08/2019	
Tema: Os astros	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caracterizar e reconhecer os astros que compõem o Sistema Solar, diferenciando os iluminados e luminosos;</li> <li>2. Reconhecer os instrumentos que utilizamos para ver o céu;</li> <li>3. Criar conta e acesso ao aplicativo.</li> </ol>
<b>Estratégias e procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva caracterizando e identificando os corpos iluminados e luminosos;</li> <li>• Pesquisa e apresentação em grupo com exemplos de imagens de astros para os alunos fazerem comparação entre elas;</li> <li>• <i>Download</i> do aplicativo e criação de <i>login</i>.</li> </ul>

<b>3º encontro – 23/08/2019</b>	
<b>Tema: Os planetas do Sistema Solar I</b>	
<b>Objetivo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conhecer, comparar e diferenciar os planetas, suas características de tamanho, cor, composição, distanciamento e nomenclatura.</li> <li>2. Visitar o Museu DICA.</li> </ol>
<b>Estratégias e procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura prévia em sala de aula do texto “O Sistema Solar”;</li> <li>• Visita ao Museu DICA (Diversão com Ciências e Artes), da Universidade Federal de Uberlândia;</li> <li>• Atividade para casa: Resumo do passeio com as partes mais significativas para o aluno.</li> </ul>
<b>4º encontro – 30/08/2019</b>	
<b>Tema: Os planetas do Sistema Solar I</b>	
<b>Objetivos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relatar os resultados das observações e sintetizar o conteúdo sobre os planetas do Sistema Solar;</li> <li>2. Criar as primeiras auras em caráter de teste.</li> </ol>
<b>Estratégias e procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por meio de perguntas, criar uma conexão entre a estrutura cognitiva e os conceitos principais do texto lido no encontro anterior;</li> <li>• Leitura coletiva das sínteses e construção de um texto sintetizando a compreensão dos alunos a respeito dos planetas;</li> <li>• Elaboração das primeiras auras autorais pelos alunos por meio da biblioteca do dispositivo.</li> </ul>
<b>5º encontro – 05/09/2019</b>	
<b>Tema: A Terra se move</b>	
<b>Objetivos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compreender os movimentos que a Terra realiza em torno de si mesma e em torno do Sol, aplicando as relações dos movimentos de rotação e translação com os fenômenos naturais das estações do ano na Terra.</li> <li>2. Criar, coletivamente, texto sobre o Sistema Solar;</li> <li>3. Elaboração das auras em grupo.</li> </ol>
<b>Estratégias e procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa prévia individual sobre os movimentos da Terra e atividade direcionada com roteiro de perguntas;</li> <li>• Explicação sobre os movimentos de rotação e translação com apresentação dos vídeos sobre o conteúdo relacionando às estações do ano sintetizando, com dramatização, os movimentos que a Terra realiza.</li> <li>• Atividade em grupo para criação do roteiro sobre as auras que serão gravadas pelos alunos.</li> </ul>
<b>6º encontro – 13/09/2019</b>	
<b>Tema: Planejamento do Livro com Realidade Aumentada – Parte I</b>	
<b>Objetivos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gravar as auras autorais;</li> <li>2. Finalizar o texto coletivo sobre o Sistema Solar, fechando o conteúdo estudado.</li> </ol>
<b>Estratégias e procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravação das auras de acordo com o roteiro construído no encontro anterior.</li> <li>• Finalização do texto coletivo sobre o Sistema Solar com a escolha das imagens que irão compor cada página do livro</li> </ul>

<b>7º encontro – 20/09/2019</b>	
<b>Tema: Planejamento do Livro com Realidade Aumentada – Parte II</b>	
<b>Objetivos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizar o material produzido durante a confecção do livro;</li> <li>2. Identificar e combinar os recursos de Realidade Aumentada com os marcadores fixos.</li> </ol>
<b>Estratégias e procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserção das auras autorais e objetos 3D nos marcadores do livro.</li> </ul>
<b>8º encontro – 30/09/2019</b>	
<b>Tema: Encerramento</b>	
<b>Objetivos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apresentar o livro impresso construído pelos alunos;</li> <li>2. Avaliar o processo e os resultados da Oficina com base no aprendizado individual e coletivo.</li> </ol>
<b>Estratégias e procedimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do livro impresso e visualização das auras em Realidade Aumentada;</li> <li>• Avaliação individual e coletiva sobre os resultados da Oficina.</li> </ul>

Fonte: Elaborada pela autora (2019)

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresenta-se uma análise da percepção dos alunos em relação à contribuição da Realidade Aumentada na aprendizagem de conceitos abstratos do conteúdo “Sistema Solar” no Ensino Fundamental I. Para atingir este objetivo, alinou-se as características da Realidade Aumentada e processos cognitivos (Tabela 3), objetivos instrucionais (Tabelas 1 e 2), questionários (Anexos G e H), observações da pesquisadora e análise dos conteúdos dos textos produzidos pelos alunos.

A tabela 3 representa este alinhamento para a elaboração das questões abertas respondidas coletivamente pelos estudantes.

Tabela 3 – Tabela de contribuição da Realidade Aumentada

<b>CARACTERÍSTICAS DE REALIDADE AUMENTADA</b>		
<b>PROCESSOS COGNITIVOS</b>	<b>OBJETIVOS INSTRUCIONAIS</b>	<b>QUESTÃO PARA OS ALUNOS</b>
<b>IMERSÃO</b>		
<p>Experiência de ser transportado para um lugar simulado, que resulta na sensação de ser cercado por uma realidade completamente diferente.</p> <p>Junção de recursos sensoriais para uma experiência de aprendizagem próxima ao real, aplicando-se aos sentidos como audição, visão e tato, para uma exploração de situações que seriam perigosas em um ambiente real.</p>	<p>T1: Astronomia (Introduzir uma visão geral sobre a concepção de Universo e do Sistema Solar).</p> <p>T2: Corpos Celestes (Identificar os corpos celestes que pertencem ao Sistema Solar).</p>	<p>Vocês viajaram pelo Universo através do uso do aplicativo em Realidade Aumentada, conheceram planetas, astros, galáxia e estrelas?</p> <p>Como foi interagir com os objetos que são abstratos e que, na nossa realidade, nunca teríamos contato com eles de forma concreta?</p> <p>Eles pareciam reais? Qual foi a sensação?</p>

<b>MODELAGEM 3D</b>		
<p>Representação do imaginário humano, antes restrito a representações estáticas, como um desenho ou uma descrição verbal.</p> <p>Visualização de figuras complexas para facilitar a compreensão de conceitos abstratos e fenômenos invisíveis.</p>	<p>T1: Sistema Solar e os planetas (Introduzir uma visão geral sobre o Sistema Solar e sua constituição planetária). Identificar/empregar a linguagem científica (nomes, símbolos e representações) relativa aos planetas que compõem nossa galáxia.</p> <p>T2: Rotação e Translação (Entender os movimentos aparentes dos astros Sol, Lua e planetas).</p> <p>T3: Estações do ano (Compreender as relações dos movimentos de rotação e translação com os fenômenos naturais das estações do ano.)</p>	<p>Ao explorar os planetas através do aplicativo em Realidade Aumentada foi mais fácil compreender suas características, (forma, composição, tamanho, cor e largura)?</p> <p>Quais são os exemplos?</p> <p>Como podemos comparar os planetas? Expliquem como a RA ajudou a entender as estações do ano e os movimentos da Terra.</p> <p>A aprendizagem do conteúdo e a identificação das características dos planetas do Sistema Solar foi mais motivador com o uso de objetos em 3D do que apenas com os textos e imagens em 2D?</p> <p>Qual a diferença ao visualizar os movimentos aparentes dos astros em uma realidade simulada?</p> <p>Alguém já foi num observatório?</p>
<b>MOTIVAÇÃO</b>		
<p>Engajamento e potencial aumento do interesse e motivação dos alunos no aprendizado, resultando no desenvolvimento de novas habilidades e ganho de conhecimento mais preciso.</p>	<p>Objetivo amplo</p>	<p>A realidade aumentada contribui para aumentar o seu interesse quanto ao conteúdo abstrato?</p> <p>O que foi mais importante nesse aprendizado?</p>
<b>ENSINO FLEXÍVEL</b>		
<p>Acesso ao material de estudo quando o aluno sentir necessidade, possibilitando um modo de educação mais flexível, que se adapta às necessidades e ritmos de cada um.</p>	<p>Metacognição (aprender a aprender).</p>	<p>Como se sentiu ao poder ter acesso ao conteúdo de forma ativa e poder manipular a informação no seu tempo, de acordo com sua vontade?</p>

<b>INTERATIVIDADE EM TEMPO REAL</b>		
Executa, interativamente, os objetos virtuais em tempo real, seja entre o usuário e o ambiente virtual ou de vários usuários entre si;	T1: Sistema Solar e os planetas (Criar as auras em Realidade Aumentada, os planetas e suas características principais.)	Ao criar as auras e objetos virtuais para inserção no livro, foi possível interagir com um universo totalmente fora do seu alcance? Você se sentiu como se estivesse realmente no espaço?
<b>COOPERAÇÃO</b>		
Proporciona maior colaboração entre estudantes e permite que vários usuários possam interagir e cooperar entre si.	Princípio construtivista da coordenação de pontos de vista, do desenvolvimento da linguagem e do pensamento formal e colaboração entre os pares.	Através da rede do aplicativo, era possível se conectar com os outros colegas e visualizar as auras e objetos que eles compartilharam em tempo real?  Essa possibilidade foi favorável para aumentar a interação e, conseqüentemente, a melhor compreensão do conteúdo?  Em quais atividades da Oficina você percebeu a colaboração com o colega e como isso aconteceu?  Como foi a sua relação com o conteúdo e com os colegas no desenvolvimento das atividades?
<b>AUTENTICIDADE</b>		
Promove um ambiente de aprendizado autêntico, adequado a vários estilos de aprendizagem.  Estimula a participação ativa do indivíduo e os dados podem ter diferentes formas para cada espectador, de acordo com suas necessidades e interesses.	Princípio construtivista,	Na sua opinião, a Oficina possibilitou ter mais vontade de aprender sobre o Sistema Solar?  Já havia aprendido este conteúdo anteriormente? Se sim, como ocorreu?  Quais as diferenças?

