

REALIDADE AUMENTADA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO E APRENDIZADO DE ESCALAS PLANETÁRIAS E ESTELARES

Augmented Reality as a teaching resource for education and learning of planetary and stellar scales

Thales Ferreira Panke [thalespanke@gmail.com]

Anderson Roges Teixeira Góes [artgoes@ufpr.br]

Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico

Departamento de Expressão Gráfica

Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81530-000

Recebido em: 04/06/2019

Aceito em: 20/01/2019

Resumo

Atualmente os recursos tecnológicos são cada vez mais utilizados no ambiente educacional com a finalidade de promover interesse, facilidade de compreensão e proporcionar aprendizagem dos discentes. A Realidade Aumentada, como uma ferramenta de visualização de conceitos e imagens, pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem pelo fato de projetar determinadas ideias que comumente são compreendidas através da imaginação dos estudantes. Desta forma, este trabalho propõe a aplicação de um software educacional, denominado “*SkyConquest*” (desenvolvido especialmente para esta pesquisa) que possibilita comparações dentre as características planetárias e estelares utilizando a tecnologia da Realidade Aumentada. Os dados para a análise da pesquisa foram coletados por meio de duas entrevistas semiestruturadas (inicial e final) com três estudantes e, também, da observação da utilização do *SkyConquest* com nove estudantes, todos do 6º ano do Ensino Fundamental. Os resultados demonstram que a utilização da ferramenta da Realidade Aumentada, como auxílio didático, possui potencial de agregar interesse e entusiasmo dos estudantes, possibilitando a verificação de conceitos que muitas vezes permaneciam no imaginativo.

Palavras-chave: Astronomia. Realidade Aumentada. Ensino Fundamental. Escalas planetárias. Material didático.

Abstract

Currently, the use of technological resources, as educational assistance in school environments are increasing, due to its contribution for greater interest, ease of understanding and greater efficiency in student learning. In this scenario, the Augmented Reality, as an auxiliary visual tool, can contribute to the teaching and learning process by its capability of projecting certain ideas that are commonly understood through the students' imaginations. Therefore, this research proposes the application of an educational software (*SkyConquest*) which allows comparisons between planetary and stellar characteristics through Augmented Reality. The data for the analysis of this research were collected through two semi-structured researches (initial and final) with three students and also, through observing the use of the software with nine students, all from the 6th year of elementary school. The results demonstrate that the use of the Augmented Reality tool, as a didactic aid, has the potential to increase students' interest and enthusiasm, allowing the verification of concepts that were often imaginative.

Keywords: Astronomy. Augmented Reality. Elementary School. Planetary scales.

1. INTRODUÇÃO

Desde os tempos remotos da civilização, a Astronomia já exercia importante papel na evolução da compreensão do céu. Por muitos séculos acreditava-se que a Terra era o centro do universo, “Teoria Geocêntrica” oriunda do cientista grego Claudio Ptolomeu em que os astros orbitavam ao redor dela. Tempos depois, Nicolau Copérnico contestou este conceito com a “Teoria Heliocêntrica” que indica que um ponto próximo ao Sol corresponde ao centro do Sistema Solar e, com isso, a ocorrência de dias e noites se dá conforme a rotação da Terra sobre seu eixo.

Na época da proposta de Copérnico, essa ideia foi essencialmente impugnada pela Igreja Católica, que adotava como verdadeira a Teoria Geocêntrica de Ptolomeu. No entanto, a teoria conhecida como “Modelo Copernicano” sofreu muitas reformas à medida do avanço histórico por astrônomos como Johannes Kepler, Galileu Galilei e Isaac Newton, mesmo este modelo representando uma das teorias revolucionárias com mais dificuldades em ser aceita pelo fato de modificar a teoria astronômica vigente por meio de uma demonstração que utilizava uma geometria simples.

Nos dias atuais, a área de conhecimento astronômica se sobressai dentre as ciências mais popularmente aclamadas nos meios midiáticos, geralmente por promover o maior conhecimento sobre o universo, ou então, por meio da elaboração de comprovações de avanços científicos. Muitas das descobertas e avanços científicos são comumente apresentados por meio de experiências realizadas em ambientes não terrestres, como em estações espaciais, fator que pode ampliar consideravelmente o renome científico da Astronomia.

Nos últimos anos, pode-se observar uma notável ascensão no que se refere às descobertas científicas por meio do ramo astronômico, principalmente mediante aos assuntos relacionados ao enigmático funcionamento do universo. A título de exemplo, em 2016, foi anunciada pela missão Kepler da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA - Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos da América), a constatação da maior coletânea planetária já descoberta, abrangendo a existência de mais de 4 mil planetas orbitando estrelas fora do Sistema Solar (NASA, 2018). Nove destes planetas foram popularmente considerados “irmãos” da Terra, por também possuírem características de planetas habitáveis.

Mais atual, em 2019, ocorreu um dos grandes avanços no âmbito das descobertas científicas com a obtenção da primeira fotografia realizada de um buraco negro (FIGURA 01), projeto “*Event Horizon Telescope*” (SPACE.COM, 2019). Tal feito foi possível a partir do trabalho de mais de 200 cientistas que realizaram estudos e observações por meio de oito radiotelescópios ativos posicionados em localizações estratégicas pelo planeta. Segundo SPACE.COM (2019), o buraco negro fotografado encontra-se ao centro da galáxia Messier 87 e se localiza a cerca de 53 milhões de anos luz da Terra.

FIGURA 01 – A PRIMEIRA FOTOGRAFIA DE UM BURACO NEGRO



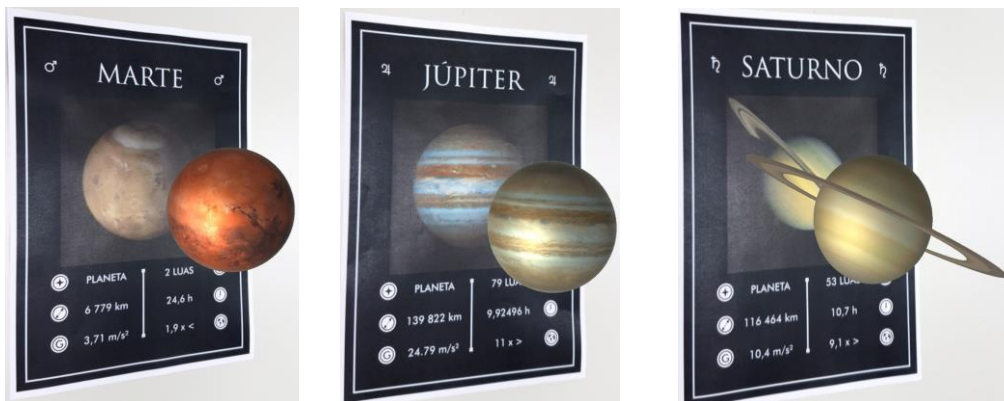
FONTE: EVENTHORIZONTELESCOPE.ORG (Acesso: 13/04/2019)

