



UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
Escola de Ciências, Educação, Letras, Artes e Humanidades  
Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências  
Curso de Mestrado Profissional

# **REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O PROEJA**

**ALEX DE SANTANA RODRIGUES**



Duque de Caxias  
Dezembro/2019

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA:  
UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O PROEJA**

**ALEX DE SANTANA RODRIGUES**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre.

Área de concentração: Matemática

Orientadora  
*Dra. Jurema Rosa Lopes Soares*  
Profa. Adjunta  
Programa de Pós-Graduação em  
Ensino das Ciências  
Universidade do Grande Rio

R696r

Rodrigues, Alex de Santana.

Realidade aumentada no ensino e aprendizagem de geometria: uma proposta pedagógica para o PROEJA / Alex de Santana Rodrigues. – 2019. 155 f. : ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Educação, Ciências, Letras, Artes e Humanidades, 2019.

“Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jurema Rosa Lopes Soares”.

Referências: f. 143.

1. Matemática. 2. Realidade aumentada. 3. Geometria. 4. PROEJA. I. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”. II. Título.

CDD – 510

ALEX DE SANTANA RODRIGUES

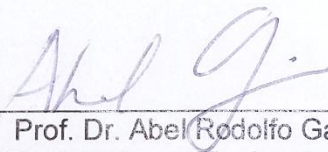
**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE  
GEOMETRIA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O PROEJA**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências na Educação Básica (PPGEC) da Universidade do Grande Rio como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre.

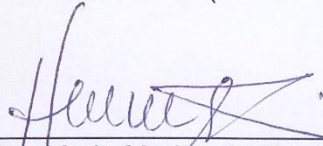
Aprovada em 9 de dezembro de 2019, por:



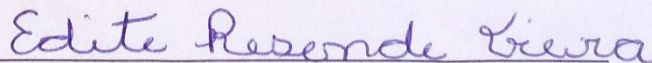
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Jurema Rosa Lopes Soares (Orientadora)  
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências na Educação Básica  
Escola de Ciências, Educação, Letras, Artes e Humanidades  
Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO)



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Abel Rodolfo Garcia Lozano  
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências na Educação Básica  
Escola de Ciências, Educação, Letras, Artes e Humanidades  
Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO)



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Haydea Maria Marino de Sant'anna Reis  
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências na Educação Básica  
Escola de Ciências, Educação, Letras, Artes e Humanidades  
Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO)



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Edite Resende Vieira  
Programa de Mestrado Profissional Práticas de Educação Básica  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura  
Colégio Pedro II (CPII)

Dedico este trabalho à minha esposa, querida e grande companheira, Andrea Luciane, que com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, e às minhas filhas Camila e Clara.

Um guerreiro sem espada  
Sem faca, foice ou facão  
Armado só de amor  
Segurando um giz na mão  
O livro é seu escudo  
Que lhe protege de tudo  
Que possa lhe causar dor  
Por isso eu tenho dito:  
Que eu tenho fé e acredito  
Na força do professor.

*Bráulio Bessa*

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de fazer um agradecimento especial para todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para que eu ingressasse neste curso de Mestrado e na condução da pesquisa.

À minha orientadora, profa. Dra. Jurema Rosa Lopes, que com sua brilhante capacidade, disponibilidade e eficiência, soube me conduzir nesta pesquisa, na qual tive a sorte grande para que me orientasse e levarei seus ensinamentos para toda minha vida.

À minha coorientadora, profa. Dra. Eline das Flores Victor, que também me ajudou em todas as fases da pesquisa e me auxiliou na elaboração do Produto Educacional.

Aos professores da banca avaliadora, profa. Dra. Edite Resende Vieira, Prof. Dr. Abel Rodolfo Garcia Lozano e Profa. Dra. Haydea Maria Marino de Sant'anna Reis, que, com suas sugestões pertinentes e correções, também contribuíram muito para o enriquecimento desta pesquisa.

À minha amiga e professora de Inglês do Colégio Pedro II, Marina Meira, pelo auxílio e correção no trabalho.

À Secretaria Municipal de Educação, da Prefeitura de Duque de Caxias, que me concedeu uma bolsa de estudos para este curso de Mestrado.

Ao professor e amigo Valmir Jhonatta (Jhon), pelo estímulo e apoio para ingressar neste curso de mestrado.

Aos alunos do Proeja do Colégio Pedro II, campus Duque de Caxias, pela participação nesta pesquisa.

E *last but not least*, ao professor de Matemática do Colégio Pedro II, campus Duque de Caxias, Leandro de Souza Gonçalves, que com uma excelente didática com os alunos do PROEJA, sugestões e auxílio, proporcionou uma excelente contribuição.

## APRESENTAÇÃO

A minha primeira experiência profissional começou há 21 anos, no final da década de 90, exercendo o cargo de auxiliar de escritório, numa instituição filantrópica denominada Associação Cristã de Moços - ACMRJ, na qual oferece serviços de atividades físicas, sociais, culturais e ambientais. Anos depois, nessa mesma instituição, fui promovido a auxiliar de coordenação, realizando atividades no departamento responsável pela promoção de projetos sociais para comunidades de baixa renda.

Nesse período, a internet estava começando a ser utilizada fora do meio acadêmico, e foi trabalhando nessa instituição que experimentei o meu primeiro contato com as tecnologias digitais, como computador e internet, e iniciei a minha trajetória como professor de informática. Após concluir um curso de capacitação de instrutores de informática, lecionei aulas voluntariamente de informática básica para crianças, adolescentes e pessoas da terceira idade de comunidades de baixa renda, durante seis anos, no Projeto de Iniciação à Informática da ACMRJ.

Após o encerramento do meu vínculo empregatício com a ACMRJ e a conclusão da minha graduação, fui lecionar aulas de informática em algumas escolas privadas e empresas, ministrando conteúdos como aplicativos de escritório, redes de computadores, programação, arquitetura de computação, montagem e manutenção de computadores. Nesse período, também trabalhei como professor contratado da Fundação de Apoio as Escolas Técnicas do Estado do Rio de Janeiro - FAETEC, lecionando aulas de informática básica para jovens e adultos.

Posteriormente, no ano de 2006, fui aprovado no concurso para docente efetivo de informática educativa do Colégio Pedro II, da Rede Federal de Educação, onde atuo até hoje. Nos primeiros quatro anos de atuação docente no Colégio Pedro II, lecionei aulas de informática técnica para os alunos do curso técnico de informática do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos - PROEJA.

Ainda no Colégio Pedro II, logo após esse período lecionando aulas para jovens e adultos, passei a atuar como professor de informática educativa junto aos alunos do segundo segmento do ensino fundamental. O objetivo da informática educativa é atuar como uma interface para auxiliar a construção do conhecimento, proporcionando ambientes de aprendizagem que privilegiem a atuação colaborativa e a integração curricular numa perspectiva interdisciplinar de trabalho por projetos, utilizando-se das diversas tecnologias digitais como recursos didáticos para as práticas pedagógicas.

A minha trajetória no Colégio Pedro II inclui, além de lecionar aulas de informática, o exercício nos cargos de coordenador de disciplina, coordenador adjunto do



Departamento Pedagógico de Ciências da Computação (eleito pelos meus pares em reunião de colegiado) e coordenador pedagógico do Centro de Inclusão Digital.

Logo após ser aprovado no Colégio Pedro II, também fui aprovado em 1º lugar no concurso para docentes de informática da Secretaria Estadual de Educação - SEEDUC RJ. Trabalhei numa escola desta rede estadual por sete anos e lecionava aulas de planilhas eletrônicas avançada, com foco na gestão de negócios, contabilidade e administração para os alunos jovens e adultos do curso técnico de contabilidade. Nesta escola, também atuei como articulador pedagógico. No ano de 2016 pedi exoneração desta secretaria para tomar posse num outro concurso docente.

Recentemente, também fui aprovado em 3º lugar no concurso para professor de informática educativa da Secretaria Municipal de Educação de Duque de Caxias - SMEDC, onde atuo até a presente data. Nas escolas municipais da SMEDC tenho atuado com alunos da educação infantil até o quinto ano do primeiro segmento do ensino fundamental. O trabalho pedagógico realizado junto a esses alunos envolve o uso dos recursos tecnológicos somados ao trabalho realizado na sala de aula, a fim de desenvolver na criança a capacidade de aprender e compreender.

As atividades com as crianças no laboratório de informática da SMEDC são realizadas de modo a ampliar o ambiente alfabetizador com os recursos tecnológicos, estimular a comunicação por meio de diferentes linguagens, desenvolver o raciocínio lógico-matemático e proporcionar situações em que os alunos sejam protagonistas de suas produções. Minha experiência como docente no uso de tecnologias na educação, nessas últimas instituições de ensino, evidencia que consigo transitar nos mais diferentes níveis de educação, passando pela educação infantil até o ensino de jovens e adultos.

Em relação a minha trajetória acadêmica, me formei em Licenciatura em Informática pela Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO, no ano de 2006, e em seguida cursei uma especialização em Gestão de Tecnologia da Informação em Ambientes Educacional pela Faculdade de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro - FAETERJ, concluída no ano de 2013.

A minha formação continuada, nas áreas de tecnologia e educação, tem sido fundamental para a minha prática pedagógica. Participei de cursos de capacitação, os quais destaco: “Gamificação para a Educação”, “Capacitação em Novas Tecnologias com Abordagem Metacognitiva”, “Informática Educativa: reflexão, teoria e prática” e “Utilizando as diferentes tecnologias na prática pedagógica”. Participei também de diversos eventos acadêmicos e científicos, seminários, palestras, congressos e encontros.

Com relação a minha produção intelectual, publiquei 8 artigos em revistas, periódicos e anais de congressos, com destaque para as publicações “Produção de jogos digitais como recurso didático na prática pedagógica” na Revista do Seminário Mídias &

Educação - v. 2, “O Uso de Mapas Conceituais por Alunos de Ensino Médio de Jovens e Adultos” na Revista Tecnologias na Educação - v. 3 e “Formação continuada e TICs: uma complementação à prática educativa no ensino fundamental do colégio estadual Fernando Figueiredo” na RevISTa: Publicação técnico-científica do IST-Rio - v. 3.

Também tive a oportunidade de apresentar alguns trabalhos e palestras, com destaques para “O diálogo interdisciplinar como construtor de saberes: uma proposta de trabalho a partir da aproximação de diferentes disciplinas na escola”, no I SELEIA – CEFET RJ; “Proposta de Estratégia de Sensibilização Utilizando Recursos de Realidade Aumentada”, na XIX Conferência Internacional sobre Informática na Educação; e “Integração do Google Docs ao Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle: Uma Experiência para Elaboração Colaborativa de Artigos”, no Moodle Moot 2011.

Como membro de comissão organizadora de eventos culturais, pedagógicos e acadêmicos técnicos-científicos, colaborei na organização de 8 eventos, sendo os principais o “Seminário Mídias & Educação”, do Colégio Pedro II; “I Seminário Interno de Informática Educativa”, do Colégio Pedro II; e “V Workshop Nacional de Desenvolvimento Social”, da ACMRJ.