Fonte: Elaborada pela autora (2019)

- **Imersão**

O processo cognitivo relacionado à imersão em RA possibilitou ao aluno se sentir como se estivesse em um outro espaço, permitindo percepções que não seriam possíveis na vida real.

Através de respostas coletivas, entrevistas e observação em sala, notou-se que os estudantes se sentiram transportados a uma realidade completamente diferente e tiveram a sensação de estar em outra dimensão, conforme relato abaixo:

“Foi muito legal que a gente sentia como se estivesse no espaço, além de ver coisas que antes só dava para ver com o telescópio a gente podia mexer nele, aumentar e diminuir e assim aprender mais de acordo com o que a gente queria ver” (resposta dos alunos à entrevista coletiva).

A presença de recursos sensoriais proporcionou a eles a vivência dessa experiência de forma mais real. O fato de se sentir em outra realidade auxiliou na reelaboração de novos conhecimentos a partir de conceitos já conhecidos.

“Um exemplo é que antes eu sempre pensei que os planetas tinham a superfície bem lisinha e depois de mexer com o aplicativo eu pude perceber que na verdade eles não são assim como eu pensava, uns são rochosos, outros têm buracos, diferente de como eu tinha aprendido que era” (resposta dos alunos à entrevista coletiva).

“Descobri que são quatro e não apenas um dos planetas que tem anéis em volta e esses anéis são feitos de pedras e areias e esses anéis não são perfeitos” (texto autoral produzido pelo aluno S.K.).

“Tipo as coisas que eu vi eram muito realistas, como se eu tivesse no espaço” (resposta individual à entrevista da aluna L.F.).

Constatou-se, portanto, que existem indicadores de que a imersão em RA contribuiu para que os alunos identificassem os corpos celestes, estimulando a aprendizagem de conceitos abstratos.

- **Modelagem 3D**

Essa categoria diz respeito aos objetos virtuais (auras e figuras 3D), que permitem, através da visualização e manipulação, que os alunos tenham uma compreensão mais aproximada de uma realidade que, anteriormente, pertencia apenas ao campo da imaginação.

Objetos virtuais, como planetas, astros (luminosos e iluminados), galáxia e movimentos da Terra foram disponibilizados para que o aluno pudesse criar, visualizar e manipular, com o intuito de compreender, com mais clareza, a constituição do Sistema Solar e suas representações, como o movimento de rotação.

Ao introduzir as auras e os objetos virtuais relacionados ao Sistema Solar, verificou-se que os alunos tiveram maior interesse e curiosidade pelo assunto, indo além do esperado, comparando esses objetos com figuras em 2D encontradas em livros didáticos. Foi possível observar a aprendizagem de conceitos abstratos e fenômenos invisíveis a partir de uma representação muito próxima ao real de algo até então só acessível através de livros didáticos.

“Com o aplicativo conseguimos aumentar e ver como se estivéssemos no espaço, dá para comparar os tamanhos por causa da largura, ver mais de perto o olho de Júpiter que tínhamos aprendido no conteúdo e perceber que, por exemplo, o anel de Saturno não é tão retinho e certinho como tem nas fotos, ele é feito de poeira e rochas” (resposta dos alunos à entrevista coletiva).

“No aplicativo consegui entender melhor por causa da forma e o tamanho das imagens, no livro elas são muito pequenas, no aplicativo eu consigo aumentar e ver melhor o que eu quero”. (resposta individual à entrevista; aluna H.S.).

“Eu achei que parecia muito real, mais real do que nos livros porque tinha forma e detalhes que não dá nos livros” (resposta individual à entrevista da aluna H.S.).

O uso de objetos 3D aguçou a curiosidade dos alunos quanto às características dos planetas, de modo que eles puderam explorar e vivenciar uma experiência que permitiu que eles compreendessem, em nível macro, não apenas a representação, mas também a constituição e os aspectos específicos dos corpos celestes.

- **Motivação**

Essa categoria foi muito enfatizada pelos alunos no decorrer de toda a oficina. A motivação foi observada por intermédio do engajamento e interesse dos alunos quanto ao aprendizado do conteúdo que foi proposto.

“Antes eu não tinha vontade de aprender esse conteúdo, mas depois de mexer com esse aplicativo de realidade aumentada no celular, criar as auras e compartilhar com meus amigos eu não via a hora de chegar sexta para começar a oficina” (resposta dos alunos à entrevista coletiva).

No decorrer dos encontros, eles se mantiveram animados e com grandes expectativas para as etapas seguintes. O fato de utilizar o aplicativo em um aparelho celular foi um gatilho importante, pois esse objeto faz parte da realidade cotidiana dos estudantes, contudo não é utilizado de forma pedagógica para favorecer a aprendizagem do conteúdo em sala de aula.



“Gostamos muito de mexer no celular e a gente nunca pode trazer ele para a escola, isso já nos deixou bem mais empolgados para conhecer os planetas e aprender o conteúdo” (resposta dos alunos à entrevista coletiva).

A junção do conteúdo com a RA em um dispositivo móvel foi um excelente fator de engajamento em sala. Além disso, seu uso se demonstrou eficaz através de nítida observação do rendimento e da participação dos alunos nas atividades propostas.

- **Ensino flexível**

Essa categoria aborda a possibilidade de manipulação do objeto de estudo, tendo em vista a necessidade e a vontade do aluno. Ela está intrinsecamente ligada à autonomia e ao princípio construtivista de autenticidade, que estimula a participação ativa, o interesse de cada indivíduo e sua capacidade de intervir na realidade.

“Foi muito interessante porque a gente podia ir naquilo que tinha mais curiosidade para aprender” (resposta dos alunos à entrevista coletiva).

De maneira ativa, os alunos desenvolveram a autonomia ao buscar entender não apenas aquilo que precisava ser estudado, mas também ao estudar o que já era de seu interesse, ou seja, ao buscar novos conhecimentos e compreender melhor o que já possuíam, assumindo o protagonismo do próprio aprendizado.

- **Interatividade em tempo real**

A interatividade em tempo real é uma característica-chave dentro do conceito de RA, pois permite que haja uma relação direta entre os objetos virtuais presentes na aplicação com o ambiente real, nesse caso, vivenciado pelo aluno. No contexto real, é impossível que os alunos tenham a experiência de viajar pelo espaço. No entanto, com o uso da RA, foi possível realizar uma experiência próxima a essa.

“Foi uma experiência diferente e a gente sentia como se estivesse no espaço com as auras dos planetas, mas sem o perigo de viajar em um foguete. Era muito realista estar no espaço e no planeta Terra ao mesmo tempo” (resposta dos alunos à entrevista coletiva).

De acordo com a percepção e a resposta dos alunos, é possível constatar que esse elemento foi crucial, já que tornou concretos conceitos que não são possíveis de se observar em situações reais (Sistema Solar).

- **Cooperação**

O processo cognitivo relacionado à cooperação está relacionado ao pensamento formal e à colaboração entre os alunos. Durante o desenvolvimento da oficina, os momentos que contavam com a utilização da RA foram, sem dúvida, aqueles em que os alunos mais cooperaram uns com os outros, pois trocaram ideias, discutiram sobre o melhor objeto virtual para cada parte específica do texto e contaram com a opinião dos demais para encontrar o melhor argumento.

“De todas as atividades da oficina a que teve mais cooperação com os colegas foi a que usamos a realidade aumentada porque aprendemos uns com os outros” (resposta dos alunos à entrevista coletiva).

De forma não competitiva, eles se aprofundaram no tema da oficina e compartilharam seus conhecimentos por intermédio das auras autorais confeccionadas em sala de aula.

“A gente se ajudava e o que um achava interessante compartilhava com o outro, pesquisava junto e o mais legal era poder mostrar o que cada um aprendeu sem sair do lugar, só usando a realidade aumentada. Foi o mais divertido, quem tinha dificuldade aprendia com o outro e ficou mais fácil entender o conteúdo” (resposta dos alunos à entrevista coletiva).

Constatou-se, portanto, que o uso do aplicativo valorizou ainda mais o processo de colaboração e interação entre os estudantes.

- **Autenticidade**

Essa categoria confere como característica a possibilidade de promover um aprendizado mais autêntico e adequado a cada estilo de aprendizagem, estimulando a participação ativa do aluno de acordo com suas necessidades e interesses.

As emoções importam tanto quanto o raciocínio; uma pergunta feita aos alunos foi se já haviam visto o conteúdo em questão anteriormente e, caso positivo, como eles haviam se sentido nesse processo.

“Eu já tinha aprendido sobre o conteúdo ano passado na outra escola que eu estudei, mas foi muito mais empolgante e ficou mais marcado agora com a oficina porque a gente não recebeu só informação pronta,

a gente criou coisas a partir do que a gente aprendeu e isso foi demais”  
(resposta dos alunos à entrevista coletiva).