A contribuição notável desta área científica para o conhecimento do comportamento dos objetos no universo se torna um fator de grande importância que esta área representa na educação, não somente filosófica, mas também científica no currículo educacional na Educação Básica. No entanto, conforme Langhi (2006), pesquisas frequentemente encontram erros conceituais em livros didáticos de ciências. Esses equívocos vão desde o descuido sobre as estações do ano às imprecisões nas representações de dimensões de astros no Sistema Solar. Neste contexto, este artigo apresenta a utilização de um material didático previamente desenvolvido denominado de “*SkyConquest*”, que por sua vez utiliza da tecnologia da Realidade Aumentada (RA) para a compreensão de características planetárias e estelares.

O uso da Realidade Aumentada reforça os avanços tecnológicos que se ampliam gradativamente atingindo diversos campos e setores na sociedade contemporânea, dentre eles as escolas. Segundo Kirner e Silva (2010), “a RA pode, além de apresentar um problema, mostrar respostas otimizadas”, permitindo que os objetos tridimensionais projetados possam oferecer uma visualização e, portanto, compreensão mais apurada de um determinado enunciado. Esta circunstância corrobora na verificação da efetividade no uso desta tecnologia, assim como suas vantagens didáticas, como auxílio educacional em sala de aula.

Isto posto, em termos técnicos, o aplicativo *SkyConquest* trata-se de uma aplicação em câmera capaz de identificar determinados pontos de rastreo em figuras denominadas de marcadores¹, neste caso personalizados com imagens de planetas do Sistema Solar e uma ficha de informações relevantes sobre os mesmos. Ao realizar o rastreamento, o *SkyConquest* projeta acima dos marcadores as modelagens dos respectivos corpos celestes em 3D (por meio da RA), todos contendo animações realistas de suas determinadas características de rotação, inclinação e texturas, como mostrado na Figura 02.

FIGURA 02 – FUNCIONAMENTO DO SKYCONQUEST



FONTE: Os autores, 2020.

Na Figura 02 a partir da tela do *SkyConquest*, podem ser visualizadas as projeções dos marcadores referentes aos planetas Marte, Júpiter e Saturno. Nos marcadores, estão listados o tipo de astro em questão (neste caso se o corpo se trata de uma estrela, lua ou planeta); tipo de estrela (quando considerada uma estrela); duração do dia do astro; quantas vezes astro é maior ou menor do que a Terra; qual a gravidade na superfície; qual o diâmetro equatorial do astro; quantas luas orbitam o planeta, se for uma estrela, quantos planetas a orbitam;

¹ Segundo Barreto (2016), marcadores tratam-se de “imagens que o programa reconhece como referência para fazer o rastreamento e inserir o objeto virtual na cena”

Os modelos tridimensionais são animados de acordo com a escala das respectivas velocidades de rotação dos planetas e podem ser manipulados através do *touch* do celular para alterar suas dimensões e ângulos de acordo com a câmera, possibilitando a melhor visualização dos astros. Nota-se também, que os planetas se encontram travados em suas devidas inclinações do eixo imaginário e não estão em escala dimensional, já que os planetas gasosos do Sistema Solar (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) possuem dimensões equatoriais muito elevadas com relação aos planetas rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A aplicação do *SkyConquest* foi realizada em uma escola do município de São José dos Pinhais (estado do Paraná) com a finalidade de verificar as contribuições do mesmo no Ensino Fundamental. O *SkyConquest* foi desenvolvido para uso no sistema operacional *Android*, escolhido em virtude de sua maior acessibilidade aos aplicativos não publicados em lojas oficiais, neste caso, possibilitando a instalação gratuita de softwares externos. O aplicativo simula a projeção de corpos celestes presentes no Sistema Solar, situando os usuários (estudantes) quanto às respectivas posições, dimensões, velocidades de rotação, entre outras características dos astros.

A pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Curso de Bacharelado em Expressão Gráfica² da Universidade Federal do Paraná (UFPR) – trabalho de conclusão de curso – que apesar de não ser da área educacional, possui interfaces com a mesma, visto que as representações gráficas convergem para a compreensão visual humana de conceitos compreendidos dentro da indústria criativa, que são assuntos englobados dentro do curso.

Portanto, esta pesquisa propõe apresentar a utilização do *SkyConquest* por estudantes do Ensino Fundamental, de modo que sejam analisadas as considerações e compreensão dos estudantes participantes e dos professores que fizeram uso do aplicativo para dispositivo móvel construído. Assim, a partir dos instrumentos de coleta de dados, verifica-se a efetividade desta ferramenta em seus aspectos tais como sua receptividade e avaliações técnicas.

3. REALIDADE AUMENTADA – CONCEITO E PESQUISAS NO AMBIENTE ESCOLAR

A Realidade Aumentada foi concebida a partir da década de 1990 permitindo que a “interação e visualização dos elementos do jogo ficassem mais intuitivas, quando comparado com cenários fixos no modelo virtual” (KIRNER, 2010, p. 09). Isto se deve ao fator de que a ferramenta trata da inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais.

Pode-se afirmar que esta tecnologia permite a visualização de projeções de conteúdos virtuais dentro do mundo real por meio de visores preparados para tal tarefa. A ideia de realizar a mixagem de conteúdos imaginativos dentro do mundo real data ficções de um século atrás, como exemplificados na obra de Baum (1901), *The Master Key: An Electrical Fairy Tale*. Assim, o primeiro e mais relevante evento que possa ser considerado como porção cronológica da história desta ferramenta (como conhecida atualmente) aconteceu em 1968, por Ivan Sutherland, engenheiro elétrico da Universidade de Harvard. Sua invenção, *Head-Mounted-display* (FIGURA 03) foi a

²Segundo Góes (2013, p. 20), Expressão Gráfica é “um campo de estudo que utiliza elementos de desenho, imagens, modelos, materiais manipuláveis e recursos computacionais aplicados às diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de apresentar, representar, exemplificar, aplicar, analisar, formalizar e visualizar conceitos”.

pioneira a permitir a visualização em tempo real de gráficos virtuais através de uma lente posicionada num mecanismo semelhante à de um capacete.