Por fim, a minha produção intelectual inclui também a elaboração de apostilas, cursos ministrados, projetos de curso desenvolvido, participação em bancas de processo seletivo de professor substituto, participação em bancas de avaliação de Reconhecimento de Saberes e Competências de Docente e desenvolvimento do *software* “Sistema de Registro de usuários do Projeto ACM Criança no Esporte”.

Durante a minha atuação por muitos anos como docente da área de informática, observei que os alunos considerados Imigrantes Digitais ainda tinham muita dificuldade em lidar com as tecnologias. Diante disso, senti a necessidade de realizar uma pesquisa a nível de mestrado, com sólidos conhecimentos e fundamentação, que pudesse contribuir e beneficiar não só esse público-alvo, mas também a minha formação, a comunidade acadêmica e a educação básica.

ALEX DE SANTANA RODRIGUES. **Realidade aumentada no ensino e aprendizagem de geometria: uma proposta pedagógica para o PROEJA. 2019.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências – Universidade do Grande Rio, UNIGRANRIO, Duque de Caxias. Rio de Janeiro. 2019.

## RESUMO

Uma das tecnologias digitais que vêm sendo desenvolvidas nos laboratórios nos últimos anos, e ganhando cada vez mais espaço nos ambientes educacionais, é a realidade aumentada. Trata-se de uma tecnologia que permite uma maior interação de objetos do mundo real com o mundo virtual, na qual o usuário permanece no ambiente físico e real, e o objeto virtual é transportado para seu ambiente. Esta dissertação apresenta uma pesquisa sobre as potencialidades a serem exploradas da tecnologia de realidade aumentada, a partir de seu uso como ferramenta de apoio na aprendizagem de geometria. A pesquisa foi desenvolvida em um Colégio Público Federal no Rio de Janeiro, com alunos do ensino médio do Proeja (Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos), e procurou responder à seguinte pergunta: como a tecnologia de realidade aumentada contribui para a aprendizagem de Geometria dos alunos imigrantes digitais do Proeja? O principal objetivo deste trabalho foi, portanto, investigar as implicações do uso da tecnologia de realidade aumentada para o ensino e a aprendizagem de Geometria dentro dessa modalidade de ensino específica. Para auxiliar na condução dessa investigação, foi elaborado um produto educacional como suporte para o aprendizado de geometria. O produto educacional proposto é um Instrumento Didático Interativo, baseado em tecnologia de realidade aumentada, voltado para os alunos imigrantes digitais do Proeja. Esse instrumento é constituído de um aplicativo de realidade aumentada para *smartphones* e um Guia de Aprendizagem, permitindo que o aluno direcione a câmera do smartphone para o Guia de Aprendizagem e se submeta a uma experiência interativa com realidade aumentada. Além de compreender um elemento novo de estudo, que é o uso da referida tecnologia por alunos considerados imigrantes digitais de uma determinada modalidade educacional, esta pesquisa se constitui também em uma averiguação de observações, pesquisas e teorias de autores sobre tecnologia de realidade aumentada, nativos digitais e imigrantes digitais, ensino e aprendizagem de jovens e adultos e aprendizagem móvel. Como arcabouço metodológico, a fim de validar o produto educacional e alcançar os objetivos propostos nessa pesquisa, adotamos a metodologia de Engenharia Didática. Essa metodologia prevê quatro fases de investigação, cada qual correspondendo a uma série de atividades. O produto foi utilizado pelos alunos do PROEJA, que, após sua experimentação, preencheram um questionário a fim de validá-lo. Os dados coletados e as análises em que eles foram submetidos foram bastante satisfatórios, de modo que podemos concluir que a tecnologia de realidade aumentada favoreceu a criação de um ambiente de aprendizagem móvel, produziu um ambiente facilitador, interessante e interativo para a aprendizagem de geometria, e requereu procedimentos metodológicos e infraestrutura tecnológica simples para dinamizar atividades pedagógicas, a exemplo de uma atividade sobre poliedros de Platão.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada. Geometria. Proeja.

## ABSTRACT

Augmented reality is one of the digital technologies that have been developed in laboratories in recent years, steadily gaining ground in educational environments. This technology allows for greater interaction between objects from the real and virtual worlds, in which the user remains in the physical and real environment, while the virtual object is transported into it. This dissertation presents a study on the potentialities (to be explored) of augmented reality technology, based on its use as a supporting tool for Geometry learning. The research was conducted in a public federal school in Rio de Janeiro, with students from PROEJA (a Brazilian Program for the Integration of Vocational and Academic Education in the context of youth and adult education). The question it aimed to answer was: how does augmented reality technology contribute to the learning of Geometry by PROEJA's digital immigrant students? Therefore, the main objective of this research was to investigate the implications of the use of such technology for the teaching and learning of Geometry in this specific context of youth and adult education. In order to assist the conduction of this investigation, an educational product was devised to support Geometry learning. The proposed product is an Interactive Didactic Instrument, based on augmented reality (AR) technology, targeted to digital immigrant students from PROEJA. This instrument is composed of an AR smartphone app and a Learning Guide, allowing the student to direct the smartphone camera to the Learning Guide and undergo an interactive experience with augmented reality. Besides approaching a new object of inquiry, which is the use of the above-mentioned technology by young and adult students deemed digital immigrants, this study also consists in an investigation of observations, research and theories on augmented reality technology, digital natives and immigrants, youth and adult teaching and learning, and mobile learning. As a methodological framework, in order to validate the educational product and fulfill the target aims of this research, we adopted the Didactic Engineering methodology, which entails four phases of inquiry, each of which corresponding to a set of activities. The product was used by PROEJA students, who – after experimenting with it – filled in a questionnaire so as to validate it. The collected data and their subsequent analyses were highly satisfactory, leading to the conclusion that the augmented reality technology promoted the development of a mobile learning environment, produced an enabling, interesting and interactive environment for the learning of geometry, and required simple methodological procedures and technological infrastructure to make educational activities more dynamic, such as the one about Platonic polyhedra.

**Keywords:** augmented reality, geometry, Proeja.

## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

2D - Bidimensional

3D - Tridimensional

AR SDK – Augmented Reality *Software* Development Kit (kit de desenvolvimento de *software* de realidade aumentada)

CGI – Comitê Gestor da Internet no Brasil

EJA – Educação de Jovens e Adultos

IDE – Integrated Development Environment (ambiente de desenvolvimento integrado)

PROEJA – Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 01: Sistemas HMD e Videoplace .....	35
Ilustração 02: Sistema desenvolvido por Caudell e Mizell .....	36
Ilustração 03: Realidade aumentada imersiva e não imersiva.....	38
Ilustração 04: Funcionamento da tecnologia de realidade aumentada .....	38
Ilustração 05: Objetos virtuais tridimensionais projetados .....	39
Ilustração 06: Marcadores de realidade aumentada utilizado no aplicativo proposto .....	40
Ilustração 07: Representação do quadrilátero no plano bidimensional (2D) .....	64
Ilustração 08: Faces, arestas e vértices de um cubo.....	64
Ilustração 09: Representação de um sólido geométrico em três dimensões .....	65
Ilustração 10: Perspectiva de um hexaedro .....	65
Ilustração 11: Os cinco poliedros de Platão .....	66
Ilustração 12: Associação dos poliedros com elementos naturais.....	66
Ilustração 14: Translação de um cubo no espaço antes e depois .....	68
Ilustração 15: Escalonamento de um cubo antes e depois.....	68
Ilustração 16: Rotação de um hexaedro.....	68
Ilustração 17: Planificação dos poliedros de Platão .....	70
Ilustração 18: Fases da Engenharia Didática .....	75
Ilustração 19: Histórico escolar dos alunos .....	88
Ilustração 20: Características dos alunos nativos e imigrantes digitais .....	90
Ilustração 21: Atividades realizadas nos smartphones.....	91
Ilustração 22: Ambiente de aprendizagem móvel.....	92
Ilustração 23: Frequência de uso de smartphones.....	92
Ilustração 24: Conhecimento de tecnologia de realidade aumentada .....	93
Ilustração 25: Reconhecendo ilustrações geométricas .....	94
Ilustração 26: Identificando arestas, vértices e faces .....	94
Ilustração 27: Instrumento Didático Interativo .....	95
Ilustração 28: Elementos constituintes na concepção do aplicativo .....	97
Ilustração 29: Marcadores de realidade aumentada utilizado no aplicativo proposto .....	100
Ilustração 30: Capa e contracapa do Guia de Aprendizagem .....	102
Ilustração 31: Página catalogação e apresentação .....	103
Ilustração 32: Instruções do Guia de Aprendizagem .....	103
Ilustração 33: Instrução e sumário .....	104
Ilustração 34: Introdução ao tema poliedros de Platão.....	104
Ilustração 35: Guia sobre poliedro Hexaedro .....	105
Ilustração 36: Funcionamento da realidade aumentada no aplicativo .....	106

Ilustração 37: Dodecaedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem .....	106
Ilustração 38: Gestos manuais na tela do smartphone para manipular poliedros .....	106
Ilustração 39: Interação com Hexaedro.....	107
Ilustração 40: Guia sobre poliedro Dodecaedro .....	107
Ilustração 41: Dodecaedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem .....	108
Ilustração 42: Guia sobre poliedro Tetraedro .....	108
Ilustração 43: Tetraedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem .....	109
Ilustração 44: Guia sobre poliedro Octaedro .....	109
Ilustração 45: Octaedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem .....	110
Ilustração 46: Guia sobre o poliedro Icosaedro .....	110
Ilustração 47: Icosaedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem .....	111
Ilustração 48: Guia sobre planificação do Hexaedro .....	111
Ilustração 49: Criando planificações do Hexaedro .....	112
Ilustração 50: Guia sobre espaço 3D .....	112
Ilustração 51: Exibição do hexaedro e dos botões virtuais.....	113
Ilustração 52: Guia sobre Relação de Euler .....	113
Ilustração 53: Exibição de vídeo sobre o marcador .....	114
Ilustração 54: Alunos recebendo orientações para instalação do aplicativo .....	115
Ilustração 55: Aluno visualizando o poliedro hexaedro pelo aplicativo .....	116
Ilustração 56: Professor de matemática auxiliando no conteúdo de geometria .....	116
Ilustração 57: Aluno rotacionando o poliedro icosaedro .....	117
Ilustração 58: Aluno usando o recurso de exibição de vídeo .....	118
Ilustração 59: Aluno usando exercício de planificação do hexaedro .....	118
Ilustração 60: Instalação do aplicativo PoliedroRA.....	119
Ilustração 61: Facilidade para instalação do aplicativo PoliedroRA.....	120
Ilustração 62: Potencial pedagógico.....	122
Ilustração 63: Funcionalidades do aplicativo PoliedrosRA .....	124
Ilustração 64: Guia de Aprendizagem .....	126
Ilustração 65: Aprendizagem móvel .....	127
Ilustração 66: Lematização das palavras .....	128
Ilustração 67: Nuvem de palavras.....	129
Ilustração 68: Análise de similitude .....	130