Como constatado, a possibilidade de ser protagonista, de coletar, de conectar e de compartilhar permitiu novas estratégias para gerenciar a aprendizagem e garantir a assimilação de conhecimentos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realidade aumentada (RA) apresenta-se como uma ferramenta inovadora ao promover a integração de objetos virtuais ao ambiente real. Além disso, ela pode contribuir com ambientes pedagógicos enriquecendo os materiais didáticos para que estimulem a percepção e auxiliem na compreensão de conceitos e fenômenos.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo identificar algumas categorias da RA que possivelmente possam ser aplicadas em sala de aula com a finalidade de contribuir para a aprendizagem de conteúdos que não permitam uma interação real.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi realizada uma oficina em uma escola privada com a participação de 25 estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental I. As atividades foram estruturadas com foco na aprendizagem conceitual do “Sistema Solar”. Inicialmente, foi propiciada aos alunos uma visão geral sobre esse sistema, e em seguida eles tiveram instruções para acessar o aplicativo de RA *Aurasma* e fazer uso dele. Após essa etapa, participaram de uma visita guiada ao Museu Dica para conhecerem os planetas e suas principais características. Foram então estimulados a confeccionar uma síntese individual do que aprenderam, o que, mais tarde, subsidiou a escrita coletiva da história “Conhecendo o Sistema Solar”, que culminou em um livro autoral do grupo. Através da manipulação do aplicativo, os alunos produziram vídeos autorais (auras), vivenciando as potencialidades da interface integrada ao conteúdo.

Para aplicar a RA, utilizou-se a ferramenta *Aurasma*, conforme já dito, disponível para *download* gratuito na internet, compatível com sistema operacional IOS ou Android. A proposta de adaptar uma interface já existente foi desafiadora, apresentando vantagens relacionadas à sua simplicidade de uso, à acessibilidade, ao baixo custo e ao seu ótimo desempenho. Houve também a possibilidade de criação das auras autorais, ampliando a gama de conteúdo estudado dentro do universo escolar. Contudo o aplicativo apresenta importante limitação, em virtude da necessidade da internet para o seu funcionamento.

Neste estudo, priorizou-se a pesquisa participativa qualitativa com o objetivo de analisar se as características de RA – imersão, modelagem, motivação, interatividade, cooperação, flexibilidade e autenticidade – podem ser indicadores de sua contribuição para a aprendizagem de conceitos abstratos no Ensino Fundamental. A coleta de dados foi realizada por meio da observação direta, de textos autorais, entrevistas individuais e questionário coletivo.

Com os resultados obtidos através desses instrumentos, foi possível constatar que o uso de um dispositivo móvel em sala de aula impulsionou a motivação, o interesse e o desempenho dos alunos para a compreensão do conteúdo. Os objetos virtuais e as auras permitiram a eles a possibilidade de imersão e sensação próximas ao real, favorecendo o processo de aprendizagem e compreensão de conceitos abstratos relacionados ao Sistema Solar com apoio da tecnologia digital.

Um fator desafiador identificado durante a oficina foi a limitação do tempo destinado às atividades relacionadas ao uso do aplicativo, pois os alunos ficavam mais agitados e conseqüentemente tinham maior dificuldade de ouvir e seguir as instruções, demandando atenção individualizada e comprometendo o cronograma estipulado.

Entretanto, espera-se que este projeto possa ser útil não apenas aos conteúdos relacionados às Ciências, mas às outras disciplinas e a toda a comunidade educacional com vistas a tornar o ensino mais significativo com o apoio das tecnologias digitais dentro e fora de sala de aula, adaptando-as de acordo com a necessidade de cada situação.

Assim, como possibilidade de trabalho futuro sugere-se uma pesquisa mais aprofundada para mensurar as contribuições da Realidade Aumentada na aprendizagem conceitual, além da criação de nova base de dados ampliando a extensão do universo das categorias de análise.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**, Lisboa: Editora Plátano, 2003.

AZUMA, R. **Um levantamento da realidade aumentada**. *Presença Teleoperadores Vir Env* 6 (4): 355–388, 1997.

BRASIL, 2017. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Linha do Tempo. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/linha-dotempo>. Acesso em: 25 jan. 2019.

CAWOOD; S.; FIALA, M. 2007. **Augmented Reality – A practical guide**. Raleigh, Pragmatic Bookshelf, p.03

CARDOSO, A.; LAMOUNIER JÚNIOR, E. A.; KIRNER, C.; KELNER, J. Conceitos de Realidade Virtual e Aumentada. In: CARDOSO, A.; KIRNER, C.; LAMOUNIER JÚNIOR, E.; KELNER, J. (Org.). **Tecnologias para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada**. 1ed. Recife: EDUFPE, 2007, v. 1.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 2006.

FILHO, K. S. O.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

FLORES, M.A. **Educação mediada pelas tecnologias da informação e comunicação**. Editora Senac, 2018.

FONSECA, A. Aprendizagem, mobilidade e convergência: Mobile Learning com Celulares e Smartphones. **Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Mídia e Cotidiano**, Artigos Seção Livre, n. 2, p. 163-181, jun. 2013. DOI: <https://doi.org/10.22409/ppgmc.v2i2.9685>

FORTE, C. E. **Software educacional Potencializado com Realidade Aumentada para o Uso da Físico e Matemática**. Dissertação de mestrado. Departamento de Ciências da Computação. Universidade Metodista de Piracicaba, (UNIMEP), 2009.

FRACCHIA, C.; ALONSO DE ARMINO, A.; MARTINS, A. Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. **Rev. iberoam. tecnol. educ. tecnol.**, La Plata, n. 16, p. 7-15, dic. 2015 . Disponível em <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-99592015000200002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592015000200002&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em 06 maio de 2019.

JONASSEN, D. **O uso das novas tecnologias na educação a distância e a aprendizagem construtivista**. Em aberto, Brasília, vol.16, n.70, abr./jun.,1996.

\_\_\_\_\_. **Computadores, Ferramentas Cognitivas: desenvolvendo o pensamento crítico nas escolas.** Porto-Portugal: Porto Editora. Coleção Ciências da Educação Século XXI, nº 23, 2007.

KRATHWOHL, David R. **A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview.** *Theory Into Practice*, Columbus, v. 41, n. 4, Autumn 2002, p. 212-218. DOI: [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2)

KELNER J. e TEICHRIEB, V. **Técnicas de interação para ambientes de realidade virtual e aumentada.** *Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações*, p. 53, 2008.

KERAWALLA, L.; LUCKIN, R.; SELJEFLOT, S.; WOOLARD, A. "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. **Virtual Reality**, v. 10, n. 3-4, p. 163-174, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In: RIBEIRO, M.W de S.; ZORZAL, E. R., *Realidade Virtual e Realidade Aumentada: Aplicações e Tendências. XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality.* Uberlândia. EDS 2011

KIRNER, T.; REZENDE JÚNIOR, M.; SOUZA, R. (2012). Realidade Aumentada Online na Educação Aberta. In: Okada, A. (Ed.) (2012) *Open Educational Resources and Social Networks: Co-Learning and Professional Development.* London: Scholio Educational Research & Publishing. Sociedade Brasileira de Computação – SBC, 2012  
<http://ideb.inep.gov.br/resultado/> Acessado em 04 mar. de 2019.

LIAO, K.; LEE, W. **A novel user authentication scheme based on QR Code.** *Journal of networks*, 5(8), 2010. DOI: <https://doi.org/10.4304/jnw.5.8.937-941>

MATSURA, S. Ensino de ciências no Brasil está entre os piores do mundo: A maioria dos estudantes se forma no ensino médio sem conhecimentos básicos, 2016. **O globo.** Disponível em:  
<https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/ensino-de-ciencias-no-brasil-esta-entre-os-piores-do-mundo-20596414>. Acesso em 12/01/2019

MAYER, R. E. Rote Versus Meaningful Learning. **Theory Into Practice**, Columbus, v. 41, n. 4, p. 226-232, Autumn 2002. DOI: [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104\\_4](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_4)

MORAES, R. É possível ser construtivista no ensino de Ciências? In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. p.103-129.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa.** Brasília. Editora: Universidade de Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. **Multimedia Learning: Second Edition.** University of California: Santa Barbara, 2009.

MURRAY, J. **Hamlet on the Holodeck.** The Future of Narrative in Cyberspace. New York, NY: The Free Press, 1997.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PARENTE, André. **Cibercidade**. 1997. Disponível em: <[www.visgraf.impa.br/visorama/WEBingles/papers/cibercidade.pdf](http://www.visgraf.impa.br/visorama/WEBingles/papers/cibercidade.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2009

SANTOS, M. A. I. dos. **Utilização de Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Software Educacional**: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia. 2016. 108 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2016.

SOUZA, R. C.; KIRNER, C. **Livro Pop up com Realidade Aumentada**. 2012. Disponível em: <http://ckirner.com/raonline/livropopup>. Acesso em 10 abr. de 2019.

TOSSATO, C. R. **A importância dos instrumentos astronômicos de Tycho Brahe para a astronomia**. Disponível em <http://www.uesc.br/eventos/ivseminariohfc/resumos/aimportanciadosinstrumentos.pdf> Acesso em 02 maio de 2019.