FIGURA 03 – O DISPOSITIVO HEAD-MOUNTED-DISPLAY



FONTE: Adaptado de RESEARCHGATE.NET (Acesso em 08/06/2018)

O protótipo desenvolvido (FIGURA 03) concede em tempo real a visualização de objetos virtuais, mas somente em formato de *wireframes* (desenho simples, exato e direto) devido à evolução tecnológica da época. Entretanto, representou uma das invenções tecnológicas revolucionárias mais influentes dentro do conceito de imersão virtual. Somente em 1992 o termo de RA foi aplicado diretamente a este tipo de experimento por Tom Caudell e David Mizell, autores de uma espécie de material que auxilia a manutenção de aviões da Airbus por mecânicos que possuem dificuldades para compreender os manuais complexos do período (G1.GLOBO.COM, 2018).

Foram registrados muitos avanços desta tecnologia desde então, principalmente por meio do ramo militar. Entretanto, na atualidade pode-se observar a constante e comum utilização da RA em aplicativos de redes sociais tais como *SnapChat*, *Instagram*, *Facebook* e, mesmo, em jogos comerciais, cuja aplicação revolucionou a maneira com que esta tecnologia é utilizada, como o game *PokémonGO* (FIGURA 04).

FIGURA 04 – APLICAÇÃO DA RA NO GAME POKÉMONGO



FONTE: Os autores, 2020.

Com o celular apontado para um local pré-determinado pelo aplicativo, a FIGURA 04 demonstra claramente como a RA é utilizada. No game são projetadas as imagens de *Pokémon*, criaturas utilizadas para batalhas com outras *Pokémon*, que podem ser capturados de acordo com a localização disponibilizada em mapas reais, com isso a aplicação da RA promove um jogo imersivo e divertido aos usuários amantes da franquia ou não.

Pode-se afirmar que a RA apresenta potencial e características únicas que podem ser aproveitadas de acordo com os mais variados objetivos. A integração desta ferramenta no ambiente educacional se mostra mais uma das possibilidades que vêm sendo experimentadas, rendendo bons resultados científicos (ABREU, 2015; BARRETO, 2016; SANTOS, 2016; SCHMITZ; REIS; LOPEZ, 2017; CARRANÇA, 2017).

Para Kirner (2010, p.7) “a Realidade Aumentada pode, além de apresentar um problema, mostrar respostas otimizadas”, pois os

Gráficos e caminhos tridimensionais podem fornecer uma visualização mais apurada sobre a solução. Associar cartões específicos para cada aluno permitiria a comparação mais clara sobre os resultados de cada um. Alguns destes desafios podem ser apresentados para os alunos trabalhem em grupo. Qualidades como comunicação, formulação de estratégias, delegação de responsabilidades e integração social, podem ser trabalhadas com a equipe. (KIRNER, 2010, p.7)

A RA é utilizada como recurso visual para auxiliar a compreensão de conceitos é cada vez mais utilizada nos meios educacionais, inserindo-se no campo de estudos da Expressão Gráfica. O aumento do uso da tecnologia dentro dos ambientes escolares prova-se muito eficaz em propiciar novas formas de aprendizado e maior entendimento por parte dos discentes, contudo, conforme Schmitz, Reis e Lopes (2017), esta colaboração técnico-didática não é suficiente para substituir o papel imprescindível que os educadores têm no aspecto pedagógico.

Tendo em vista as evoluções que a Astronomia sofreu durante os séculos outras coisas também evoluíram, como por exemplo, os métodos de ensino. Novas abordagens de ensino surgiram, como o uso da tecnologia na educação, que traz novas formas de transmitir e adquirir conhecimentos, mas como uma maneira de auxiliar os professores e não os substituir. (SCHMITZ; REIS; LOPES, 2017, p. 2).

As vantagens proporcionadas pela aplicação da RA em jogos, livros e outros materiais, são verificadas em resultados de pesquisas relacionadas ao âmbito de aplicação tecnológica em aplicativos ou jogos educacionais. De acordo com Kirner (2010, p. 9) “a interação e visualização dos elementos do jogo ficam mais intuitivas, quando comparado com cenários fixos no modelo virtual”

“O uso da Realidade Aumentada em jogos educacionais, ainda com poucos casos práticos, apresenta potencial para auxiliar os educadores a transmitir o conteúdo curricular de uma forma mais dinâmica e explicativa”. (KIRNER, 2010, p. 9).

Nessa perspectiva percebe-se que a RA começa a ser integrada à educação e que também, traz resultados positivos. Assim, ao mesmo tempo em que esta pesquisa aborda o estudo e ensino da Astronomia, dentro do contexto de comparações entre os astros presentes no Sistema Solar, têm-se como recurso principal a utilização da ferramenta de RA, sendo aplicada ao material didático desenvolvido.

Desta maneira, para verificar a usabilidade da ferramenta da Realidade Aumentada (RA) no ambiente educacional, recorreu-se a quatro bases de dados sobre pesquisas brasileiras: SiBi/UFPR (Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Paraná) – utilizada para verificar as pesquisas relacionadas ao tema no local em que esta pesquisa se desenvolve; Catálogo de Teses e Dissertações Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – com a finalidade de verificar as pesquisas concluídas a nível de mestrado e doutorado; a plataforma “SciELO” – com a finalidade de verificar se existem pesquisas relacionadas ao tema, mas que não são oriundas de teses e dissertações concluídas no Brasil; e, por fim, banco de dados do Google Acadêmico – buscando trabalhos desenvolvidos por professores atuantes na educação básica. Ainda, foram buscadas informações referentes às qualidades pertinentes desta tecnologia quando inserida no ambiente educacional, assim como suas divergências com ferramentas similares e os resultados estudados na abordagem deste tipo de tecnologia.

Os descritores utilizados na busca foram: Realidade + Aumentada; Realidade Aumentada + Ensino; Realidade Aumentada + Astronomia + Ensino. Buscando a atualidade dessas pesquisas, foi proposto analisar os trabalhos concluídos no período de 2014 a 2018. Após a análise de aspectos como os objetivos, metodologias aplicadas e resultados obtidos foram selecionadas cinco pesquisas (QUADRO 01) para leitura e compreensão sobre as pesquisas que utilizam a RA para abordar conceitos de Astronomia no ensino.