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Questões auxiliares da revisão da literatura .....	26
Quadro 02: Critérios de inclusão e exclusão .....	27
Quadro 03: Benefícios particulares da aprendizagem móvel .....	47
Quadro 04: Propriedades dos poliedros de Platão .....	67
Quadro 05: Objetivos e embasamentos teóricos do Questionários A.....	78
Quadro 06: Perguntas do Questionários A.....	78
Quadro 07: Categorias de propósitos do Questionário B .....	82
Quadro 08: Perguntas do questionário B .....	84
Quadro 09: Questões abertas.....	128
Quadro 10: Principais ideias contidas nas respostas dos alunos .....	131
Quadro 11: Agrupamento dos vocabulários homogêneos.....	131



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2. AS INTERAÇÕES DO HOMEM COM AS TECNOLOGIAS DIGITAIS: REFLEXÕES E BENEFÍCIOS DESSA RELAÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Trabalhos correlacionados do uso da realidade aumentada na Geometria .....</b>	<b>25</b>
2.1.1. Principais destaques das publicações encontradas .....	28
2.1.2. Breve análise e discussão dos dados.....	31
<b>2.2. Tecnologia de realidade aumentada.....</b>	<b>32</b>
2.2.1. A interação homem-computador na realidade aumentada .....	33
2.2.2. Realidade aumentada: origens, conceitos e funcionalidades.....	34
2.2.3. Arquitetura de realidade aumentada .....	36
<b>2.3. Os Nativos Digitais e Imigrantes Digitais .....</b>	<b>41</b>
<b>2.4. Os benefícios da Aprendizagem Móvel .....</b>	<b>45</b>
<b>3. EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E A GEOMETRIA .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1. Uma breve retrospectiva histórica e pedagógica da educação de jovens e adultos</b>	<b>53</b>
3.1.1. Aspectos históricos da Educação de Jovens e Adultos no Brasil .....	56
<b>3.2. O PROEJA no âmbito do Colégio Pedro II .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.1. Os princípios do Documento Base PROEJA .....</b>	<b>62</b>
<b>3.3. Dimensão Epistemológica: as características do saber “Poliedros de Platão” .....</b>	<b>63</b>
3.3.1. Escalonamento, rotação, translação e o espaço tridimensional .....	67
3.3.2. A relação de Euler .....	69
3.3.3. Planificação dos Poliedros .....	69
<b>4. METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1. A investigação baseada na metodologia de Engenharia Didática .....</b>	<b>71</b>
<b>4.2. Procedimentos e instrumentos de coleta de dados .....</b>	<b>77</b>
4.2.1. Questionário A - Perfil alunos e verificação diagnóstica.....	77
4.2.2. Questionário B - Experimentação e validação do produto educacional .....	82
<b>4.3. O Campo empírico da pesquisa: Colégio Pedro II Campus Duque de Caxias .....</b>	<b>86</b>
<b>4.4. Os sujeitos da pesquisa: alunos do Ensino Médio do PROEJA.....</b>	<b>87</b>
4.4.1. O histórico escolar dos alunos: .....	87
4.4.2. As características de Nativos Digitais e Imigrantes Digitais dos alunos .....	88
4.4.3. O potencial de aprendizagem móvel nos alunos: .....	91
4.4.4. Os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de geometria: .....	93
<b>5. INSTRUMENTO DIDÁTICO INTERATIVO: TRAZENDO UM POUCO DE MÁGICA PARA A SALA DE AULA!.....</b>	<b>95</b>
<b>5.1. Aplicativo PoliedrosRA: questões preliminares e concepção.....</b>	<b>96</b>

<b>5.2. Desenvolvimento do Aplicativo PoliedrosRA .....</b>	<b>99</b>
<b>5.3. O Guia de Aprendizagem e funcionalidades do aplicativo PoliedrosRA .....</b>	<b>101</b>
<b>5.4. Experimentação do produto.....</b>	<b>114</b>
5.4.1. <i>Primeiro encontro de utilização do Produto Educacional .....</i>	<i>114</i>
5.4.2. <i>Segundo encontro de utilização do Produto Educacional.....</i>	<i>116</i>
5.4.3. <i>Terceiro encontro de utilização do Produto Educacional.....</i>	<i>117</i>
<b>6. ANÁLISE À POSTERIORI E VALIDAÇÃO DO PRODUTO.....</b>	<b>119</b>
<b>6.1. Resultados obtidos e análises das questões fechadas .....</b>	<b>119</b>
<b>6.2. Análise da experiência dos alunos do PROEJA no uso do Produto Educacional .</b>	<b>128</b>
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>136</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>138</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>144</b>
<b>Anexo 1. Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa Unigranrio .....</b>	<b>145</b>
<b>Anexo 2. Parecer Pró-reitoria de pós-graduação do Colégio Pedro II .....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>147</b>
<b>Apêndice 1. Questionário A - Perfil alunos e verificação diagnóstica .....</b>	<b>148</b>
<b>Apêndice 2. Questionário B - Experimentação e validação do produto educacional ...</b>	<b>151</b>
<b>Apêndice 3. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) .....</b>	<b>154</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nessas últimas duas décadas, atuando como docente de tecnologias na educação, foi possível perceber que em virtude do progresso científico e tecnológico, e uma maior oportunidade de acesso e disseminação das tecnologias digitais, estamos a cada dia que passa nos consolidando como uma sociedade tecnologicamente dependente. A rapidez dos processos de comunicação, na atual sociedade da informação e do conhecimento, vem derrubando barreiras geográficas e torna-se quase improvável não utilizarmos um artefato que não seja tecnológico para o exercício profissional, tarefas cotidianas ou entretenimento.

As tecnologias digitais, compreendidas como um conjunto de equipamentos e aplicações tecnológicas que transformam qualquer dado ou linguagem em sistema binário (0 e 1), estão presentes em diversos segmentos da sociedade e das áreas do conhecimento humano. Internet, computadores, tablets, aplicativos e smartphones são exemplos de tecnologias digitais indispensáveis para aumentar a produtividade, armazenar e difundir informações. É inegável o quanto, de fato, essas tecnologias têm sido importantes para o avanço do conhecimento.

No decorrer dos últimos anos temos observado as tecnologias digitais se evidenciando como uma ferramenta muito favorável para o aprendizado dos alunos da educação básica. Algumas tecnologias digitais têm o potencial de provocar mudanças consideráveis na educação. Diversos autores e pesquisadores como Kirner e Kirner (2011), Moran (2012), Tajra (2012), Valente (1999), Mattar (2010) e Capella e Barba (2012) têm dedicado suas pesquisas para evidenciar a importância dessas tecnologias nos ambientes educacionais.

Apesar da profunda desigualdade de uma série de grupos sociais e da reduzida cidadania digital, tem crescido nos últimos anos, ainda que de forma tímida, o uso de tecnologias digitais nas escolas, conforme indica a “Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras” (CGI, 2018), que busca mapear anualmente o uso e acesso das ferramentas tecnológicas em escolas.

O papel das tecnologias digitais vem merecendo destaques em diversos documentos institucionais, como nos Parâmetros Curriculares Nacionais e, atualmente, na Base Nacional Comum Curricular. Além disso, programas do governo federal na área de tecnologia e educação, como o Programa de Inovação Educação Conectada, buscam apoiar a universalização do acesso à internet de alta velocidade e fomentar o uso de tecnologias digitais na educação básica. Essas iniciativas reforçam a necessidade dessas tecnologias digitais serem incorporadas no cotidiano escolar e nas práticas pedagógicas dos professores, como uma ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem.

De fato, a primeira motivação para a realização do presente trabalho de pesquisa foi o de reconhecer a tecnologia digital como importante ferramenta de apoio na prática pedagógica do professor e na aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, o tema principal abordado neste trabalho de pesquisa é o uso das tecnologias digitais na educação.

Pesquisas com soluções tecnológicas, numa sociedade que avança a cada dia, podem ser utilizadas como ferramentas de apoio nas estratégias de ensino-aprendizagem. Uma das tecnologias digitais que vem sendo desenvolvida nos laboratórios nos últimos anos e ganhando cada vez mais espaço nas diversas atividades humanas e nos ambientes educacionais, devido principalmente a melhora no desempenho dos recursos computacionais, é a realidade aumentada.

Trata-se de uma tecnologia na qual se permite uma maior interação de objetos do mundo real com o mundo virtual (ambientes simulados com recursos computacionais). Nesta tecnologia, o usuário permanece no ambiente físico e real e o objeto virtual é transportado para o ambiente do usuário, onde o usuário pode interagir com o objeto virtual.

Na realidade aumentada não é necessário a utilização de recursos avançados ou complexos e nem a necessidade de adaptação e treinamento para a sua utilização (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006). No entanto, é preciso criar objetos virtuais, posicioná-los, mostrá-los no cenário real e manuseá-los, proporcionando assim uma experiência imersiva e interativa ao usuário. Apesar da realidade aumentada ter sido idealizada há pouco mais de 40 anos, foi apenas na última década que ela começou a ser bastante difundida, principalmente devido à melhora nos recursos computacionais (KIRNER; KIRNER, 2011) e, atualmente, pela popularização e recursos avançados dos dispositivos móveis.

As pessoas nascidas no final do século XX já nasceram e cresceram no ambiente das tecnologias digitais. Nesse contexto, esse público que nasceu e cresceu em meio as tecnologias digitais é chamado por Prensky (2001) de “Nativos Digitais”, pois também tiveram uma maior oportunidade de acesso e vivências das tecnologias. No entanto, existe um outro grupo que não nasceu e nem cresceu em meio a disseminação e popularização do acesso às tecnologias digitais.

Nesse grupo, estão os adultos e pessoas da terceira idade, nascidos antes das duas últimas décadas do século XX, oriundos de uma cultura que, no passado, se constituía em torno de materiais impressos. Esse grupo, em certo momento de suas vidas, foram atraídos pelas tecnologias digitais e, seja por necessidade, ou para se adaptar ao ambiente, acabaram adotando, ou “migrando” para as novas tecnologias digitais. É para esse público, denominado por Prensky (2001) de “Imigrantes Digitais”, a que esta pesquisa se destina.

Outra questão relacionada à educação, na qual tem se tornado um dos grandes desafios do sistema educacional, é a taxa de conclusão do ensino médio. Muitos alunos não conseguem concluir na idade adequada, por diversas razões, e acabam abandonando o ensino médio. Visto que já é difícil concluir o ensino médio na idade adequada, imagine para os alunos que já terminaram o ensino fundamental há muito tempo e hoje são adultos e pessoas da terceira idade sem o ensino médio completo. Esse público acaba se tornando uma população sem qualificação e a falta do ensino médio acaba sendo mais um problema para conseguir emprego.