WINN, M.A **Conceptual Basic for Educational Applications of Virtual Reality**. HILT Techinal Report. Human Interface Tecnology Laboraty, University of Washington, 1993

WU, H.-K. et al. **Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education**. *Computers & Education*, Elsevier Ltd, v. 62, p. 41–49, mar. 2013. ISSN 03601315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>

YAM, P. **Surreal Science** - Virtual reality finds a place in the classroom, *Scientific American*, 268, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0293-103>

YEE, N. **A Model of Player Motivations** . The Daedalus Project, 07 jan. 2010 2005. Disponível em:<<http://www.nickyee.com/daedalus/archives/print/001298.php>>. Acesso em: 07 jan. 2019

ZORZAL, E. (org.) “**Livro do pré-simpósio, XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality**”. Uberlândia - MG, Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Uberlândia-MG, 2011.



**ANEXO A – Texto trabalhado no 2º encontro**

Olavo Bilac

**O Universo**

(Paráfrase)

A Lua:

Sou um pequeno mundo;  
Movo-me, rolo e danço  
Por este céu profundo;  
Por sorte Deus me deu  
Mover-me sem descanso,  
Em torno de outro mundo,  
Que inda é maior do que eu.

A Terra:

Eu sou esse outro mundo;  
A lua me acompanha,  
Por este céu profundo . . .  
Mas é destino meu  
Rolar, assim tamanha,  
Em torno de outro mundo,  
Que inda é maior do que eu.

O Sol:

Eu sou esse outro mundo,  
Eu sou o sol ardente!  
Dou luz ao céu profundo . . .  
Porém, sou um pigmeu,  
Quer rolo eternamente  
Em torno de outro mundo,  
Que inda é maior do que eu.

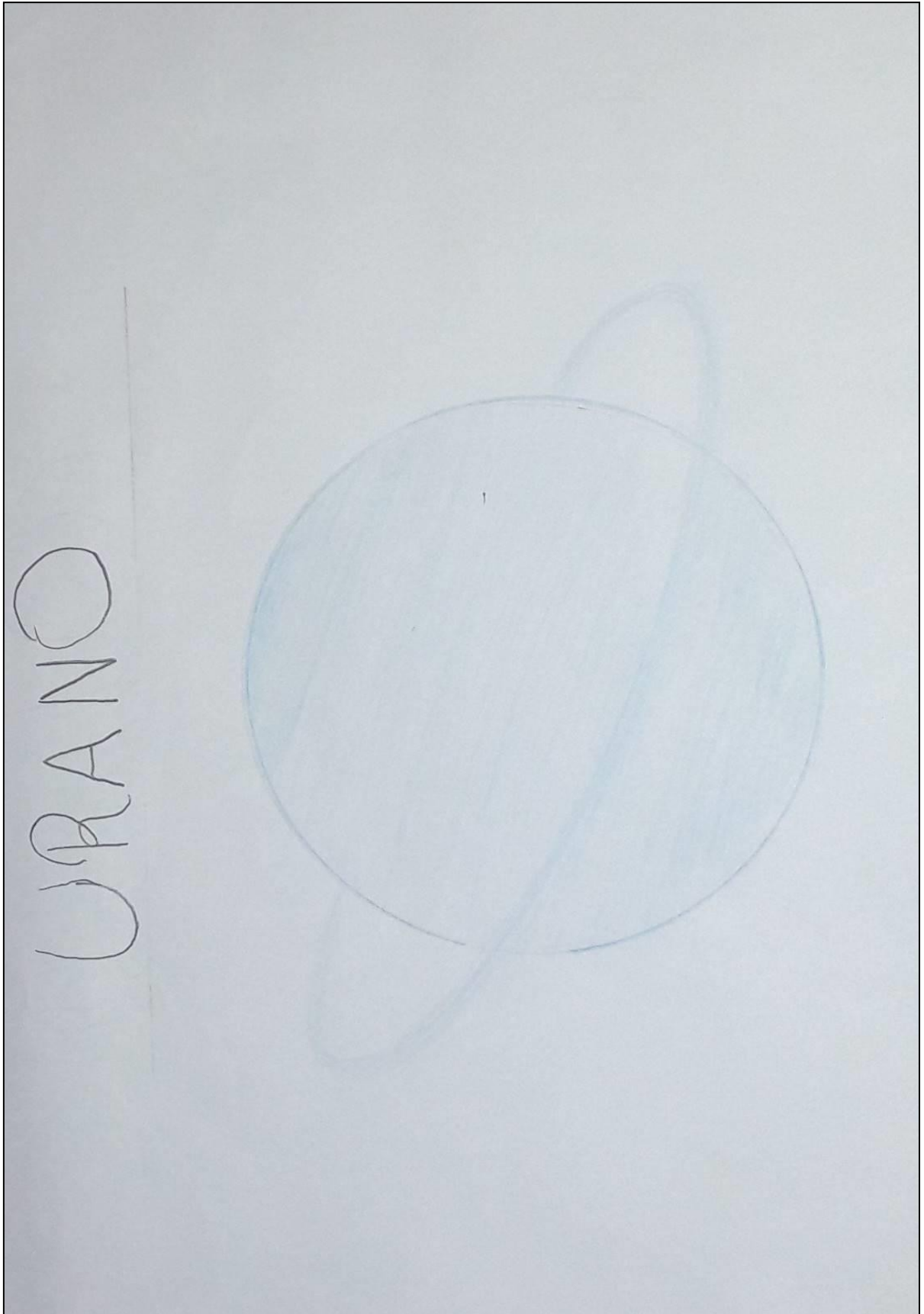
O Homem:

Por que, no céu profundo,  
Não há-de parar mais  
O vosso movimento?  
Astros! qual é o mundo,  
Em torno ao qual rodais  
Por esse firmamento?

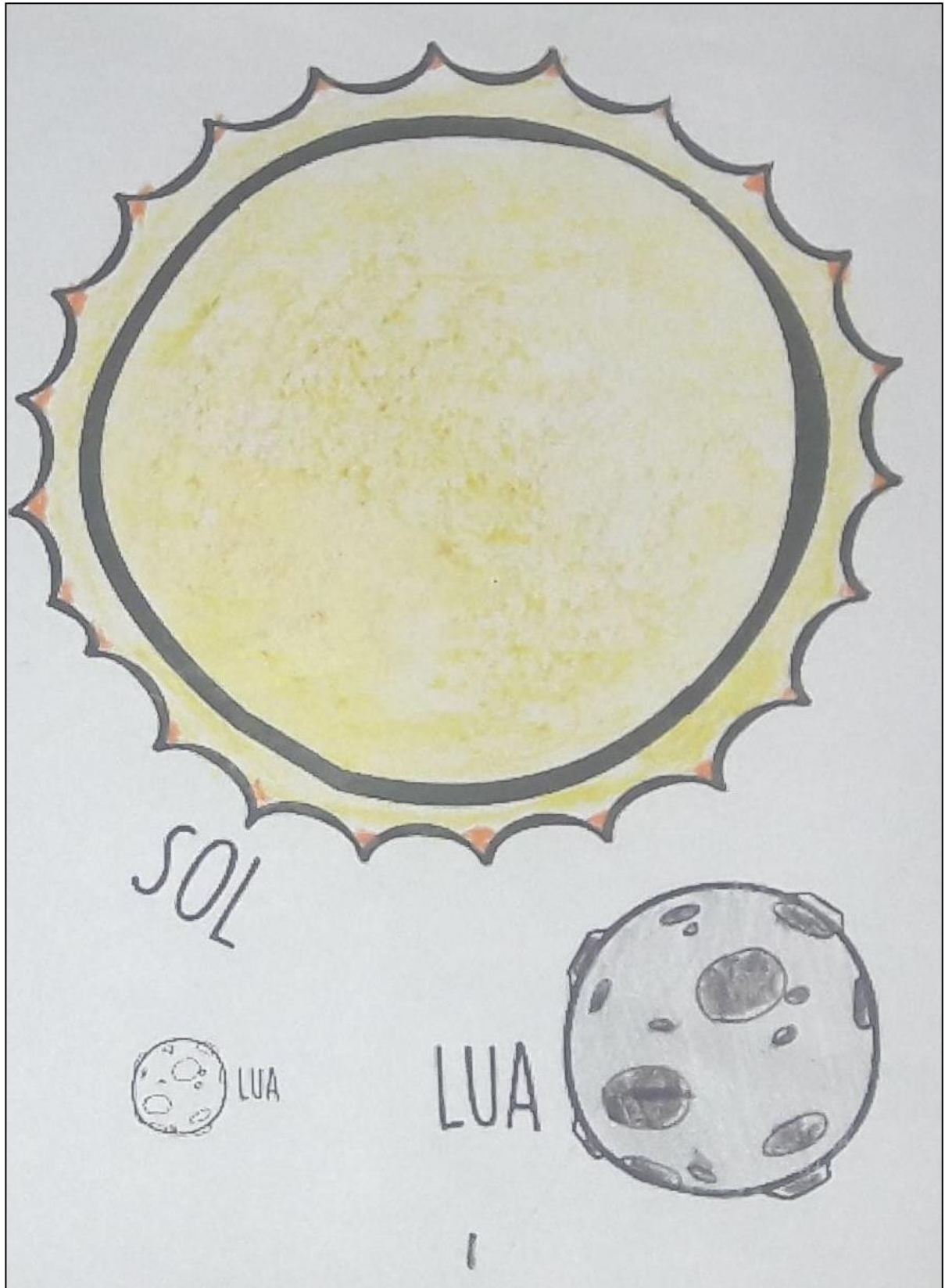
Todos os Astros:

Não chega o teu estudo  
Ao centro disso tudo,  
Que escapa aos olhos teus!  
O centro disso tudo  
Homem vaidoso, é Deus!