QUADRO 01 – SÍNTESE DOS TRABALHOS ANALISADOS

(SCHMITZ; REIS; LOPES, 2017) - Desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar no ensino do Sistema Solar utilizando “Realidade Aumentada”.	
Público alvo: Turma de alunos do primeiro ano do Ensino Médio em aulas de Geografia	
Objetivo: Apresentar o desenvolvimento de um aplicativo em RA, para auxílio do estudo do Sistema Solar.	
Encaminhamento metodológico: Processo de pesquisa sobre o Sistema Solar, estudo e prioridade na obtenção de <i>interface tangível</i> , desenvolvimento do aplicativo e, por fim, a aplicação do produto em sala de aula.	Resultados: 95% dos alunos confirmaram que o protótipo era muito intuitivo e fácil de usar e que o aplicativo poderia contribuir em explicações sobre o tema. É realizada também, a constatação de aumento do interesse nos conteúdos abordados, por 95% dos alunos.
(ABREU, 2015) - A Realidade Aumentada como recurso didático alternativo para o ensino de Astronomia: uma sequência didática para o estudo do Sistema Solar	
Público alvo: Alunos do 7º ano do Ensino Fundamental em aulas de Física	
Objetivo: Criação de material didático com auxílio de um software por RA, a ser aplicado em uma turma de ensino médio de uma escola pública no município de Itajaí.	
Encaminhamento metodológico: Desenvolvimento do software utilizando RA, elaboração de uma sequência didática, aplicação do software como recurso didático, análise dos dados coletados durante o experimento.	Resultados: Houve uma boa aceitação e aumento satisfatório no envolvimento e motivação dos alunos em aulas de Física, sem contar com maior interação aluno-professor.
(BARRETO, 2016) - Aplicativo com experimentos de física sobre colisões para educação básica em Realidade Aumentada para sistema <i>Android</i>	
Público alvo: Alunos do 1º ano do Ensino Médio.	
Objetivo: Facilitar o ensino-aprendizagem quebrando o legado monótono das aulas através da criação de produto educacional com RA para experimentos de física sobre colisões e conservação do momento linear.	
Encaminhamento metodológico: Enfoque na obtenção da <i>aprendizagem significativa</i> , estudo aprofundado da tecnologia de RA, desenvolvimento do produto educacional, realização de uma prática experimental em sala de aula e discussões dos resultados obtidos.	Resultados: 100% da turma considerou que o aplicativo educacional contribuiu de forma positiva em sala de aula. Entretanto, houveram dificuldades na obtenção e análise de dados.
(SANTOS, 2016) Utilização de Realidade Aumentada no desenvolvimento de software educacional: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia	
Público alvo: Educandos do primeiro ciclo do Ensino Fundamental.	
Objetivo: Pretendeu-se realizar a fabricação de um software educacional usando a tecnologia da RA, focando nos primeiros ciclos do Ensino Fundamental e criar uma situação diferenciada ao processo de educação habitual brasileiro e incentivando o trabalho colaborativo entre os alunos.	
Encaminhamento metodológico: Revisão bibliográfica abordando a tecnologia da RA e o tema empregado, desenvolvimento do jogo da memória proposto de acordo com a contextualização da pesquisa, procedimento de aplicação do produto em uma escola e discussão dos resultados.	Resultados: É observado que 50% ou mais dos alunos não tiveram muitas dificuldades em instalar e utilizar o software. Também é revelado um alto grau de receptividade por parte dos alunos e que a maioria concorda de que o software possa despertar mais interesse no assunto abordado.
(CARRANÇA, 2017) - Tecnologias de Realidade Aumentada com aplicação ao ensino e divulgação da Astronomia e da Paleontologia	
Público alvo: Crianças dentre 8 a 15 anos de idade.	
Objetivo: A partir de um aplicativo que compreenda metodologias científicas e utilize a ferramenta de RA, melhorar o interesse e percepção de utilizadores, de modo que responda ao questionamento de se a RA se encontra em condições ideais para a construção de conteúdos digitais dimensionados em dispositivos <i>mobile</i> .	
Encaminhamento metodológico: Por meio de bibliotecas digitais e sítios <i>on-line</i> , é realizado um levantamento atualizado mediante aos conceitos a serem abordados na tese. Em sequência, é dado o desenvolvimento do aplicativo, através de diversos	Resultados: A maioria dos participantes teve aquisição de saber científico, salientando o fato de que o aplicativo poderá ter novos componentes integrados que podem agregar a experiência em seus aspectos produtivos e estimulantes

softwares computacionais. Em suma, há a aplicação de duas versões do produto, a fim de obter informações que servissem para o aperfeiçoamento do aplicativo.	
--	--

Percebe-se que as pesquisas buscam auxiliar o ensino de diversos conteúdos e conceitos por meio de aplicações que utilizem a RA, proporcionando a ampliação do interesse, entusiasmo e aprendizado dos alunos. Os encaminhamentos metodológicos adotados nas pesquisas analisadas são muito semelhantes: primeiramente realizando estudos aprofundados sobre questões específicas dos temas, para que então seja desenvolvido um produto didático, por meio de softwares computacionais para que sejam aplicados em um determinado público-alvo estudantil e ao fim analisada as suas devidas aplicações.

Com relação ao desenvolvimento das aplicações propostas, os autores demonstram dificuldades (particularmente com os softwares), tendo em vista que nem sempre os resultados desejados foram de fácil obtenção, como mostrado por Barreto (2016). Outro desafio, como apontado por Santos (2016) e Carrança (2017), foi o de que os respectivos aplicativos deveriam ser intuitivos o suficiente para estudantes de determinadas faixas etárias, somando ao fato de que os conteúdos presentes nos aplicativos deveriam estabelecer um nível de aprendizagem adequado dentro de sala de aula, já que o conteúdo deveria ser adaptado ao nível de ensino dos estudantes.

A RA é mesclada ao processo de aprendizagem, proporcionando maior dinamicidade no conteúdo curricular, aprimoramento na capacidade de compreensão dos utilizadores e abordagens mais subjetivas aos estudantes, ao mesmo tempo, induzindo ao aperfeiçoamento cognitivo. Neste contexto, a RA é considerada uma ferramenta eficaz em atingir grande receptividade dos estudantes fator que corrobora em tornar esta tecnologia não somente interessante em níveis convenientemente casuais, mas também, atrativa profissionalmente aos olhos modernos da sociedade por meio dos avanços científicos.

Isto posto, na seção a seguir, é apresentada a metodologia da pesquisa, assim como os conceitos pré-estabelecidos sobre a Astronomia e a Realidade Aumentada.

4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO: OS INSTRUMENTOS, OS DADOS COLETADOS E A ANÁLISE

Barreto (2016) afirma que “o avanço tecnológico para dispositivos móveis foi tão relevante que possibilitou uma nova modalidade de ensino, chamado de *mobile learning*, ou simplesmente *m-learning*”, modalidade esta que é utilizada na escola privada localizada no município de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba (PR). Nessa escola, foram realizadas as entrevistas e aplicação do software em RA desenvolvido, proporcionando a adequada avaliação de aspectos técnicos e específicos do aplicativo. A aplicação foi realizada com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, num total de três estudantes para as entrevistas e nove estudantes durante a observação.