Para promover as pessoas que não conseguiram acesso ao ensino médio, concluíram o ensino fundamental há muitos anos ou estão em busca de um curso profissionalizante, o governo federal criou o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos - PROEJA. Instituído no ano de 2005, o PROEJA passou por uma ampliação em termos de abrangência e aprofundamento em seus princípios pedagógicos, visando atender à demanda de jovens e adultos pela oferta de educação profissional técnica de nível médio.

Ofertado, inicialmente, pela Rede Federal de Educação, os alunos do PROEJA são, na sua maioria, adultos que estão afastados há muito tempo dos estudos e, interessados em concluir o ensino médio e/ou possuir um curso técnico de qualidade, têm a oportunidade de ingressar no PROEJA. Os alunos do Proeja, sujeitos dessa pesquisa, estão matriculados no Colégio Pedro II do Campus Duque de Caxias/RJ. São de uma geração chamada "Imigrante Digital", visto que experimentaram o contato com as tecnologias digitais já na idade adulta e, agora, procuram se adequar a esse mundo.

Com o currículo, tempo e espaços escolares cada vez mais reduzidos, ainda podemos perceber o quanto é difícil para o professor implementar práticas pedagógicas com o uso de tecnologia digitais para o aprendizado. Além disso, em se tratando de alunos do Proeja, ainda existe a barreira do uso das tecnologias, por se tratarem de alunos considerados Imigrantes Digitais. Então, cabe uma reflexão de qual seria a relação desses alunos com as novas tecnologias digitais? E quais são os impactos que a tecnologia de realidade aumentada proporciona no processo de aprendizagem dos alunos, considerados Imigrantes Digitais, do PROEJA?

O Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB, conjunto de avaliações externas do Ministério da Educação que permite realizar um diagnóstico da educação básica brasileira, do ano de 2017, revelou que 7 em cada 10 alunos do ensino médio (70%) têm nível insuficiente em Matemática, demonstrando dessa maneira o quanto o ensino médio está estagnado. Assim podemos afirmar que a matemática é a disciplina

que o aluno possui maior dificuldade. Essa disciplina é de extrema importância também para o desenvolvimento cognitivo e escolar dos alunos.

A escolha do conteúdo de Geometria, a ser explorado no produto educacional, junto aos alunos do PROEJA, se justifica por ser um conteúdo da Matemática em que os alunos apresentam bastante dificuldade, ser pouco trabalhada na educação básica (PAVANELLO, 2004; SOUZA; BULOS, 2011), pela sua importância para a formação do aluno (PAVANELLO, 2004) e também pelo fato de poder ser melhor aproveitada graficamente nos recursos de tecnologia de realidade aumentada.

Em relação a pouca atenção dada ao conteúdo de geometria pelos professores da educação básica, Pavanello (2004, p. 2) afirma que “a geometria é praticamente excluída do currículo escolar ou passa a ser, em alguns casos restritos, desenvolvida de uma forma muito mais formal a partir da introdução da Matemática Moderna ...”. O fato de alguns professores evitarem ensinar os conceitos de geometria, conforme afirmam Souza e Bulos (2011), contribui para o insucesso do ensino de geometria nas escolas.

Ainda, segundo revelam pesquisas de Souza e Bulos (2011, p. 4), esses professores não ensinam geometria pois “não tem o domínio do assunto, não tiveram acesso na sua formação inicial, ou se tiveram, foi insuficiente, e acabam alegando que os alunos não têm base”. As mesmas afirmam que os alunos, ao concluírem o ensino médio, apresentam dificuldades em conceitos e propriedades de geometria, interferindo no desenvolvimento do raciocínio lógico dedutivo.

O aluno que entende bem a geometria consegue ter uma interpretação melhor do mundo e compreende melhor a matemática. Num ambiente escolar, o ideal é utilizar uma mediação pedagógica e ferramentas de apoio que privilegiem a contextualização dos objetos de ensino associados à realidade do aluno, tornando o conhecimento significativo. A falta de um ambiente escolar lúdico e dinâmico pode gerar casos de insucesso com esses alunos, como desistência, faltas e baixo rendimento.

Pesquisas sobre ferramentas de apoio para a aprendizagem de matemática impactam um segmento substancial da comunidade escolar, proporcionando um grande grau de melhoria na educação e contribui para a prática pedagógica dos professores. O interesse em contribuir para a melhora na aprendizagem escolar de matemática desses alunos, por meio de recursos de tecnologia digital, foi de considerável estímulo para a realização dessa pesquisa.

Assim, diante do que foi apresentado e visando explorar as potencialidades que a tecnologia de realidade aumentada pode contribuir para a educação de jovens e adultos do PROEJA, esta pesquisa procurou responder a seguinte pergunta: **como a tecnologia de realidade aumentada contribui para a aprendizagem de geometria dos alunos imigrantes digitais do PROEJA?**

O objetivo geral da presente pesquisa é investigar as implicações do uso da tecnologia de realidade aumentada para a aprendizagem de geometria, pelos alunos Imigrantes Digitais no PROEJA. Para alcançar o objetivo principal foram necessários estabelecer os seguintes objetivos específicos: desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis baseado em tecnologia de realidade aumentada; propor atividades pedagógicas para auxiliar na aprendizagem de geometria e avaliar as implicações no processo de implementação da tecnologia de realidade aumentada no ensino de geometria.

Para auxiliar na condução da investigação da pergunta de partida e dos objetivos da pesquisa, foi criado um produto educacional como suporte para o aprendizado de geometria. O produto educacional proposto é um Instrumento Didático Interativo, baseado em tecnologia de realidade aumentada, voltado para os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA. Esse instrumento é constituído de um aplicativo de realidade aumentada para *smartphones* e um Guia de Aprendizagem no qual o aluno poderá direcionar a câmera do smartphone para o Guia de Aprendizagem e se submeter a experiência com realidade aumentada.

Foram elaboradas quatro hipóteses, a fim de serem testadas e validadas para responder a pergunta de partida da pesquisa e alcançar os objetivos propostos: o aplicativo de smartphone baseado em tecnologia de realidade aumentada favorece o ensino e aprendizagem de geometria; os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA conseguem utilizar facilmente o aplicativo desenvolvido, sem necessidade de adaptação ou treinamento; a visualização e manipulação de objetos virtuais geométricos em três dimensões, por meio do aplicativo, produz um excelente ambiente de aprendizagem em geometria; o produto educacional elaborado possibilita um ambiente de aprendizagem de fácil implementação.

Como arcabouço metodológico, a fim de validar o produto educacional e alcançar os objetivos propostos nessa pesquisa, adotamos a metodologia de Engenharia Didática, concebido na década de 80 pela pesquisadora francesa Michèle Artigue,(1988) na área da didática das matemáticas. A ideia central nessa metodologia consiste na subdivisão dos componentes da sala de aula, por meio da aplicação planejada de sequências didáticas. As fases de investigação nesse trabalho estão organizadas em quatro fases em que cada fase corresponde a uma série de atividades.

Na primeira fase, análises preliminares, foram realizadas a revisão da literatura, o referencial teórico, as formulações das hipóteses e o referencial metodológico. Na fase de concepções e análises *a priori*, identificamos as variáveis da pesquisa, elaboramos os questionários e desenvolvemos o produto educacional. Na fase de experimentação procedemos a aplicação do produto educacional e coletamos os dados para validação do

produto, por meio de um questionário. Por fim, na fase de análise *a posteriori* e avaliação, organizamos os resultados obtidos, procedemos as análises e discussão dos dados coletados e realizamos a conclusão da pesquisa.

A presente pesquisa apresenta uma contribuição para o aprendizado de geometria na educação básica e para os avanços das pesquisas na área de Informática e Educação, uma vez que o produto educacional proposto oferece subsídio para a implementação de um ambiente de aprendizagem de geometria dinâmico e lúdico para os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA, possibilitando também reflexões sobre a aprendizagem móvel. Além disso, os alunos poderão visualizar, manipular e interagir com objetos virtuais tridimensionais em seus smartphones, estudar o conteúdo fora do ambiente escolar, e o professor ganhará um recurso para ensinar geometria além do quadro branco e projeções em vídeo.

O processo de construção desta pesquisa originou a produção de alguns trabalhos. Foi realizada a palestra “A Integração da Educação Profissional com a Educação de Jovens e Adultos no Colégio Pedro II”, para alunos do curso de Pedagogia da UNIGRANRIO, e apresentados dois trabalhos no II Seminário de Cultura Digital, Inovação e Educação da UNIGRANRIO: “Aplicativo PoliedrosRA e Guia de Aprendizagem: um Instrumento Didático Interativo baseado em tecnologia de realidade aumentada para o ensino-aprendizagem de geometria” e “O PROEJA e as tecnologias - a dimensão cognitiva nos aspectos de aprendizagem móvel nos alunos Imigrantes Digitais”. O artigo “Realidade aumentada na aprendizagem de Geometria: uma proposta de Instrumento Didático Interativo para os alunos Imigrantes Digitais”, foi aceito na categoria Full Paper, no XXIV Congresso Internacional de Informática Educativa, realizado em Arequipa (Peru), e o artigo “Instrumento Didático Interativo: um produto educacional baseado em realidade aumentada para a aprendizagem de geometria dos alunos imigrantes digitais” foi submetido à “Revista de Educação, Ciências e Matemática”.

A fim de possibilitar melhor compreensão, o trabalho encontra-se estruturado nas seguintes seções: nos capítulos 2 e 3, delineamos sobre a fundamentação teórica que embasaram as atividades desenvolvidas e a elaboração do produto educacional. No capítulo 4, descrevemos a metodologia de pesquisa e os procedimentos metodológicos. Em seguida, no capítulo 5, o leitor conhecerá o produto educacional, assim como seu funcionamento, processo de desenvolvimento e sua aplicabilidade. No capítulo 6, apresentamos os resultados obtidos e uma análise e discussão dos dados. Finalizamos com algumas conclusões da pesquisa e apresentamos as referências consultadas.



## 2. AS INTERAÇÕES DO HOMEM COM AS TECNOLOGIAS DIGITAIS: REFLEXÕES E BENEFÍCIOS DESSA RELAÇÃO

Os referencias teóricos adotados nessa seção tem em comum o modo do ser humano interagir com as tecnologias digitais, em que fazemos um exame dos benefícios mais relevantes. São quatro seções que abordam uma breve revisão da literatura de trabalhos correlacionados com o tema da pesquisa, a tecnologia de realidade, as características dos nativos e imigrantes digitais e a aprendizagem móvel.

### 2.1. Trabalhos correlacionados do uso da realidade aumentada na Geometria

Esta seção busca apresentar, por meio de pesquisas recentes, trabalhos correlacionados ao objetivo do presente estudo. Esta etapa é muito importante para conhecer outros trabalhos, verificar como estão as pesquisas relacionadas a esse tema e “para se descobrir quais são as formas usuais para se resolver o problema em questão (WAZLAWICK, 2009, p. 20). O objetivo da revisão da literatura realizada neste trabalho de pesquisa foi identificar e diagnosticar práticas docentes, ferramentas computacionais, objetos de aprendizagem e metodologias de ensino baseados em tecnologia de realidade aumentada, para o ensino e aprendizagem de geometria na educação básica.