**ANEXO B – Modelo de planeta recriado pelo aluno**



ANEXO C - Características dos astros (luminosos e iluminados)



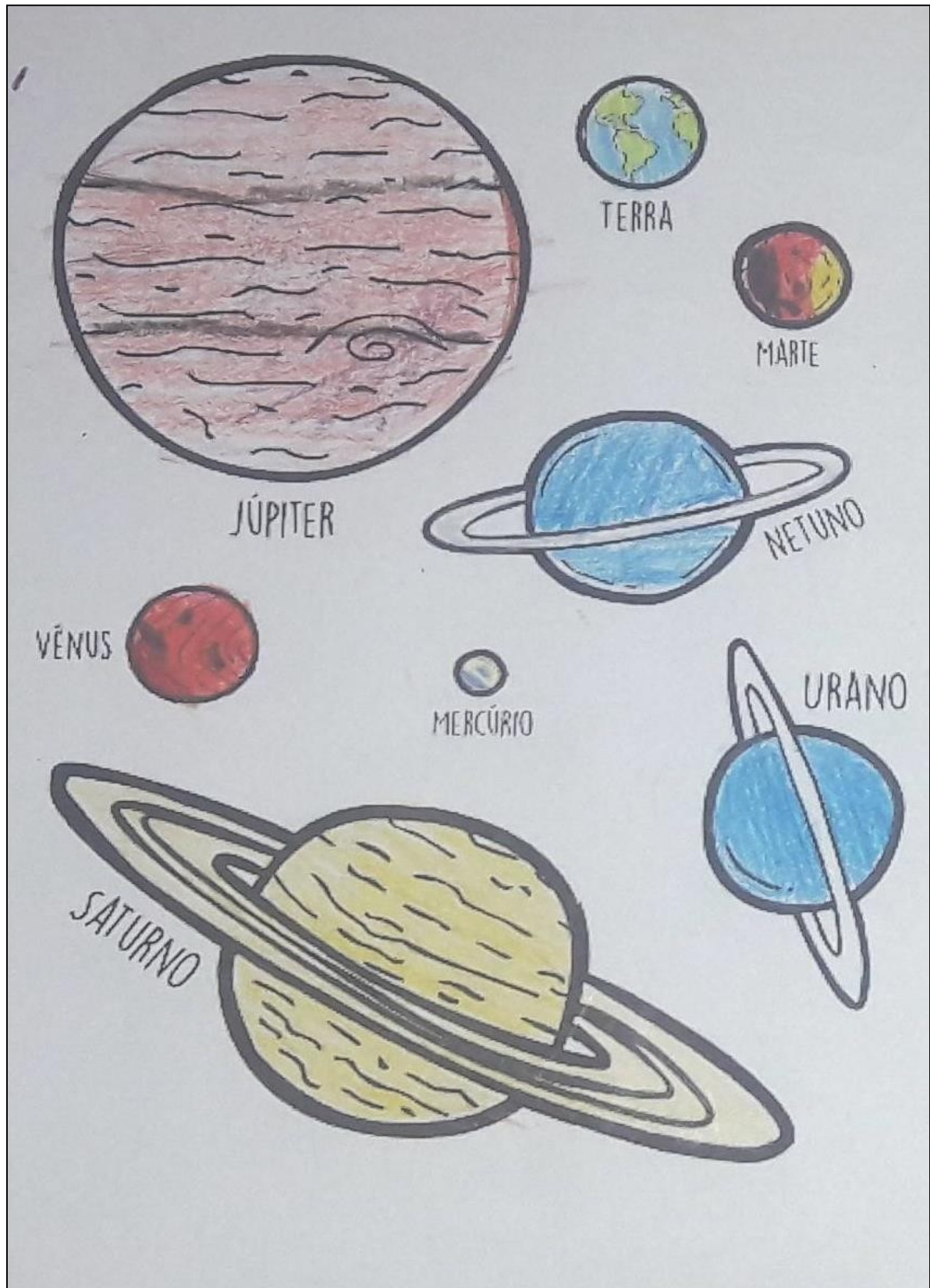


**ANEXO D - Características dos planetas (Sistema Solar)**

## 5 fatos sobre astros

- 1- Em Netuno, sétimo planeta do Sistema Solar, nunca fazíamos um ano de idade, pois este planeta leva precisamente 163 anos terrestres para completar o seu movimento de translação em volta do Sol.
- 2- A constelação do Cruzeiro do Sul é formada por 59 estrelas, porém somente 5 são visíveis a olho nu.
- 3- A Lua afasta da Terra a uma velocidade um a três centímetros por ano e três metros por século.
- 4- O Sol é 330.000 vezes maior que a Terra. Além disso, possui mais que o Sol possui 99,9% de toda a matéria do Sistema Solar?
- 5- Júpiter é duas vezes maior do que todos os outros planetas, satélites, asteroides e cometas do Sistema Solar juntos.

ANEXO E – Exemplo de pesquisa sobre os astros





## ANEXO F – Texto autoral sobre a visita ao Museu DICA

### Um dia inesquecível

No dia 30/08 fizemos uma visita especial, fomos ao Parque da Gávea para conhecer a trilha astronômica, com planetas que fazem parte do sistema solar. Esta ideia toda é um projeto da professora Line, realizado pelo Colégio Shalom.

Do chegar no parque tinha um enorme sol, o sol ele é uma estrela e seu tamanho 332.900 vezes maior que a terra. Lá os planetas são em tamanho real numa escala reduzida é no museu de Dica. Lá descobrimos que os planetas que alguns são quentes e outros são frios, porque uns estão perto do sol e outros estão longe, por conta disso uns são mais iluminados e outros pouco iluminados.

Lá mais a Isadora B. felizes ao ir nessa passeio, aprendemos que no sistema solar é composto por 8 planetas sendo Júpiter é o maior planeta, o anel do planeta Saturno são feitos de meteoritos.

Nesse passeio parecia uma aventura na galáxia, fora as curiosidades que lá tinha, também aprendemos que a lua é um satélite natural e no final desse passeio com meus colegas do quarto ano e minha professora Tatiane e Line fizemos um piquenique muito gostoso com todos.

## APÊNDICE A – Entrevista coletiva

**1) Vocês viajaram pelo Universo através do uso do aplicativo em Realidade Aumentada, conheceram planetas, astros, galáxia e estrelas. Como foi interagir com os objetos que são abstratos, e que, na nossa realidade nunca teríamos contatos com eles de forma concreta?**

**Eles pareciam reais? Qual foi a sensação?**

**Resposta dos alunos:**

Foi muito legal pois a gente sentia como se estivesse no espaço, além de ver coisas que antes só dava para ver com o telescópio a gente podia mexer nele, aumentar e diminuir e assim aprender mais de acordo com o que a gente queria ver...

“Um exemplo é que antes eu sempre pensei que os planetas tinham a superfície bem lisinha e depois de mexer com o aplicativo eu pude perceber que na verdade eles não são assim como eu pensava, uns são rochosos, outros têm buracos, diferente de como eu tinha aprendido que era”.

**2) Ao explorar os planetas forma através do aplicativo em Realidade Aumentada, foi mais fácil compreender suas características, (forma, composição, tamanho, cor, largura)? Quais são os exemplos? Como podemos comparar os planetas? Expliquem com a RA ajudou a entender as estações de ano e os movimentos da terra. A aprendizagem do conteúdo e a identificação de características dos planetas do sistema solar foi mais motivador com o uso de objetos em 3D do que apenas com os textos e imagens em 2D? Qual a diferença ao visualizar os movimentos aparentes dos astros em uma realidade simulada? Alguém já foi num observatório?**

**Resposta dos alunos:**

Foi muito mais fácil para entender porque nas fotos não é tão real, não conseguíamos entender como ocorriam as estações do ano mas ao ver o movimento sendo realizado é mais fácil de ver, por causa do movimento de rotação...

Quando vemos os planetas nos livros a gente cansa porque as imagens são paradas e não conseguimos mexer nelas. Com o aplicativo conseguimos aumentar e ver como se estivéssemos no espaço, dá para comparar os tamanhos por causa da largura, ver mais de perto o olho de Júpiter que tínhamos aprendido no conteúdo e perceber que, por exemplo, o anel de Saturno não é tão retinho e certinho como tem nas fotos, ele é feito de poeira e rochas. Quando a gente vê o planeta Terra a gente pensa que ele é muito grande, mas quando vimos ele em comparação ao Sol viu como é pequenininho.

“Eu já fui em um observatório em Brasília, e foi muito legal porque eu mexi no telescópio e vi o espaço, mas a diferença é que não me senti como se estivesse lá, diferente do aplicativo em que eu me senti no espaço por causa dos planetas”.

**3) A realidade aumentada contribui para aumentar o seu interesse quando ao conteúdo abstrato? O que foi mais importante nesse aprendizado?**

**Resposta dos alunos:**

Sim, e muito, porque gostamos muito de mexer no celular e a gente nunca pode trazer ele para a escola, isso já nos deixou bem mais empolgados para conhecer os planetas e aprender o conteúdo. “Antes eu não tinha vontade de aprender esse conteúdo mas depois de mexer com esse aplicativo de realidade aumentada no celular, criar as auras e compartilhar com meus amigos eu não via a hora de chegar sexta para começar a oficina”.

**4) Como se sentiu ao poder ter acesso ao conteúdo de forma ativa e poder manipular a informação no seu tempo, de acordo com sua vontade?**

**Resposta dos alunos:**

Foi muito interessante porque a gente podia ir naquilo que tinha mais curiosidade para aprender.