Para esta pesquisa, foi desenvolvido o aplicativo denominado “*SkyConquest*”. Além do aplicativo, houve a criação de uma identidade visual para os marcadores, no total de 11 marcadores ilustrados, que descrevem informações educativas sobre cada astro do Sistema Solar abordado nesta pesquisa. Estes marcadores possuem “*targets*” (pontos de reconhecimento) para os dispositivos de reconhecimento do *SkyConquest* projetar a RA de cada corpo celeste com características visuais relacionadas às suas respectivas direções e velocidades de rotação, dimensões, todas em escala. Foram adicionadas também as órbitas correspondentes e, por final, inclinação do eixo imaginário.

Os três estudantes entrevistados foram escolhidos aleatoriamente pelos professores responsáveis pelas turmas e são denotados por P61, P62 e P63 para manter o sigilo de suas identidades. Ainda, foi elaborado e aplicado um questionário direcionado aos dois professores da escola que acompanharam o processo da pesquisa *in loco*. Assim, os instrumentos de coleta de dados, tendo a abordagem de pesquisa qualitativa, foram a observação e as entrevistas semi-estruturadas (realizadas em dois momentos).

A escola em questão integra tecnologias digitais, como *iPads*, para abordar conceitos escolares em sala de aula, condição conveniente para esta pesquisa, apesar do aplicativo ser destinado a dispositivos com o sistema operacional *Android* (não funcional em *iPads*). A entrevista inicial com os três estudantes ocorreu no primeiro momento de ida à escola. O nosso objetivo foi o de verificar o conhecimento prévio dos estudantes em relação ao tema do Sistema Solar e as características de seus astros. Também procuramos verificar se esses estudantes já haviam tido algum contato com aplicativos que utilizassem RA, mesmo que para outros fins que não didáticos.

Este instrumento é composto pelas seguintes perguntas: Você já usou algum aplicativo em RA antes? Você já jogou algum jogo sobre o Sistema Solar? O que você lembra sobre assuntos do Sistema Solar? O que você lembra sobre a movimentação dos planetas? O que você lembra sobre a classificação dos planetas? Você conhece alguma diferença dimensional entre os astros do Sistema Solar? Você já chegou a procurar sobre este assunto fora da escola?

Ao término da primeira entrevista, foi acordado com a escola que seriam fixados um cartaz (com instruções para download e instalação do *SkyConquest*) e os marcadores (para utilização do aplicativo) pelo período de 15 dias, nas paredes no corredor principal da escola. Neste sentido, foi tido como objetivo verificar o interesse dos mesmos pelo tema, de forma espontânea, sem que os professores solicitassem tal tarefa. Passado o período de 15 dias, retornamos à escola para conversar com a turma do 6º ano e auxiliá-los a realizar o download e instalação, visto que a maioria dos estudantes não possuía o sistema operacional necessário para utilização do *SkyConquest*, momento que realizamos a observação *in loco*.

Após o momento de experimentação do *SkyConquest* pelos estudantes, foi realizada uma nova entrevista com os três participantes da primeira entrevista. As questões eram relacionadas ao interesse e reações mútuas dos estudantes quando visualizaram os planetas em 3D, à identificação de diferenças nas características dos corpos celestes, tendo em consideração a opinião sobre o aplicativo e a sugestões sobre de que forma o *SkyConquest* poderia ser utilizado dentro de sala de aula.

Este instrumento foi composto das seguintes questões: Você já tinha utilizado RA antes de “*SkyConquest*”? O que mais lhe chamou atenção ao utilizar o “*SkyConquest*”? Como você aprendeu este conteúdo antes de usar o aplicativo? Você aprendeu algo novo sobre o Sistema Solar após utilizar esse aplicativo? Você conseguiu identificar alguma diferença entre alguns astros do Sistema Solar? Você acha que este aplicativo deveria ser parte da aula de ciências? Você acha que jogos de RA deveriam ser usados em outras disciplinas, como Matemática, Geografia, História e outras disciplinas?

O questionário direcionado aos dois professores (P1 e P2) que acompanharam as entrevistas e nossa observação *in loco* foi disponibilizado para que os mesmos pudessem respondê-lo e enviá-lo posteriormente. Nele, buscou-se verificar aspectos mais específicos do *SkyConquest*, tais como o seu download, instalação e eficiência no que se diz respeito ao seu propósito como material didático. Este instrumento foi composto por cinco perguntas em que suas respostas eram apresentadas em cinco níveis da escala de Likert (níveis de concordância, de “discordo totalmente” até “concordo totalmente”).

Os questionamentos que compõem esse instrumento são: O processo de instalação do *software* é intuitivo o suficiente para pessoas e alunos que não tenham conhecimento avançado de informática? O aplicativo cumpre a função educativa proposta? O *software* pode ser utilizado para despertar interesse e instigar a aprendizagem dos alunos? O *software* apresentado pode ser utilizado como uma revisão ou até como um suplemento para aulas que tratam sobre o tema? A experiência da RA com os alunos é, em suma, positiva e enriquece o processo de aprendizagem?

Desta forma, descritos os instrumentos de coleta de informações, na próxima seção são apresentados os dados coletados durante a aplicação.

3.1. Dados obtidos

A descrição dos dados nesta seção está separada por instrumentos de coletas de dados.

3.1.1. Entrevista inicial com os estudantes participantes

Segundo Santos (2016, p.69) “é importante envolver os usuários no processo de avaliação e utilizar uma metodologia de avaliação adequada como forma de garantir que certos fatores sejam considerados na avaliação”. Desta forma, ao iniciar a entrevista com os três estudantes, informamos quem éramos e nosso objetivo ali. Cabe ressaltar que a escola possui autorização dos responsáveis para esta forma de pesquisa, além disto, esta pesquisa está inserida em uma pesquisa maior aprovada em Comitê de Ética.

Quando perguntados se já haviam visto ou utilizado aplicativos com RA, dois participantes (P61 e P62) responderam que já conheciam. Ao perguntarmos se já haviam experimentado algum jogo relacionado ao Sistema Solar ou assuntos espaciais os dois participantes (P61 e P62) se mostraram cientes da existência deste tipo de jogo. Somente um dos participantes (P61) respondeu corretamente a quantidade e o nome de todos os planetas presentes no Sistema Solar, mas todos os participantes citaram alguns dos planetas existentes.

Quando perguntados se lembravam algo relacionado à movimentação dos planetas, os três participantes conseguiram identificar ao menos dois dos principais movimentos do planeta Terra: a rotação e a translação. Ao perguntarmos sobre a classificação dos planetas, dois dos participantes (P61 e P62) realizaram a classificação corretamente: planetas rochosos e planetas gasosos.