Para Wazlawick (2009), apesar da revisão da literatura não produzir um conhecimento novo, atende a necessidade de suprir as possíveis deficiências de conhecimento que o pesquisador tem sobre o tema. Sobre a contribuição da revisão da literatura, WAZLAWICK (2009) afirma que:

... o pesquisador terá ideias sobre aspectos do tema que ainda não foram explorados, e esses aspectos darão origem a um objetivo de pesquisa. Mas antes de começar a gastar energia tentando atingir esse objetivo, o pesquisador deve ainda refinar sua pesquisa bibliográfica tentando verificar se tal objetivo já não foi perseguido em trabalhos anteriores e que tipo de resultados foi obtido. (WAZLAWICK, 2009, p. 27)

Podemos perceber, baseado na afirmação de Wazlawick (2009), que Castro (2005) também compartilha do mesmo pensamento sobre a especial atenção que devemos dar a revisão da literatura, conforme descrito abaixo:

É preciso especial atenção com a literatura recente. Por razões que nada têm de acidentais, se estamos explorando a fronteira do conhecimento, podemos esperar que colegas realizem trabalho semelhante. Podem complementar nosso esforço, abrindo portas, mostrando falsos caminhos. Mas podem também mostrar que não diremos nada de novo ou relevante se adquirimos por esse ou aquele caminho. Ou então podem nos preceder com uma pesquisa que torna a nossa redundante. Começar com uma pesquisa que duplica outra é um perigo considerável para nossa carreira. (CASTRO, 2006, p. 181)

Para a concretização deste trabalho, foram seguidas algumas etapas. Na primeira etapa foi elaborada uma questão, a fim de determinar o que se estava procurando e encontrar uma quantidade satisfatória de publicações para a realização da revisão da literatura. A questão elaborada para o levantamento de trabalhos relacionados ao tema foi: **quais os principais recursos ou ferramentas tecnológicas, baseadas em realidade aumentada, estão sendo desenvolvidos ou implementados pelas escolas para o ensino e aprendizagem de geometria?** A construção da pergunta foi fundamental para a elaboração das *strings* de busca (sequência de caracteres representadas por palavras, frases ou textos) e definição dos critérios de inclusão e exclusão para seleção das publicações.

Na segunda etapa, foram elaboradas questões auxiliares (QA), com a finalidade de melhor extrair os dados das publicações no processo de revisão da literatura. As questões auxiliares elaboradas estão descritas no quadro 01.

**Quadro 01:** Questões auxiliares da revisão da literatura

Questões Auxiliares	Pergunta
<b>QA1</b>	Qual a quantidade de publicações encontradas por ano no Google Scholar?
<b>QA2</b>	Quais ferramentas ou recursos foram desenvolvidos?
<b>QA3</b>	Em quais segmentos de ensino (fundamental, médio, superior) essas ferramentas foram utilizadas?
<b>QA4</b>	Quais conteúdos de geometria foram abordados com essas ferramentas?
<b>QA5</b>	As ferramentas utilizadas estão no formato de Objetos de Aprendizagem?
<b>QA6</b>	A tecnologia de realidade aumentada presente nas publicações foi desenvolvida para ser utilizada por meio de computadores ou dispositivos móveis?

Fonte: dados da pesquisa

Vale destacar que o termo ferramentas, presente na questão levantada, pode ser compreendido como um aplicativo, *software*, programa, *plugin* ou outro semelhante. A ferramenta está para a sociedade industrial como instrumento de fabricação, de manufatura (SILVA, 2005, p. 65) e os objetos de aprendizagem podem ser compreendidos como “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino” (WILEY, 2000 *apud* MACÊDO et al., 2007, p. 3).

De uma maneira geral a literatura cita quatro elementos principais que caracterizam um objeto de aprendizagem (BRAGA, 2012): apresentam-se em módulos (granularidade); capacidade do objeto de ser reaproveitado de uma situação de ensino para outra (reusabilidade); capacidade do objeto de ser executado em diferentes

computadores e sistemas operacionais (interoperabilidade); facilidade com que o objeto pode ser encontrado, quando armazenado em um acervo ou repositório (recuperabilidade).

Na terceira etapa, foram definidos os mecanismos de busca de publicações. Foram selecionados a plataforma web de busca de publicações, o período de anos para o resultado da pesquisa das publicações e as *strings* de busca.

A plataforma web utilizada como ferramenta de busca foi o Google Scholar. O período delimitado foi entre os anos de 2008 e 2018, com o objetivo de encontrar práticas mais recentes com o uso de tecnologia de realidade aumentada no ensino e na aprendizagem de Geometria. A partir da elaboração da questão do levantamento e das questões auxiliares, foram testadas e definidas diversas palavras-chaves para auxiliar na construção das *strings* de busca, na tentativa de garantir um retorno mais satisfatório para o resultado da pesquisa. A *string* definida foi: geometria ou ensino ou educação ou aprendizagem e tecnologias ou ferramentas ou recursos ou "objetos de aprendizagem" ou "realidade aumentada".

A quarta etapa consistiu na triagem das publicações para a revisão da literatura. Após a escolha da *string* de pesquisa, foi feita a pesquisa de publicações e encontrados 139 resultados. Wazlawick (2014 *apud* ARAÚJO et al., 2018, p. 4) considera que nesta etapa devem-se analisar as publicações a partir de um primeiro filtro, lendo primeiro o título, seguido das palavras-chaves e resumo, a fim de escolher as publicações que tivessem alguma relação com a questão da pesquisa. Essa triagem foi baseada em critérios de inclusão e exclusão (quadro 02), e de qualidade estabelecidos durante o levantamento. Apenas artigos escritos em português foram considerados.

**Quadro 02:** Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
CI1: Publicações entre os anos de 2008 e 2018;	CE1: Artigos semelhantes ou parecidos;
CI2: Publicações relacionadas ao ensino e aprendizagem de geometria para alunos do ensino básico, técnico, tecnológico ou superior;	CE2: Publicações que abordam somente conceitos, aspectos teóricos e filosóficos;
CI3: Artigos que utilizem tecnologia de realidade aumentada na educação;	CE3: artigos resumidos, posteres, <i>survey</i> ou revisão sistemática da literatura;
CI4: Publicações relacionadas ao uso prático de realidade aumentada para o ensino de geometria na educação básica;	CE4: Publicações que não abordem o assunto de realidade aumentada na educação e no ensino de geometria;
	CE5: TCC, monografias, dissertações ou teses;

Fonte: dados da pesquisa/2019

A justificativa para a escolha do critério de exclusão CE5 (quadro 02) consiste na seleção de publicações que já tenham sido avaliadas por membros de revistas, periódicos ou já tenham sido apresentadas em congressos ou outros eventos.

Todas as 139 publicações que tiveram as seções de título, resumo e palavras-chaves lidas foram classificadas, de acordo com Wazlawick (2009), como “não relacionado”, “moderadamente relacionado” e “fortemente relacionado”. Foram descartadas 131 publicações consideradas “não relacionadas”. As 30 publicações selecionadas para a etapa de extração e análise dos dados, tiveram as seções de metodologia, resultados e conclusões (ou seções semelhantes a essas) lidas para que fossem avaliados e classificados os artigos mais adequados para avançar na pesquisa. Depois disso, foram descartadas mais 23 publicações consideradas como “moderadamente relacionado”.

### **2.1.1. Principais destaques das publicações encontradas**

Na última etapa de classificação, baseado nos critérios de inclusão e exclusão e na classificação de “fortemente relacionado”, foram selecionadas 7 publicações para a extração dos dados e análise final. Todas as 7 publicações foram lidas integralmente, para realizar a extração dos dados, análise e conclusão.

Na publicação de Reis e Kirner (2010) as mesmas fizeram uma apresentação e descrição do processo de desenvolvimento e funcionalidades do *software* GeoAR (livro com realidade aumentada para o ensino e aprendizagem de tópicos de Geometria). O *software* descrito nesta publicação não teve a sua aplicação prática para os alunos, nem utilizada por professores da educação básica. Apenas especifica o processo, design, protótipo, funcionalidades e uma avaliação feita por outros desenvolvedores.

Todo o desenvolvimento do *software* foi realizado seguindo alguns aspectos como: definição de um processo de desenvolvimento compatível com os princípios e conceitos de engenharia de *software* (abordagem orientada para prototipagem), integração de diversos tipos de mídias, conteúdo compatível para o ensino e aprendizagem de figuras geométricas no Ensino Fundamental e instrumento de avaliação dos conteúdos de geometria ensinados (teste de conhecimento).

Participaram da avaliação da usabilidade do *software* GeoAR 38 alunos recém-ingressos no curso de Sistemas de Informação de uma Universidade Federal, e a coleta de dados foi realizada utilizando um questionário. Esses estudantes avaliaram o *software* quanto à usabilidade, seguindo os critérios de uso dos marcadores, facilidade de aprendizado e de uso do *software*, aspectos visuais, aspectos sonoros e interação geral com o *software*. De uma maneira geral, o trabalho apresentado poderá ser útil para o

desenvolvimento e avaliação de outras aplicações educacionais baseadas em realidade aumentada.

Bianchi, Almeida e Oikawa (2008) publicaram uma proposta de interação com os cartões marcadores, utilizados para construir ambientes de realidade aumentada, onde esses marcadores podem ser modificados e reconfigurados. Foi utilizado, para demonstrar a utilização e a viabilidade dos marcadores reconfiguráveis, um estudo de caso de ensino da Geometria Espacial Euclidiana. A descrição da proposta se baseou na manipulação direta dos marcadores, permitindo assim que uma sequência gradativa pudesse ser seguida pelo usuário para ilustrar seu objeto de estudo.

Os marcadores reconfiguráveis se baseiam na inclusão ou retirada de peças, podendo trabalhar com mais de um marcador. Essa proposta se baseia na construção de um ambiente para visualização de sólidos geométricos. Também não foi aplicado na prática com alunos e ainda não tem resultados de sua aplicação.

Uma outra publicação interessante sobre o tema encontrada foi a de Lima, Cunha e Haguenaer (2008) sobre um protótipo de aplicativo baseado em tecnologia de realidade aumentada para o ensino de Geometria Descritiva. Os autores não fizeram nenhuma referência para qual ensino poderá ser utilizado. Segundo os autores, a pretensão do aplicativo é tornar o estudo de geometria descritiva mais eficiente, em conjunto com outras estratégias de ensino baseadas em Resolução de Problemas e na Teoria das Inteligências Múltiplas.

O aplicativo tem por função auxiliar no estudo das seções cônicas. É feita uma breve descrição das funcionalidades do aplicativo, como possibilidade de escolha de visualizações das seções cônicas como círculo, elipse, parábola ou hipérbole, podendo optar ainda pelas suas respectivas projeções descritivas, ou pela perspectiva do sólido tridimensional.