**5) Ao criar as auras e objetos virtuais para inserção no livro, foi possível interagir com um universo totalmente fora do seu alcance? Você se sentiu como se estivesse realmente no espaço?**

**Como foi?****Resposta dos alunos:**

Foi uma experiência diferente e a gente sentia como se estivesse no espaço com as auras dos planetas, mas sem o perigo de viajar em um foguete. Era muito realista estar no espaço e no planeta Terra ao mesmo tempo.

**6) Através da rede do aplicativo era possível se conectar com os outros colegas e visualizar as auras e objetos que eles compartilharam em tempo real? Essa possibilidade foi favorável para aumentar a interação e, conseqüentemente, melhor compreensão do conteúdo? Em quais atividades da Oficina você percebeu a colaboração com o colega e como isso aconteceu? Como foi a sua relação com o conteúdo e também com os colegas no desenvolvimento das atividades?**

**Resposta dos alunos:**

De todas as atividades da oficina a que teve mais cooperação com os colegas foi a que usamos a realidade aumentada porque aprendemos um com os outros.

A gente se ajudava e o que um achava interessante compartilhava com o outro, pesquisava junto e o mais legal era poder mostrar o que cada um aprendeu sem sair do lugar, só usando a realidade aumentada. Foi o mais divertido, quem tinha dificuldade aprendia com o outro e ficou mais fácil entender o conteúdo.

**7) Na sua opinião, a Oficina possibilitou ter mais vontade de aprender sobre o Sistema Solar? Já havia aprendido este conteúdo anteriormente? Se sim, como ocorreu? Quais as diferenças?**

**Resposta dos alunos:**



Era muito legal ver meus amigos no livro porque divertíamos e aprendíamos ao mesmo tempo.

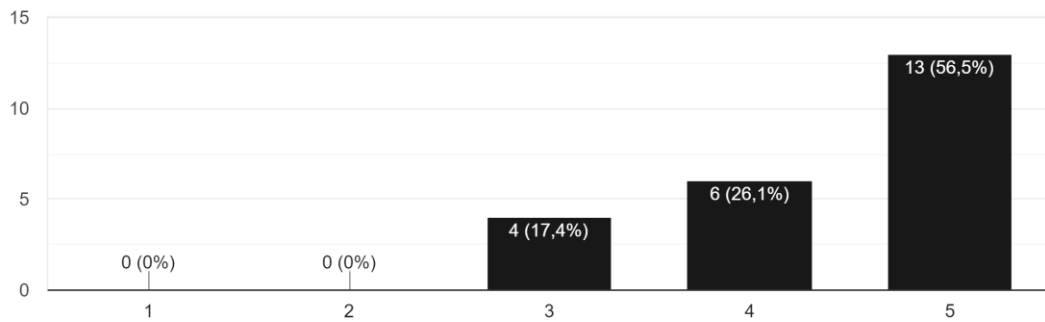
“Eu já tinha aprendido sobre o conteúdo ano passado na outra escola que eu estudei, mas foi muito mais empolgante e ficou mais marcado agora com a oficina porque a gente não recebeu só informação pronta, a gente criou coisas a partir do que a gente aprendeu e isso foi demais.”

## APÊNDICE B– Perguntas individuais sobre a Aplicação de Realidade Aumentada

(Pontuação: sendo 1 – descordo plenamente e 5 – concordo totalmente)

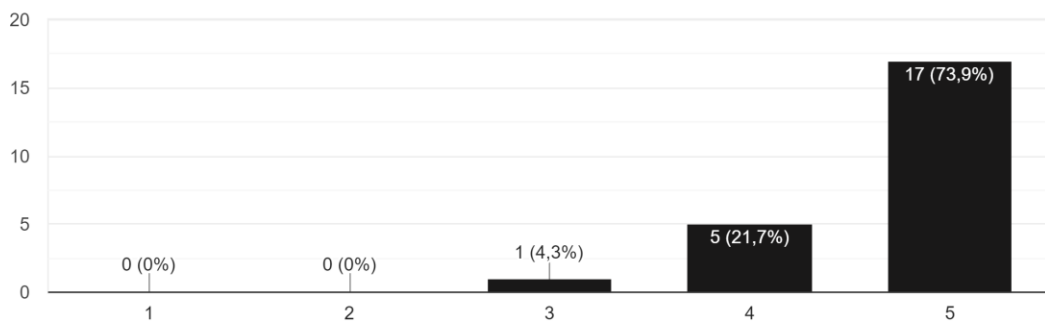
1) Acho o aplicativo fácil de ser utilizado:

23 respostas



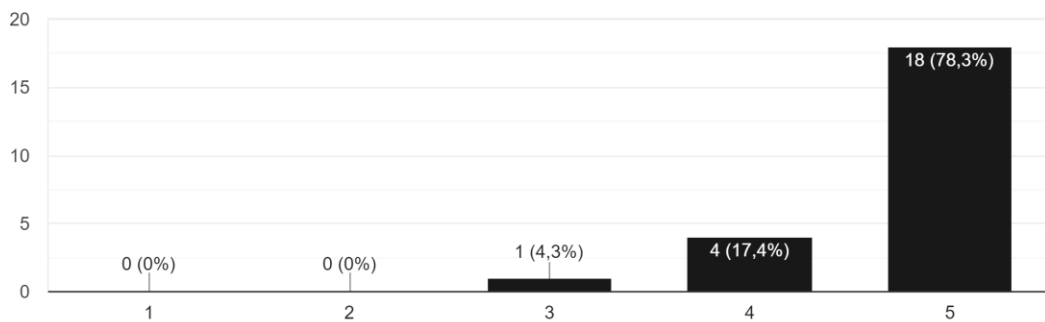
2) O uso do aplicativo me auxiliou na compreensão de conceitos abstratos:

23 respostas



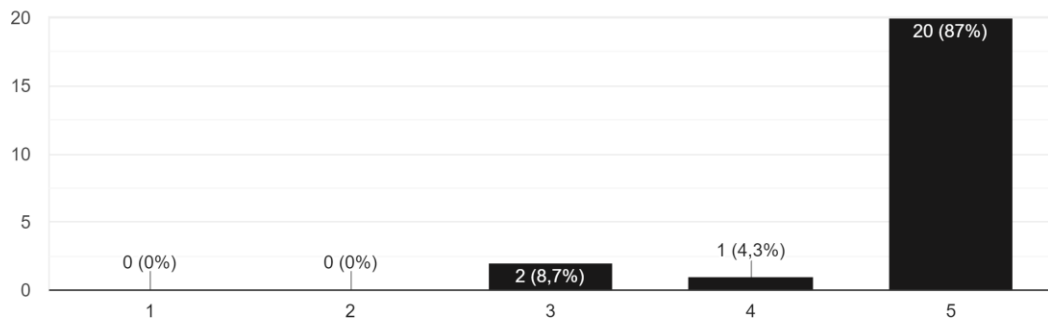
3) O uso do aplicativo me ajudou a ter uma experiência mais próxima ao real:

23 respostas



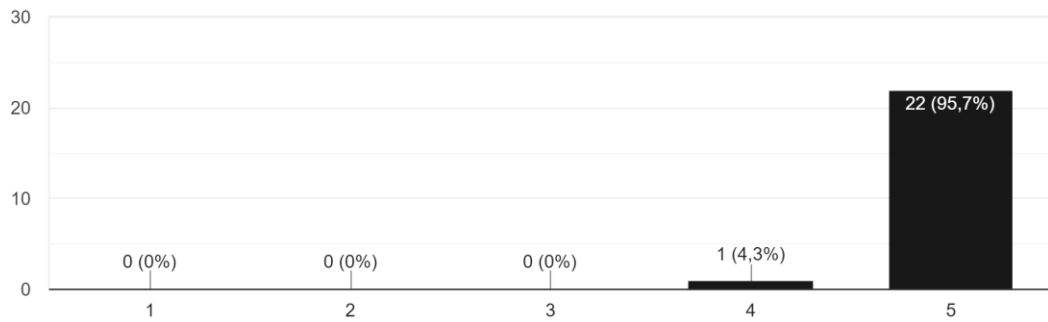
4) O aplicativo me permitiu ter interações que não seriam possíveis no mundo real:

23 respostas



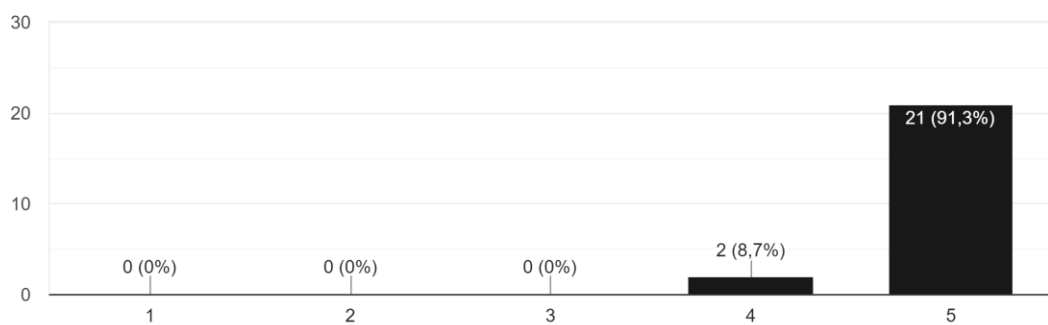
5) O uso do aplicativo me permitiu ficar mais engajado ao projeto:

23 respostas



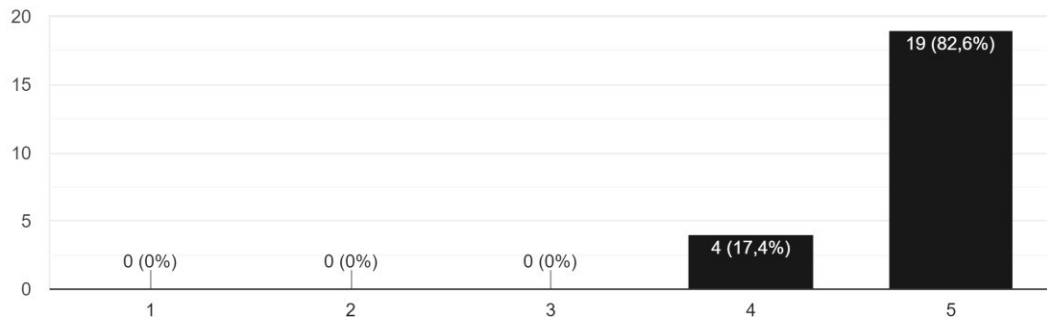
6) Eu gostaria de usar esse aplicativo com mais frequência:

23 respostas



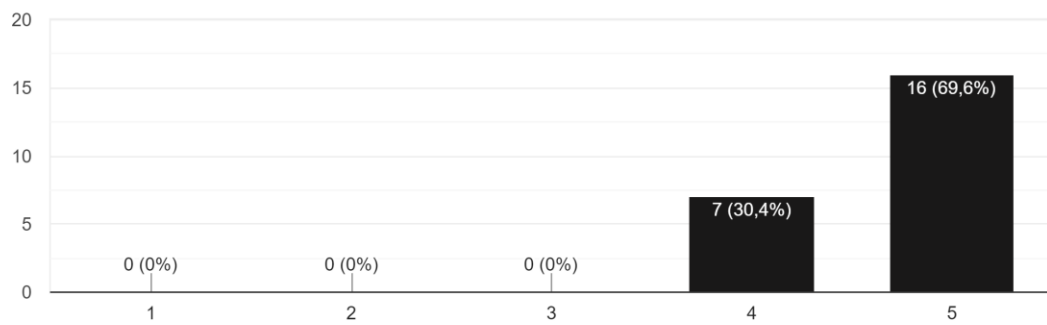
## 7) Eu gostaria de usar a aplicação em outros conteúdos em sala de aula

23 respostas



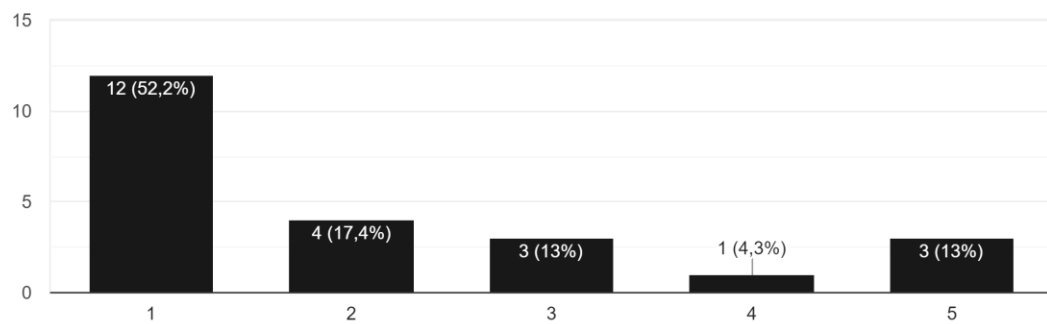
## 8) Me senti confiante com a aplicação:

23 respostas



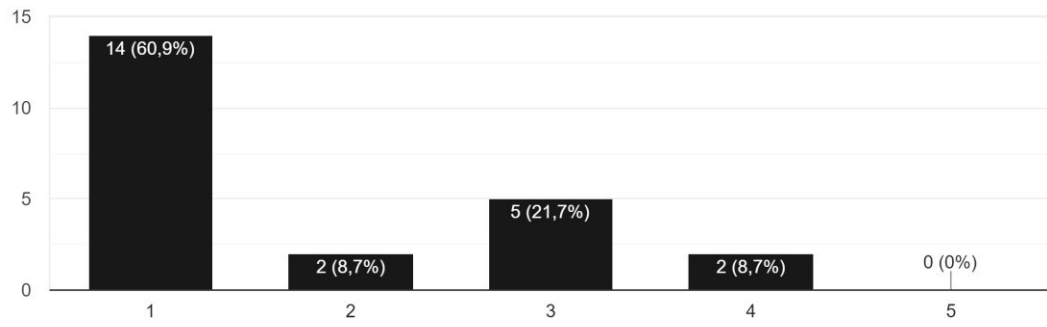
## 9) Tive que aprender várias coisas novas antes de usar o Aurasma:

23 respostas



10) Achei a funcionalidade do sistema muito complexo e não conseguiria manipular sem ajuda.

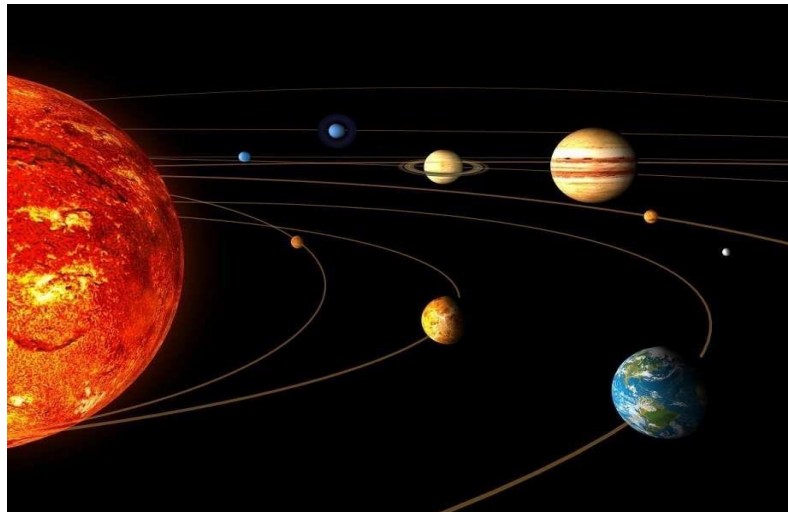
23 respostas



## APÊNDICE C - Livro digital

Ao observar o céu a olho nu conseguimos ver uma parte mínima do que chamamos de Universo. Ele é composto por aglomerados de galáxias, estrelas, cometas, planetas, satélites, e tudo que neles existem.

Neste livro, você irá conhecer algumas das principais características, distintas e interessantes, do Sistema Solar e dos planetas que o compõem.



*Este livro foi elaborado pelos alunos do 4º ano I, em conjunto a professora Aline Guimarães, idealizadora do projeto de Mestrado sobre uso de Realidade Aumentada no Ensino de Ciências.*

Ricardo era um menino alegre e curioso que tinha um grande sonho: conhecer o espaço! Ele se sentia pequeno demais para sair por aí desbravando o universo, mas prometeu para si mesmo que quando crescesse iria estudar muito e se tornar um viajante espacial.

Certo dia um astronauta de verdade foi visitar a escola em que Ricardo estudava. Era o encontro dos sonhos. Sem perder tempo Ricardo foi logo perguntando:

- Sr. James, você já foi ao espaço?

- Sim, Ricardo, mas o universo é imensurável e não consegui ver todos os planetas, apenas Marte.





Apesar de ser chamado de planeta vermelho lá é muito frio, a temperatura varia de - 125°C até 22°C.



Sr. James, pode nos contar um pouco mais de cada planeta? Quem sabe assim eu também posso me imaginar viajando pelo espaço....

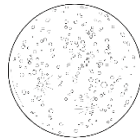


Ah são tantas coisas legais, você nem vai acreditar!

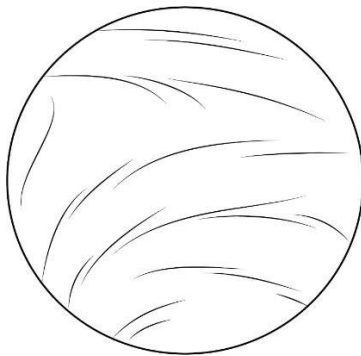
Para começar, nós moramos em uma, das muitas galáxias do universo, a nossa se chama, Via Láctea e nela se localiza o Sistema Solar. Aqui existem 8 planetas... vou te contar na ordem em que eles aparecem, começando pelo mais próximo ao Sol.



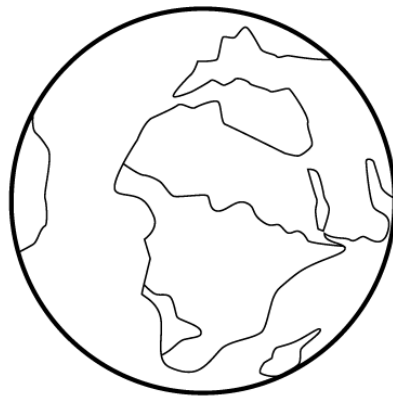
Mercúrio é o planeta mais perto do Sol, sua temperatura pode chegar a tórridos 450 graus Celsius. É de virar churrasquinho! Para ter uma noção do tamanho de Mercúrio, ele é apenas um pouco maior que a Lua da Terra. Um ano em Mercúrio tem apenas 88 dias de duração e um dia dura o equivalente a quase 59 dias terrestres.