Sobre as noções dimensionais dentre os astros, os três entrevistados demonstraram o mínimo de conhecimento sobre as diferenças dimensionais entre alguns astros. No entanto, dois deles (P61 e P63) evidenciaram clara hesitação e insegurança quanto às próprias afirmações sobre o assunto. Já o participante (P62) afirmou que só obteve conhecimento das comparações dimensionais dos planetas quando confeccionou maquetes utilizando pequenas esferas de isopor.

A última pergunta realizada questionava se estes participantes já haviam pesquisado ou buscado aprender melhor sobre este conteúdo fora do ambiente escolar. Um dos participantes (P62) afirmou só ter procurado saber mais quando elaborava trabalhos escolares que exigiam pesquisas mais aprofundadas. Os demais participantes (P61 e P63) afirmaram que viam constantemente em canais de endereços de vídeo online e filmes de ficção científica. Neste caso, verificou-se a intensidade do interesse e conhecimento prévio dos alunos participantes sobre alguns aspectos do Sistema Solar, podendo-se acrescentar que a divulgação científica desempenha um papel importante para o aprendizado.

Durante a entrevista, dois participantes (P61 e P62) já haviam tido contato com RA, mesmo que não fosse relacionado ao tema do Sistema Solar. Um fato curioso que nos fez repensar em entrevistas futuras que venham a ser realizada ocorreu quando ao entrevistarmos o participante P63 sobre seu conhecimento em relação a Sistema Solar, o mesmo explanou sobre o sistema de

aquecimento solar residencial. Fato que instiga a pensar em como as informações alcançam os estudantes, por mais que os termos utilizados estejam corretamente empregados.

3.1.2. Observação da utilização do *SkyConquest*

Após as entrevistas com os três estudantes, os marcadores foram espalhados no corredor principal da escola, juntamente do cartaz informativo sobre o *software*. No entanto, devido ao fato de que muitos estudantes não possuíam dispositivos móveis com o sistema operacional *Android* (necessário para o funcionamento do *SkyConquest*) a experimentação do aplicativo ocorreu na segunda visita à escola, quando auxiliamos estudantes e professores no processo de download.

Nessa observação, estavam presentes todos os estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, turma composta de nove estudantes, desta forma, o experimento não foi realizado exclusivamente com os estudantes que participaram da entrevista. Foram poucos os aparelhos móveis capazes de executar o *SkyConquest*, devido ao sistema operacional, entretanto a aplicação foi realizada como o esperado (FIGURA 05).

FIGURA 05 – APLICAÇÃO DO *SKYCONQUEST* COM OS ESTUDANTES



FONTE: Os autores, 2020.

Durante a aplicação, foi constatada a empolgação dos participantes, visto que ao manipularem o aparelho, se mostravam admirados com a tentativa de segurar a visualização 3D dos astros com as próprias mãos. Notou-se a descoberta de características não conhecidas, tais como as velocidades e direções de rotação dos astros, bem como, a inclinação do eixo imaginário. Foi observado perplexidade de alguns participantes ao considerarem o marcador referente ao Sistema Solar, no qual são retratados os astros com dimensões em escala, em virtude da extensão minúscula de espaço que o planeta Terra representa com relação aos outros corpos celestes do sistema.

Também destacamos que, devido à dimensão dos astros estarem em escala, muitos não conseguiram visualizar o planeta Terra quando o *SkyConquest* apresentava o Sol. Neste caso, somente após uma intervenção, na qual apontamos o ponto azul (representação da Terra) na imagem dinâmica do Sistema Solar, é que os estudantes verificaram a grandiosidade dos corpos celestes, e quão pequena a Terra é, quando comparada ao Sol.

3.1.3. Entrevista final

Posterior ao período de aplicação foi realizada a entrevista com os três participantes da primeira entrevista (P61, P62 e P63) que também participaram da utilização do *SkyConquest*. Assim, a partir de novos questionamentos, buscamos verificar a recepção geral do aplicativo considerando os conhecimentos e interesses dos participantes, para que então, averiguar o aprendizado construído por meio das informações presentes nos marcadores e no aplicativo em si.

Ao serem questionados sobre o que mais havia chamado a atenção ao utilizar o aplicativo, um dos participantes (P61) respondeu: “Gostei de ver o tamanho dos planetas, a rotação deles [...] Eu lembro que fiz com Júpiter e a Terra, Marte e Terra, acho que Urano e Netuno. Vi que os planetas pareciam uns pontinhos pequenininhos”.

Com relação à utilização prévia da RA pelos participantes, apenas um dos participantes (P61) afirmou ter conhecimento de aplicativos que apresentavam este tipo de tecnologia. Ao serem questionados sobre o que mais havia chamado atenção durante a utilização do *SkyConquest*, houve um consenso de que a visualização 3D foi o principal aspecto que os atraiu. O participante P62 afirmou que “O que eu mais gostei é que teve o 3D (...) a gente consegue aprender mais vendo do que lendo”. Dois participantes (P61 e P63) afirmaram terem mais facilidade em visualizar as características dos astros a partir da visualização tridimensional do que a partir de uma imagem no livro.

Quanto ao aprendizado após utilizar o aplicativo, os participantes se referiram principalmente às características de rotação, inclinação do eixo imaginário e velocidade de rotação. Dois dos participantes (P61 e P63) mencionaram também que não tinham conhecimento da diferença das dimensões dos planetas. Quando perguntados sobre a identificação das características dos astros, os participantes citaram principalmente as diferenças entre as velocidades de rotação e dos dimensionamentos dos planetas por meio do marcador referente ao Sistema Solar. Um dos participantes (P61) identificou posições relativas dos astros a partir do Sol.

Quando questionados sobre como haviam aprendido este conteúdo antes de utilizarem o produto, os participantes responderam que geralmente viam imagens em livros e assistiam a vídeos curtos que mostravam o Sistema Solar. No entanto, o participante P63 afirma que os livros “não fariam essa comparação” presente no *SkyConquest*, ou seja, algumas características só puderam ser observadas a partir do aplicativo. Os três participantes informaram sobre a elaboração de maquetes de isopor que os auxiliavam a terem noções de posicionamento e dimensionamento, mas após a utilização do aplicativo, um dos participantes (P61) afirmou que não poderia realizar a maquete novamente em virtude da escala dos astros.

No momento em que foi perguntado se este aplicativo deveria estar presente nas aulas de ciências, todos os entrevistados concordaram com a proposição, e ainda, afirmaram que o *SkyConquest* os ajudaria a aprender melhor os conteúdos/conceitos em virtude da visualização ampliada concedida pela RA. Sobre isso, o participante P63 diz “iria ajudar para aprender, acho que se vê com mais clareza”. Isto comprova a importância e perspectivas possíveis dos aspectos da Expressão Gráfica na educação.