Na publicação de Nunes, Muhlbeier e Costa (2015), os mesmos apresentam a utilização de um objeto de aprendizagem baseado em realidade aumentada. O objeto utilizado consiste basicamente na exibição de uma ilustração que vai se transformando em diversas imagens. Houve uma atividade prática com alunos do 3º ano do curso técnico em informática integrado do ensino médio, a fim de validar o objeto e a aprendizagem do conteúdo de geometria.

Os resultados desta pesquisa mostraram que o objeto teve a validação seguindo os critérios do modelo aplicado e também colaborou para que os alunos observassem as relações existentes entre a geometrias especial e plana.

Em Rodrigues e Moita (2016), os autores propuseram uma estrutura para desenvolver um protótipo interativo para a visualização de figuras geométricas com base

em técnicas de realidade aumentada com rastreamento de mão. Esse protótipo foi avaliado por alunos do mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Foi realizado um questionário para avaliação da usabilidade e potencial pedagógico da ferramenta. Ainda nesta publicação, foi vista pela primeira vez, em relação aos outros trabalhos aqui citados, a técnica de rastreamento de mão para utilizar a realidade aumentada sem necessidade de marcadores. No artigo não consta detalhes das funcionalidades do protótipo, apenas da metodologia de desenvolvimento do mesmo. Mas foi possível perceber que se tratava de visualização de algumas figuras planas e espaciais.

Após a experimentação do protótipo pelos alunos do mestrado, os mesmos responderam algumas perguntas por meio de um questionário. Nas respostas da avaliação, o protótipo teve boa aceitação quanto a usabilidade. Os autores destacaram, como trabalhos futuros, a aplicação do protótipo para uma turma de educação básica, a fim de avaliar os impactos pedagógicos da sua utilização.

Os autores Carvalho, Guimarães e Martins (2015) publicaram a apresentação de uma ferramenta para empacotar atividades e conteúdos educacionais de realidade aumentada, no formato de objetos de aprendizagem. Para validar a ferramenta de empacotamento foi utilizado um estudo de caso.

Nesse estudo de caso, foi criado um conteúdo educacional para o ensino de formas geométricas. O usuário poderia utilizar os marcadores para visualizar as formas geométricas em formato tridimensional de realidade aumentada. O conteúdo educacional criado também possui um jogo, onde os usuários poderiam adivinhar as formas geométricas apresentadas.

Após a criação de um conteúdo educacional como exemplo, o mesmo foi submetido à ferramenta de empacotamento para gerar um objeto de aprendizagem. O processo de validação da ferramenta consistiu em criar uma conta numa plataforma de aprendizagem, armazenamento e distribuição de conteúdo *e-learning*. Após carregar o objeto para esta plataforma, o mesmo foi acessado com a finalidade de avaliar o seu desempenho e compatibilidade.

Vale ressaltar que, tanto o conteúdo educacional quanto o objeto de aprendizagem criados, não foram aplicados com alunos do ensino básico, ficando a avaliação a cargo dos autores da publicação.

Por fim, o trabalho de Rodrigues et al. (2010) apresenta a criação de uma metodologia de análise de requisitos específica para construção de uma ferramenta de webconferência, com suporte a realidade aumentada, acoplada a um ambiente virtual de aprendizagem. Para essa metodologia, foi criado um protótipo, a fim de atuar como um módulo nesse ambiente virtual de aprendizagem.

Nessa proposta metodológica, as tecnologias de realidade aumentada e webconferência foram integradas. A coleta de requisitos para elaboração do protótipo foi feita por meio de revisão da literatura, análise de competidores e entrevistas com alunos de graduação em Matemática. Tais requisitos foram fundamentais para se entender os tipos de integração desejáveis em um ambiente virtual durante uma aula de Geometria, a distância.

Segundo os autores, uma das principais contribuições deste trabalho foi a apresentação de uma metodologia de análise de requisitos, específica para construção de ambientes educacionais com realidade aumentada. A integração da tecnologia de realidade aumentada e webconferência permitirá ao professor exibir objetos geométricos em diversas perspectivas. Os autores pretendem, a partir da construção desse protótipo, realizar novas validações com novos usuários.

### **2.1.2. Breve análise e discussão dos dados**

Nesta última etapa, realizamos uma breve análise e discussão das publicações selecionadas, baseadas nas questões auxiliares (QA). Sobre a questão auxiliar QA1, foram encontradas uma publicação nos anos 2010, 2011 e 2012 e duas publicações nos anos 2008 e 2015, totalizando 7 publicações. Na questão auxiliar QA2, foram encontradas as seguintes ferramentas: *software* GeoAR (livro com realidade aumentada para o ensino e aprendizagem geometria), cartões marcadores reconfiguráveis, protótipo de aplicativo para o ensino de geometria descritiva, objeto de aprendizagem, protótipo de aplicação, ferramenta de empacotamento de conteúdos de realidade aumentada no formato de objetos de aprendizagem, ferramenta de webconferência com suporte a realidade aumentada acoplada a um ambiente virtual de aprendizagem.

Em relação a questão auxiliar QA3, ao identificar para qual público-alvo de ensino esses recursos ou ferramentas foram desenvolvidos e quais desses públicos utilizaram na prática, foi possível perceber que a maioria dos autores testaram suas ferramentas com alunos do Ensino Superior. Sobre os conteúdos de geometria abordados nas publicações, referente à questão auxiliar QA4, foram encontrados conceitos fundamentais das principais figuras, cálculo do perímetro e da área de figuras geométricas planas, cálculo do volume de sólidos, conceitos relacionados a pontos, reta, plano, face e polígono, além de visualização de figuras geométricas planas e espaciais. Uma aplicação somente utilizou a visualização de cones.

Sobre o formato de objetos de aprendizagem encontrados na questão auxiliar QA5, somente em duas publicações as ferramentas desenvolvidas estavam neste formato, segundo atribuição feita pelos respectivos autores das publicações. Em relação

à plataforma para o qual essas ferramentas ou recursos foram desenvolvidos, na questão auxiliar QA6, vale destacar que todos esses recursos encontrados e analisados, baseados em tecnologia de realidade aumentada para ensino e aprendizagem de geometria, foram produzidos para serem executados por meio de computadores.

Essa revisão da literatura mostrou, ainda, que existem poucas publicações relacionadas ao ensino e aprendizagem de geometria que utilizam recursos de realidade aumentada. A maioria desses recursos não estão no formato de objeto de aprendizagem. Nenhuma publicação abordou o conteúdo de poliedros de Platão na aprendizagem de geometria, e somente trabalhou o recurso de visualização das figuras, sem utilizar outros recursos interativos ou explorar melhor os recursos de realidade aumentada.

No entanto, a maioria desses recursos e ferramentas foram validados por alunos, mas somente um em situação real de ensino, com alunos do ensino médio. Os outros recursos e ferramentas foram avaliados por alunos do ensino superior. Os resultados mostraram que existem poucas experiências pedagógicas com uso dessa tecnologia, para o ensino e aprendizagem de geometria, e que ainda existe uma carência na produção de conteúdo baseados em realidade aumentada para dispositivos móveis.

## **2.2. Tecnologia de realidade aumentada**

No decorrer dos últimos anos temos vistos diversas pesquisas que evidenciam as tecnologias digitais como uma ferramenta muito favorável para o aprendizado dos alunos da educação básica. Algumas tecnologias digitais tem o potencial de auxiliar na construção do conhecimento e aprendizagem dos alunos. Diversos autores e pesquisadores (KIRNER; KIRNER, 2011; MORAN, 2012; TAJRA, 2012; VALENTE, 1999; MATTAR, 2010; CAPELLA; BARBA, 2012) têm dedicado suas pesquisas para demonstrar a importância dessas tecnologias nos ambientes educacionais.

Pesquisas com soluções tecnológicas, numa sociedade que avança a cada dia, podem ser utilizadas como ferramentas de apoio nas estratégias de ensino e de aprendizagem. Uma das tecnologias digitais que vem sendo desenvolvida nos laboratórios nos últimos anos e ganhando cada vez mais espaço nas diversas atividades humanas e nos ambientes educacionais, devido, principalmente, à melhora no desempenho dos recursos computacionais, é a realidade aumentada.

A realidade aumentada é considerada uma tecnologia digital que permite a mistura e sobreposição de objetos virtuais tridimensionais em um ambiente real. Esses objetos virtuais podem ser animações, textos, vídeos, sons, imagens ou qualquer tipo de mídia suportada. Ou seja, o usuário permanece no ambiente físico e o ambiente virtual é transportado para o espaço do usuário, por meio de algum dispositivo tecnológico



(KIRNER; KIRNER, 2011). A realidade aumentada permite também a integração, em tempo real, de objetos virtuais computacionais com objetos ou sujeitos do mundo real.

A tecnologia de realidade aumentada vem sendo utilizada em diversas áreas como comércio, entretenimento, negócios e indústria. As empresas implementam esta tecnologia para fornecer uma nova experiência de interação em tempo real para o usuário, como demonstrações de produtos, publicidade e treinamento de funcionários. Em relação ao seu uso na educação, esta pesquisa procura dar uma contribuição em investigar seus impactos no ensino e na aprendizagem.

### **2.2.1. A interação homem-computador na realidade aumentada**

De acordo com Kirner e Kirner (2011), no começo da evolução tecnológica, há dezenas de anos atrás, a interação do homem com o mundo e as informações eram baseadas em ações elementares, como apertar um botão ou acionar uma alavanca, sendo essas ações de forma natural. Os mesmos afirmam que logo após a invenção dos computadores, na década de 40, a interações dos usuários com computadores ainda eram complexas, pois necessitava de conhecimentos em estrutura, circuitos ou *software* do computador.

O início da produção de computadores mais sofisticados foi possível em virtude do avanço das tecnologias de hardware e *software*, no entanto, ainda era preciso um conhecimento técnico especializado para operá-los. A emissão de comandos pelo usuário para o computador resultava numa espera de resposta consideravelmente longa para os dias atuais, além dessa resposta ser “sem diálogo ou interação humano-computador em tempo real” (KIRNER; KIRNER, 2011, p. 11).

A interação do usuário com o computador, com foco nas informações, ocorreu com o surgimento e utilização das redes de computadores. Isso fez com que os sistemas computacionais passassem a ser mais evoluídos, variados e integrados (KIRNER; KIRNER, 2011). De acordo com Kirner e Kirner (2011), são três as fases de evolução da interação, relacionadas aos usuários e computadores.

Na primeira fase, antes do surgimento dos computadores, os recursos e alternativas para o homem interagir eram mais simples. A comunicação era oral, não tinha a presença dos computadores e o ambiente e as informações eram reais.

Na segunda fase, havia a necessidade de se conhecer os computadores, a fim de aproveitar os seus benefícios. A interação do usuário ocorria com a percepção dos computadores. O ambiente e as informações eram tanto reais quanto virtuais e a comunicação era remota (rede). A primeira forma de interação presente entre usuário e computador foi feita por meio de comandos digitados. A interface era constituída de

comandos de textos, sendo necessário o conhecimento sobre o computador e os comandos digitados.