Vênus é o segundo planeta na ordem do Sistema Solar e também o segundo objeto mais brilhante no céu noturno depois da Lua, e, em dias bem claros é possível vê-lo a olho nu.



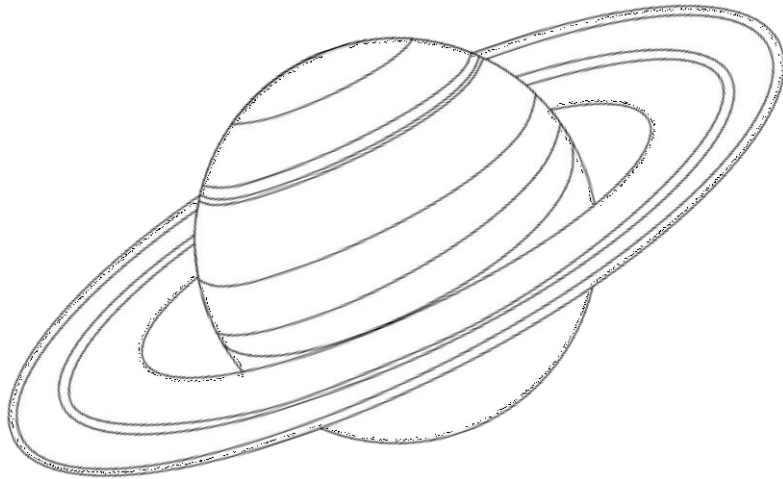
Depois vem o planeta Terra, a nossa casa. Ela é linda quando vemos lá do espaço, toda azulzinha!



Júpiter é gigante! Ele pode ser visto a olho nu aqui da Terra, e é o quarto objeto mais brilhante no céu depois do Sol, da Lua e de Vênus.

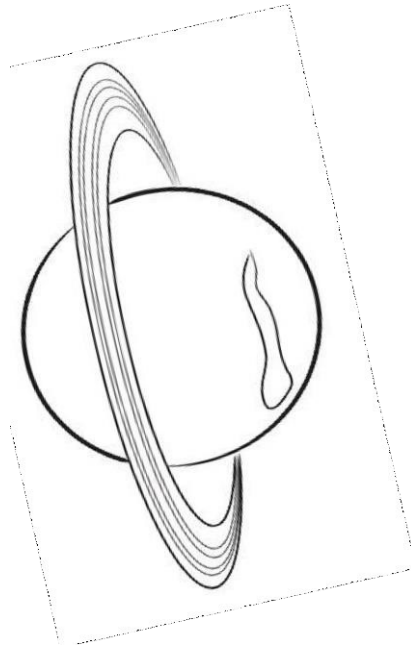


Saturno também é enorme e os seus anéis são maravilhosos!





Urano está tão distante que a única espaçonave a voar próximo dele passou a 81,5 mil quilômetros de distância do planeta.



Netuno é o último planeta e também o mais distante do Sol, uma vez que Plutão foi reclassificado como planeta anão.

Devido a sua grande distância do Sol, Netuno é um dos planetas mais frios do Sistema Solar, a temperatura média na sua superfície é de -210°C.



Ricardo já podia se imaginar decolando em uma missão espacial, e, antes que o Sr. James terminasse de falar, ele rapidamente perguntou:

- Espera aí, o senhor não falou nada sobre o Sol e a Lua, eles não são planetas?



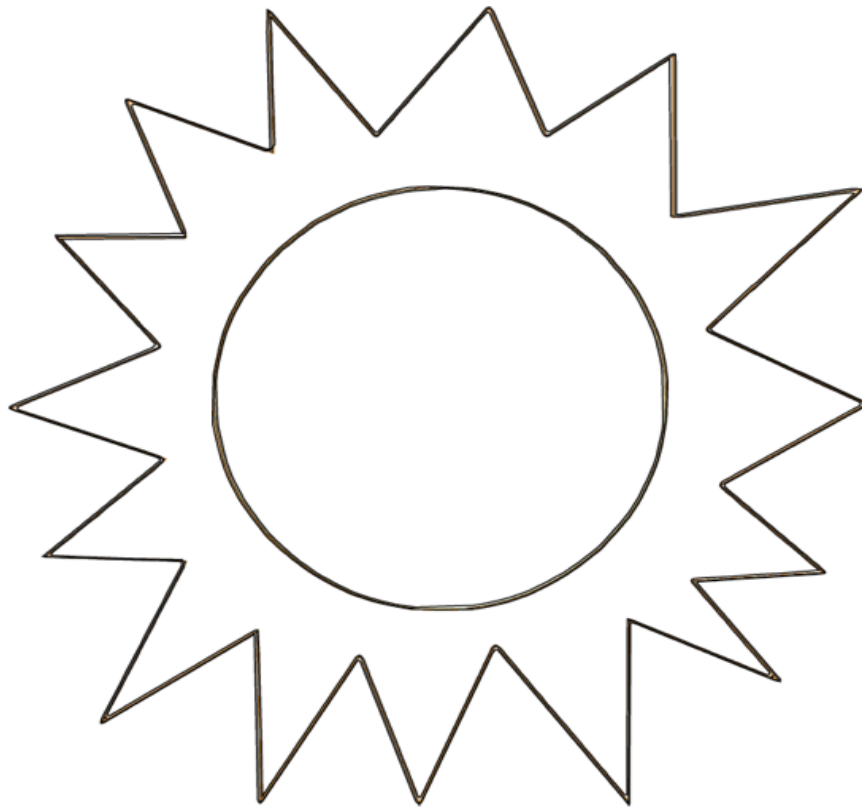
Com um singelo sorriso no rosto o astronauta  
respondeu:

- Não, eles não são planetas, são astros que compõem o nosso Sistema  
Solar.



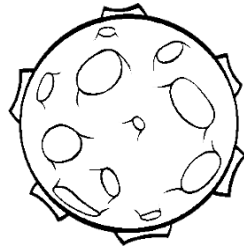
O Sol é simplesmente magnífico! Enorme, brilhante e muito quente!

Ele é uma estrela laranja e não amarela como pensamos! É bonito ver todos os planetas girando ao redor.



Já a Lua é o satélite natural da Terra. Ela não possui luz própria, mesmo assim eu queria ter sido o Neil Armstrong que foi o primeiro homem a pisar na Lua.

Lá a gravidade é zero. Já pensou que legal ficar flutuando por aí?!



Ao final de tantas explicações os olhos de Ricardo não paravam de brilhar. Aquele tinha sido um dia inesquecível!

Quando se despediram, Ricardo entregou um bilhete que escreveu às pressas ao Sr. James que dizia:

“Eu vou estudar bastante quem sabe me torno um astronauta também, aí poderemos viajar juntos pelo espaço, meu amigo!”



## ANEXO G – Termo de consentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA RESPONSÁVEL LEGAL POR MENOR DE 18 ANOS

Considerando a sua condição de responsável legal pelo(a) menor, apresentamos este convite e solicitamos o seu consentimento para que ele(a) participe da pesquisa intitulada “REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO FUNDAMENTAL: indicadores de apoio da tecnologia digital na aprendizagem do Sistema Solar”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Aline Guimarães Barbosa e Profa. Dra. Elise Barbosa Mendes (orientadora), vinculados ao Programa de Pós Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação da Universidade Federal de Uberlândia (PPGCE/UFU).

Nesta pesquisa nós estamos buscando aplicar a Realidade Aumentada em um planejamento de ensino sobre o Sistema Solar com o intuito de identificar possíveis contribuições da RA na aprendizagem de conceitos abstratos por crianças do Ensino Fundamental I.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pela pesquisadora Aline Guimarães Barbosa no decorrer dos encontros na oficina.

Na participação do(a) menor sob sua responsabilidade, ele(a) estudará conteúdos relacionados ao Sistema Solar e produzirá textos, vídeos e atividades em sala envolvendo o conteúdo e a aplicação de Realidade Aumentada

Em nenhum momento, nem o(a) menor nem você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a identidade dele(a) e a sua serão preservadas.

Nem ele(a) nem você terão gastos nem ganhos financeiros por participar na pesquisa.

Os riscos da participação do(a) menor serão mínimos, e os benefícios esperados envolvem maior compreensão do conteúdo especificado e desenvolvimento de habilidades em grupo.

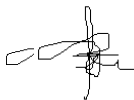
A qualquer momento, você poderá retirar o seu consentimento para que o(a) menor sob sua responsabilidade participe da pesquisa. Garantimos que não haverá coação para que o consentimento seja mantido nem que haverá prejuízo ao(a) menor sob sua responsabilidade. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos dados do(a) menor sob sua responsabilidade da pesquisa.

“O(A) menor sob sua responsabilidade pode se recusar a continuar participando da pesquisa, se manifestando verbalmente ou por meio de gestos, que indiquem esse desejo. Ele(a) não sofrerá qualquer prejuízo ou coação.”. Até o momento da divulgação dos resultados, ele(a) também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Em caso de qualquer dúvida a respeito desta pesquisa, você poderá entrar em contato com: Aline Guimarães pelo telefone (34) 3215-1466 ou Profa. Elise Mendes pelo telefone (34) 3291-6395.).

Uberlândia, ..... de..... de 2019



\_\_\_\_\_  
Aline Guimarães – PPGCE/UFU



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Elise Mendes – PPGCE/UFU

Eu, responsável legal pelo(a) menor \_\_\_\_\_consinto na sua participação na pesquisa citada acima, após ter sido devidamente esclarecido.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pelo(a) participante da pesquisa