Ao perguntarmos se aplicativos semelhantes ao *SkyConquest* deveriam ser utilizados como auxílio em outras disciplinas como Matemática, Geografia, História, entre outras, houve novamente concordância positiva com relação à afirmação. Um dos participantes (P61) sugeriu as disciplinas de Geografia e Artes, pois, segundo ele, “estamos aprendendo relevo e acho que seria melhor para ver as elevações”. Este participante ainda complementa que a visualização fornecida pela tecnologia o auxiliaria a aprender melhor quaisquer conteúdos dados na escola, o que corrobora com a hipótese de que a maior compreensibilidade humana se dá a partir da visualização.

3.1.4. Questionário dos professores

Com relação à primeira afirmação, na qual aborda a complexidade da instalação, observou-se que um dos professores (P1) selecionou a opção de nível 2 e o outro (P2) nível 3, no nível de concordância com a afirmação. Com relação à questão que trata se o *SkyConquest* cumpria a função educativa proposta, ambos os professores entrevistados concordaram totalmente com a afirmação. Também houve concordância total na asserção de que o software poderia ser utilizado para

despertar interesse e instigar a aprendizagem dos alunos, diante da empolgação presenciada, diante dos marcadores.

Do mesmo modo, os dois professores concordaram completamente com a afirmação de que o *SkyConquest* poderia ser utilizado como uma revisão, ou até mesmo, como suplemento para aulas que tratam sobre o tema. Também houve consenso entre os professores na concordância total de que o uso da RA com os estudantes é positivo e que este processo enriquece o processo de ensino e aprendizagem.

Os professores ainda indicaram aspectos gerais como ampliar o catálogo de astros disponíveis para estudo, inserindo mais informações e outras classes de estrelas, buracos negros, entre outros corpos celestes que tanto deveriam ser estudados com equivalente profundidade nas aulas de ciências.

3.2. Análise dos dados obtidos

Após o processo de obtenção de dados, observou-se que com relação às características do Sistema Solar, os três participantes entrevistados demonstraram conhecimento esperado para seu nível escolar, mesmo que com algumas respostas inseguras. Isso provavelmente ocorra pelo fato de que, nesse ano, a grade curricular aborda à inserção do ensino da Astronomia de maneira mais abrangente, sendo um conhecimento ainda em construção. Verificou-se também que, por mais que os estudantes possuíssem algum conhecimento prévio sobre o tema, muitos se expressavam com pouca convicção, principalmente quanto às perguntas relacionadas às dimensões, à quantidade ou à ordem dos astros a partir do Sol. Também foi observado que boa parte dos participantes só foi instigada a procurar sobre o assunto fora da escola, especialmente quando solicitados pelos professores.

Durante a utilização do *SkyConquest*, muitos estudantes demonstraram grande interesse e entusiasmo, não somente pela tecnologia, mas também com o tema abordado, diante da forma em que foi apresentado. A partir das entrevistas, notou-se a existência de uma grande influência do conceito geral da Expressão Gráfica concernindo ao meio educacional, pois os três estudantes demonstraram afeito e mais facilidade a aprender conteúdos quando influenciados a interagir ou interpretar assuntos com o auxílio de ferramentas 3D, neste contexto, representado pela tecnologia da RA. Isso corrobora com Góes (2013), quando afirma que o campo de estudos Expressão Gráfica possui a finalidade de visualizar conceitos.

A partir das entrevistas pós-aplicação foi possível perceber a clara exaltação provinda da possibilidade de compreender um determinado objeto de maneira tridimensional e não preso a uma perspectiva fixa no livro. Neste caso, salienta-se novamente a importância da presença da Expressão Gráfica em ambientes escolares, ainda, como mediante à melhor compreensão dos estudantes, a partir de novas visualizações e formas de percepção concedidas pela tecnologia.

Em relação aos aspectos técnicos do software pode-se admitir o pleno funcionamento do produto, no entanto, exclusivamente para dispositivos *Android* 4.1 ‘Jelly Bean’ (API Level 16) até *Android* 8.1 ‘Oreo’ (API Level 27). Foi possível averiguar que, apesar da incompatibilidade dos dispositivos, o aplicativo *SkyConquest* foi capaz de prender a atenção dos estudantes e fornecer apoio educacional por meio da transmissão imediata de conteúdos sobre os astros do Sistema Solar.

Com fundamento nas respostas dos questionários destinados aos professores, foi possível compreender que a função didática proposta do aplicativo foi atingida e que o software pode ser utilizado como uma revisão ou suplemento para aulas que tratam sobre o tema. Também foi relatado que o aplicativo pode despertar o interesse e instigar a aprendizagem dos alunos. No entanto, acredita-se que algumas melhorias poderiam ser implementadas ao longo do tempo, tais

como adição de menus, legendas (como cena compartilhada) e comandos de comparação interativos.

Analisando as respostas dos entrevistados, pode-se concordar com a constatação de Santos (2016) que indica o fato dos estudantes afirmavam que softwares, semelhantes ao utilizado nesta pesquisa, “ajudavam a enriquecer o processo educacional e podem torná-lo mais atraente para o aluno” (SANTOS, 2016). Ainda, a autora afirma ser possível obter grandes níveis de aprendizado através da interatividade sensorial ou física. Neste contexto, sublinha-se o potencial característico para a integração da ferramenta de RA dentro de ambientes educacionais, não como substituição a métodos tradicionais, mas como contribuição educacional em sala de aula.

Desta forma, pode-se afirmar que a RA, como uma tecnologia digital no ambiente escolar, proporciona a construção de conhecimento que as tecnologias clássicas (como livros didáticos impressos) não proporcionam, ou seja, a tecnologia digital desta forma está sendo utilizada em sua potencialidade, não apenas como um recurso que substitui os demais utilizados no ambiente escolar, corroborando assim com os resultados de Schmitz, Reis e Lopes (2017), Barreto (2016), Santos (2016) e Carrança (2017). Segundo Abreu (2015), “parece que o investimento em recursos tecnológicos nas escolas é cada vez mais necessário nos dias atuais, pois nos aproxima do cotidiano da maioria dos estudantes”. Neste sentido, nota-se também, que é imprescindível o aumento na utilização dessas tecnologias devido as suas respectivas praticidades e aprimoramentos cognitivos proporcionados.