Na terceira fase, os computadores passaram a atuar de forma transparente e onipotente. As interfaces foram melhorando, passando a possuir ambientes com menus e opção de escolha de comandos por meio de listas previamente definidas. A melhora e qualidade dos recursos gráficos dos monitores permitiu a incorporação das multimídias e um melhor aproveitamento do potencial dos computadores. Ambientes e informações passaram a ser mais inteligentes.

### **2.2.2. Realidade aumentada: origens, conceitos e funcionalidades**

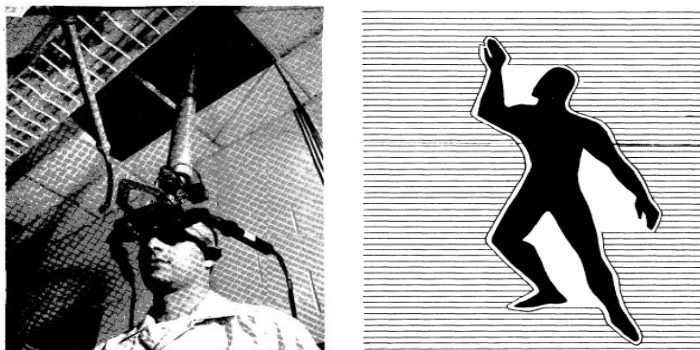
São diversos os conceitos de realidade aumentada encontradas na literatura. Para Azuma (2001), a realidade aumentada complementa o mundo real com objetos virtuais (gerados por computador) que parecem coexistir no mesmo espaço que o real. Tori, Kirner e Siscouto (2006, p. 25) consideram que a realidade aumentada pode ser definida como sendo “o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real”. Para Milgran (1994 *apud* KIRNER; TORI, 2006, p. 25), é “a mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade continua que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais”.

Algumas invenções na área de computação gráfica, desenvolvidas entre os anos de 1960 e 1980, fizeram avançar as pesquisas que deram origem a tecnologia de realidade aumentada (ALKHAMISI; MONOWAR, 2013; TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006; HAND, 1996). Essas invenções buscavam criar dispositivos para experiências imersivas, por meio da fusão do real com o virtual. Nessa época, a tecnologia em si ainda não era chamada de realidade aumentada. Destacam-se na literatura duas invenções que foram consideradas o marco inicial nas pesquisas que contribuíram para o desenvolvimento da realidade aumentada.

A primeira dessas invenções, criada em 1968, foi o sistema Head Mounted Three Dimensional Display – HMD (ALKHAMISI; MONOWAR, 2013; TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006). Desenvolvido por Ivan E. Sutherland, da Universidade de Utah nos EUA, o sistema é usado na cabeça, como um capacete, e possui um pequeno display óptico em frente aos olhos e apresenta ao usuário uma imagem em três dimensões, que muda de posição conforme o observador movimentar a cabeça (SUTHERLAND, 1968). O sistema HMD (Ilustração 01) é considerado o primeiro sistema de realidade aumentada, conforme afirmam Alkhamisi e Monowar (2013).

A outra invenção que permitiu o usuário interagir com objetos virtuais foi o laboratório de realidade artificial, chamado de Videoplace (Ilustração 01). Foi a primeira vez que usuários podiam interagir facilmente com elementos virtuais (ALKHAMISI; MONOWAR, 2013). Desenvolvido em 1975 por Myron Krueger (KRUEGER, 1977), o sistema Videoplace era capaz de criar um ambiente que detecta qualquer tipo de movimento realizado pelo usuário, respondendo aos seus movimentos e ações. Por meio de câmeras de vídeo, projetores e hardwares, os usuários tinham as silhuetas dos seus corpos projetados em monitores, onde os mesmos tinham a sensação de estarem interagindo com esses objetos.

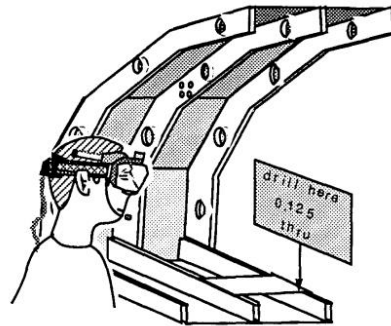
**Ilustração 01:** Sistemas HMD e Videoplace



Fonte: Sutherland (1968) e Krueger (1977)

Foi então na década de 90 que a realidade aumentada se consolidou como uma área de estudos. No ano de 1990, o pesquisador Thomas P. Caudell, da empresa de aviação Boeing, cunhou o termo realidade aumentada (KIRNER; KIRNER, 2011). Juntamente com seu colega David Mizell, os mesmos criaram um sistema para facilitar a compreensão dos manuais de montagem de feixes de fios de avião e mecanismos das aeronaves (Ilustração 02). A característica do sistema, segundo os próprios criadores, era de que “essa tecnologia permite que um diagrama produzido por computador seja sobreposto e estabilizado em uma posição específica em um objeto do mundo real.” (CAUDELL; MIZELL, 1992, p. 1).

**Ilustração 02:** Sistema desenvolvido por Caudell e Mizell



Fonte: Caudell e Mizell (1992)

Dentro da literatura sobre realidade aumentada, um dos primeiros artigos que reuniu informações e pesquisas de destaque, trazendo uma importante contribuição para a comunidade científica, foi publicada por Azuma (1997). O referido publicou o artigo “A survey on augmented reality” com bases sobre a área. Até hoje essa publicação foi citada milhares de vezes nas pesquisas preliminares sobre realidade aumentada.

Depois de décadas de pesquisas em computação gráfica e vídeo, avanço nas tecnologias de interação em tempo real e do desenvolvimento em hardware e *software*, a realidade aumentada vem ganhando relevância em diversas áreas. Segundo Kirner e Kirner (2011), esses recursos impulsionaram o desenvolvimento e aplicações de realidade aumentada. Os mesmos autores ressaltam que, atualmente, os sistemas de realidade aumentada foram expandidos para microcomputadores, internet e plataformas móveis, e que envolve também diversas aplicações sonoras, gráficas e gestuais.

Vale destacar que recursos de multimídia e realidade virtual (interação em tempo real e geração de imagens dos objetos virtuais) são elementos essenciais para a criação de um ambiente de realidade aumentada (TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006). Para Azuma (2001), os sistemas de realidade aumentada possuem as seguintes propriedades: combina objetos reais e virtuais em um ambiente real; funciona de forma interativa e em tempo real e registra objetos reais e virtuais um ao outro.

### **2.2.3. Arquitetura de realidade aumentada**

É importante destacar que a compreensão de outros fundamentos, recursos e tecnologias se tornam necessários para entender a natureza de funcionamento da tecnologia de realidade aumentada. Além da interação homem-computador, outros elementos para a compreensão dessa tecnologia de realidade aumentada são: realidade virtual, objeto virtual tridimensional, marcadores de realidade aumentada,

reconhecimento de imagens, rastreamento 3D e os diferentes tipos de suporte como local, nas nuvens, geolocalização e SLAM.

Em relação à realidade virtual, esta surgiu, conforme afirmam Kirner e Kirner (2011), no ano de 1963, quando I. Sutherland criou um sistema chamado Sketchpad. Esse sistema consistia na manipulação de imagens tridimensionais no monitor do computador, em tempo real. O verbete virtual, segundo o dicionário Luft (LUFT, 2005, p. 748), significa “que existe potencialmente e não em ação”, “suscetível de existir ou realizar-se”, “diz-se da realidade do computador, de tudo que ocorre em um computador”.

Com a popularização da computação e sobretudo da internet, esse termo passou a designar tudo o que é relacionado ao computador, internet e redes de computadores. Existem alguns conceitos sobre realidade virtual dentro da literatura sobre o tema. Para Burdea e Coiffet (1984 *apud* KIRNER; KIRNER, 2011, p. 14) a “realidade virtual é uma interface computacional avançada que envolve simulação em tempo real e interações, através de canais multisensoriais”. Para Kirner (2011, p. 14) a “realidade virtual é uma interface computacional que permite ao usuário interagir em tempo real, em um espaço tridimensional gerado por computador, usando seus sentidos, através de dispositivos especiais”.

A diferença básica, entre realidade virtual e realidade aumentada, é que na realidade virtual o usuário é “transportado” para o ambiente virtual e na realidade aumentada o usuário se mantém em seu ambiente físico e o ambiente virtual é “transportado” para o espaço do usuário. Nesse contexto de realidade virtual, o usuário percebe o mundo virtual através de dispositivos específicos como capacetes, óculos, tela do monitor, salas com multiprojeções ou outros dispositivos de interação (KIRNER; KIRNER, 2011, p. 14).

A realidade virtual apresenta características como:

trabalha com informações multisensoriais (imagens dinâmicas, sons espaciais, reação de tato e força, etc.) produzidas e manipuladas em tempo real; prioriza a interação em tempo real, em detrimento da qualidade das informações, se for necessário; exige alta capacidade de processamento gráfico, sonoro e óptico; usa técnicas e recursos para processamento gráfico, sonoro e óptico em tempo real; promove a atuação do usuário no espaço 3D; utiliza dispositivos especiais para interação multisensorial; exige adaptação e treinamento do usuário para ajustar-se ao mundo virtual. (KIRNER; KIRNER, 2011, p. 14-15)

De uma maneira geral, para desenvolver sistemas de realidade aumentada é preciso obter objetos virtuais tridimensionais, exibir esses objetos virtuais em tempo real no cenário real, por meio de displays (telas), e manipulá-los, ocorrendo assim uma interação entre o usuário e objeto virtual no cenário real. Na operação de manipulação de

um objeto virtual, os usuários podem alterar sua posição (rotação e translação) ou características (cor, textura, transparência), além de efetuar outras ações como apagar, duplicar ou copiar (TORI; KIRNER, 2006).

Para Tori e Kirner (2006), a realidade aumentada pode ser classificada como imersiva e não imersiva (Ilustração 03), de acordo com a maneira como o usuário visualiza o mundo misturado. É denominada imersiva quando o usuário direciona os olhos diretamente para as posições reais com a cena ótica ou vídeo, por meios de dispositivos, como capacetes ou óculos com telas transparentes. É denominada não imersiva quando o usuário visualiza o mundo misturado em algum dispositivo de vídeo (smartphone, monitor, projetor) e as imagens (real e virtual) são misturadas e apresentadas no vídeo para o usuário.