5. DISCUSSÕES FINAIS

Esta pesquisa apresentou características e a importância da Astronomia nos dias contemporâneos, enfatizando o aprendizado desta ciência durante as primeiras fases do Ensino Fundamental. O ato de elaborar material didático que aborde o tema que pode ser relacionado com a Astronomia, por muitas vezes, pode se tornar uma estratégia educativa, já que o seu conteúdo usualmente atrai a curiosidade dos estudantes dentro de sala de aula, promovendo motivação no ambiente escolar.

Durante a revisão de literatura foi possível notar expressivo interesse pela área da Astronomia, pois foram verificadas milhares de obras ao considerar os bancos de dados analisados. Este fato demonstra uma valorização e amplo reconhecimento desta Ciência em meio às pesquisas da comunidade científica. Foi observado também o aumento na utilização da tecnologia da RA dentro de ambientes escolares, objetivando o maior interesse e motivação dos estudantes em relação ao estudo da disciplina de ciências. Neste contexto, ressalta-se a importância da utilização desta ferramenta em virtude de sua praticidade, viabilidade e facilitação no aprendizado por parte dos discentes, mostrando-se um auxílio eficiente e conveniente para atividades experimentais dentro do ambiente educacional.

O aplicativo criado, denominado *SkyConquest* buscou demonstrar comparações entre corpos celestes do Sistema Solar, tendo ênfase em características fisicamente observáveis e buscando a maior aproximação de noções realistas com relação às características dos astros. Para o desenvolvimento deste aplicativo utilizou-se o entendimento de modelagem e animação 3D advindos do curso de Bacharelado em Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná e outros conhecimentos de programações e funcionamento da tecnologia da Realidade Aumentada.

Por fim, a proposta deste material didático com RA se fundamentou na aspiração pelo melhoramento educacional e divulgação científica da Astronomia no ensino, visando promover a maior insinuação de uma nova forma de aprender dentro de salas de aula, para que cada vez mais estudantes se interessem pelo ramo científico e suas vertentes. Ainda, pode-se afirmar que neste

projeto objetivou-se quebrar o legado monótono deixado pelas formas de ensino tradicionais, trazendo a sugestão de uma atualização nos métodos educacionais que conduzam ao aprendizado com maior significado aos discentes.

Conforme Santos (2016), “há uma necessidade premente de se romper com as amarras do ensino tradicional e ter consciência de que o mundo globalizado exige dos educadores, crianças e adolescentes a tarefa de absorver as novas tecnologias”. Deve haver maior encorajamento para a existência de mais profissionais educadores que compreendam e defendam o conceito presente na utilização de novas tecnologias como ferramentas de ensino. Com isso a RA, como recurso didático, não se limita às possibilidades de criação de aplicativos e auxílios educacionais, mas também, como ampliador ativo da imaginação de cada um dos alunos que interajam com ela.

A afirmação de que este tipo de ferramenta, ainda que recente, tenha potencial de agregar interesse e entusiasmo dos discentes com relação a conteúdos escolares, destranca uma gama de possibilidades educacionais a serem experimentadas. Esta afirmação deve-se ao avanço e crescimento simultâneo da utilização das tecnologias que se provam, cada vez mais, contribuir para atenção dos discentes e a obtenção de conhecimento em sala de aula. Ainda, há a existência do interesse pela utilização da RA, tanto por parte dos docentes, quanto dos discentes do Ensino Fundamental, o que pode antecipar uma possível nova forma tecnológica de ensino para os estudantes brasileiros.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. O. (2015). A realidade aumentada como recurso didático alternativo para o ensino de astronomia: uma sequência didática para o estudo do sistema solar. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e para Matemática) – Campus Jataí, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2015.
- BARRETO, E. S. (2016). FísicAR - Aplicativo com experimentos de física sobre colisões para educação básica em realidade aumentada para sistema *Android*. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Campus A. C. Simões, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.
- BAUM, L. (1901). *The Master Key. An electrical fairy tale founded upon the mysteries of electricity and the optimism of its devotees ... Illustrations, etc.* B.F. Stevens & Brown: London.
- CARRANÇA, J. A. G. (2017). Tecnologias de realidade aumentada com aplicação ao ensino e divulgação da astronomia e da paleontologia. Dissertação (Mestrado em Produção de conteúdos digitais) - Instituto Politécnico de Tomar, Portugal, 2017.
- G1.GLOBO.COM (2018). *Cientista que criou termo 'realidade aumentada' vibra com 'Pokémon Go'*. Disponível em: <<http://glo.bo/2bf0Pyo>>. Acesso em: 12 dez. 2018.
- GUSMÃO, T. C.; VALENTE, J. A.; DUARTE, S. B. (2017). A matéria escura no universo - uma sequência didática para o ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 39, nº 4, e4504, 2017.
- KAIZEN INSTITUTE. (2018). *A Importância de Ser Visual*. Disponível em <<https://br.kaizen.com/blog/post/2016/09/28/a-importancia-de-ser-visual.html>>. Acesso: 26 mai. 2018.
- LANGHI, R.; NARDI, R. (2007). Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v. 24, n. 1: p. 87-111, abr. 2007.
- NASA – National Aeronautics and Space Administration. (2018). *NASA's Kepler Mission Announces Largest Collection of Planets Ever Discovered*. Disponível em < <https://www.nasa.gov/press-release/nasas-kepler-mission-announces-largest-collection-of-planets-ever-discovered>>. Acesso: 26 mai. 2018.
- SANTOS, M. A. I. (2015). Utilização de realidade aumentada no desenvolvimento de software educacional: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2015.

SCHMITZ, E. M.; REIS, D. S.; LOPES, M. C. (2017). Desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar no ensino de sistema solar utilizando realidade aumentada. Revista de Sistemas e Computação, Salvador, v. 7, n. 2, p. 337-352, jul./dez. 2017.

SILVA, B. V. C.; CARVALHO, H. R.; NASCIMENTO, L. A. (2014). A história e filosofia da ciência em livros didáticos de ciências: o caso da história da astronomia no ensino fundamental. Universidade Federal do Piauí, 2014.

SILVA, K. A. C.; KIRNER, C. (2010). Vantagens educacionais no uso de jogos em Realidade Aumentada. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). v. 8 n° 3, dezembro, 2010.

SPACE.COM. (2018). An Alien Solar System: TRAPPIST-1 Discovery Tops Our 2017 Exoplanet List. Disponível em <<https://www.space.com/39211-trappist-1-exoplanets-solar-system-discovery-2017.html>>. Acesso: 11 dez. 2018.

SPACE.COM. (2019). First black hole photo by Event Horizon Telescope. Disponível em <<https://www.space.com/first-black-hole-photo-by-event-horizon-telescope.html>>. Acesso: 14 abr. 2019.