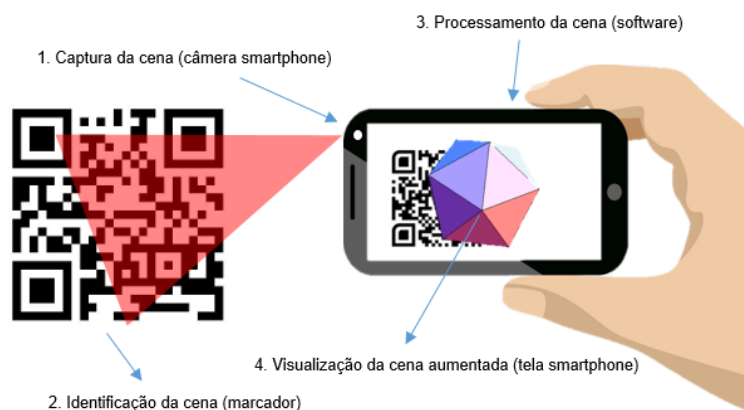
**Ilustração 03:** Realidade aumentada imersiva e não imersiva



Fonte: Kirner e Tori (2006)

Os sistemas de realidade aumentada necessitam realizar quatro tarefas, conforme afirmam Alkhamisi e Monowar (2013) e demonstrada na Ilustração 04. Todas essas tarefas envolvem componentes de hardware e *software*, além de tomadas de ações e interações do usuário. As quatro tarefas são: captura de cena, identificação de cena, processamento de cena e visualização da cena aumentada.

**Ilustração 04:** Funcionamento da tecnologia de realidade aumentada



Fonte: Autor da pesquisa

Na captura de cena são utilizados dispositivos físicos, com a finalidade de reconhecer a realidade que deve ser impulsionada. Geralmente são utilizados dispositivos de vídeo (video-through devices), como câmera de vídeo, webcam, smartphone ou dispositivos translúcidos (see-through devices), como capacetes ou óculos com telas transparentes. Estes últimos dispositivos citados têm a capacidade de permitir que o usuário possa ver o que é mostrado na tela de vidro enquanto ainda consegue ver através dele.

Na identificação da cena alvo, são classificados cenários, visando o reconhecimento de imagem, lugares ou objetos 3D para escolher as informações precisas a fim de rastrear e impulsionar as imagens, sobrepondo com os conteúdos aumentados (animações, vídeos, textos, etc). Este é um recurso obrigatório nos sistemas de realidade aumentada e, de acordo com Alkhamisi e Monowar (2013), considerado uma das principais ações tomadas na realidade aumentada.

Os sistemas de realidade aumentada utilizam a visão dos dispositivos de captura, juntamente com o *software* de processamento para rastrear as imagens. São dois os tipos de recursos de identificação de cenas: baseados em marcadores e não baseados em marcados ou sem marcadores (Ilustração 05).

**Ilustração 05:** Objetos virtuais tridimensionais projetados



Com marcador



Sem marcador

Fonte: disponível em: <https://library.vuforia.com/articles/Training/Image-Target-Guide.html> e <https://www.ptc.com/en/products/augmented-reality>. Acesso em: 03 mar. 2019.

O primeiro recurso de identificação de cena é baseado em marcadores. Esses sistemas utilizam o reconhecimento de imagens ou objetos (as imagem mais utilizadas são os códigos bidimensionais, chamados também de Quick Response Code - QR Code). Esses marcadores predefinidos funcionam como gatilhos, que ao serem capturados pelas câmeras, tem o seu conteúdo de realidade aumentada acionado e exibidos sobrepostos na parte superior da imagem ou do objeto. Logo a seguir, na Ilustração 06, temos algumas imagens de marcadores de realidade aumentada que foram utilizados no produto educacional proposto.

**Ilustração 06:** Marcadores de realidade aumentada utilizado no aplicativo proposto



Disponível em: [www.freepik.com](http://www.freepik.com). Acesso em 03 mar. 2019.

O outro recurso de identificação de cena é denominado não baseado em marcadores ou sem marcadores. Ao contrário dos sistemas de realidade aumentada com marcadores, que utilizam alvos pré-definidos para acionar a exibição dos objetos virtuais, os recursos sem marcadores rastreiam elementos do próprio ambiente físico, como superfícies planas (paredes e pisos) ou dados do sistema de geolocalização (GPS) para sobrepor os objetos virtuais.

Após a captura e identificação da cena (com ou sem marcadores), acontece o processamento da cena. Nesse caso, o *software* de realidade aumentada interpreta o sinal transmitido pela identificação da cena e capturada da imagem. O software processa a imagem capturada, interpreta e exibe o objeto virtual. O sistema procura pelo objeto virtual correspondente à técnica de identificação (marcadores ou sem marcadores).

Por fim, acontece a visualização da cena aumentada. O sistema de realidade aumentada projeta o objeto virtual na tela, sobreposto ao marcador, ou apresenta a informação digital, caso esteja usando um identificador de cena não baseado em marcador. Nesse momento, é possível perceber que o objeto virtual se mistura com a cena real, dando a sensação de que ambos pertencem ao mesmo ambiente.

Ao escolher pelo desenvolvimento de um sistema de realidade aumentada com marcadores, é preciso definir se os marcadores serão armazenados localmente (para poucos marcadores) ou nas nuvens ou internet (caso se utilize muitos marcadores). Essa definição é importante para deixar o sistema mais veloz. A vantagem do armazenamento local é a execução do sistema sem uso da internet (off-line).

O suporte a geolocalização GPS é um recurso que permite utilizar o sensor de localização do dispositivo para sobrepor objetos virtuais em locais predeterminados pelo desenvolvedor. Esse recurso é muito ideal, por exemplo, para que o usuário possa obter informações de ruas, pontos turísticos ou outros ambientes externos que utilize mapas.

Por fim, o recurso Localização e Mapeamento Simultâneos – SLAM, permite mapear ambientes internos e rastrear movimentos do usuário. O recurso SLAM é muito útil para lembrar de posicionar objetos 3D em ambientes, de acordo com posição e movimento do usuário. A vantagem desse recurso é a capacidade de ser utilizada em ambientes fechados, sem a necessidade do recurso de GPS. Com esse recurso pode-se



desenvolver aplicações de smartphones para, por exemplo, auxiliar o usuário a encontrar o caminho do local onde o carro está estacionado no shopping.

Na próxima seção, para compreender melhor a apropriação e uso das tecnologias digitais pelo homem, a partir das duas últimas décadas do século XX, quando houve uma disseminação e popularização das novas tecnologias digitais, apresentamos os conceitos de Nativos Digitais e Imigrantes Digitais, criados por Marc Prensky (2001, 2010).

### **2.3. Os Nativos Digitais e Imigrantes Digitais**

A década de 70 marcou o início de uma relação mais acentuada das pessoas com as tecnologias digitais. Com um computador pouco potente e acesso a uma linha telefônica, as pessoas podiam trocar documentos, enviar mensagens e ler notícias. Na década de 80, os e-mails começaram a se tornar populares e a World Wide Web fez seu ingresso no início da década de 90, com “browsers fáceis de usar, amplamente acessíveis poucos anos depois” (PALFREY e GASSER, 2011, p. 12). Já no final da década de 90, Palfrey e Gasser (2011) afirmam que os mecanismos de busca, portais e sites de comércio virtual chegaram para compor a esse cenário.

Esse período destacado evidencia como as transformações tecnológicas aconteceram rapidamente, e paralelo a essas transformações, o modo de como a informação passou a circular e ser amplamente compartilhada. Sobre isso, Palfrey e Gasser (2011) destacam:

Esse foi o mais rápido período de transformação tecnológica que ocorreu, pelo menos no que se refere à informação. Os chineses inventaram a imprensa vários séculos antes de Gutemberg desenvolver a imprensa europeia e produzir suas primeiras Bíblias. Poucas pessoas puderam se permitir comprar os livros impressos possibilitados pelas prensas por vários séculos. Em contraste, a invenção e a adoção das tecnologias digitais por mais de um bilhão de pessoas no mundo todo ocorreu no período de poucas décadas. Apesar da saturação de tecnologias digitais em muitas culturas, nenhuma geração ainda viveu toda uma vida na era digital. (PALFREY; GASSER, 2011, p. 13)

Analisar o modo como usamos, interagimos e entendemos as tecnologias digitais, e as maneiras como elas vão sendo incorporadas no nosso cotidiano, nos permite, dentro da literatura sobre o tema, compreender e categorizar alguns grupos em termos de seu comportamento e de sua mentalidade. A geração de indivíduos nascidos após as duas últimas décadas do século XX (1980-1999) cresceram e se desenvolveram com a chegada e rápida disseminação das tecnologias digitais (PRENSKY, 2001; PALFREY; GASSER, 2011). Atualmente, podemos observar que a tecnologia digital tem sido parte integrante da vida das crianças, desde o seu nascimento.

Essa apropriação das tecnologias digitais vem provocando significativos impactos nas vidas das pessoas, como acesso e compartilhamento das informações, relacionamento em redes sociais, utilização de serviços online, entre outros. Todavia, simultaneamente, ao progresso e desenvolvimento das tecnologias digitais, os indivíduos que nasceram antes das duas últimas décadas do século XX, também passaram a se apropriar dessas tecnologias.

Autores como Prensky (2001, 2010), Mattar (2010) e Palfrey e Gasser (2011) nos auxiliam a identificar essas duas gerações de indivíduos, que nasceram e cresceram em momentos distintos do surgimento e popularização das tecnologias digitais. Por meio das pesquisas e ideias dos referidos autores, é possível compreender de que maneira essas duas gerações se apropriaram das tecnologias digitais e como essa apropriação interfere no seu cotidiano, lazer, profissão e, principalmente, no ensino e aprendizagem.

Para Prensky (2001, 2010), os estudantes daquela época, do início do século XXI, tinham mudado radicalmente. O mesmo afirmava que aqueles estudantes, daquela época, não eram mais as pessoas que nosso sistema educacional tinha projetado para ensinar. As mudanças a que Prensky se referia não eram apenas nas questões relacionadas a roupas, gírias ou estilos, geralmente associadas à geração anterior. Aconteceu uma descontinuidade muito grande, chamada de “singularidade” (PRENSKY, 2011, p. 1), um evento que muda as coisas tão fundamentalmente, causando uma ruptura que não tem volta.

Essa singularidade é assim chamada, segundo Prensky, como a chegada e rápida disseminação da tecnologia digital nas últimas décadas do século XX. Os estudantes nascidos naquela época representavam a primeira geração que cresceu com a tecnologia digital. Essas crianças usaram a vida inteira equipamentos tecnológicos como computadores, vídeo games, câmeras fotográficas, celulares, brinquedos eletrônicos, internet, e-mail, jogos de computadores, entre outros.

As tecnologias digitais contribuíram para impactar na maneira como as crianças processam informações. Assim afirma Prensky (2010):

A tecnologia digital tem sido parte integrante da vida de nossas crianças desde o seu nascimento, e um resultado importante é que elas pensam e processam informações de uma maneira fundamentalmente diferente de que nós, seus antecessores (que crescemos em um mundo bem mais analógico), utilizamos. Essas diferenças vão mais longe e mais fundo do que a maioria dos pais e educadores consegue perceber, provavelmente afetando a organização dos cérebros das crianças. (PRENSKY, 2010, p. 58).

A geração de indivíduos que nasceu e cresceu nessa época era capaz de pensar e processar informações fundamentalmente diferente das gerações anteriores

(PRENSKY, 2001). Isso devido ao ambiente na qual estavam inseridos e o grande volume de interações com esse ambiente. Os padrões de pensamento desses estudantes mudaram, assim como as experiências vividas por esses estudantes, muito provavelmente, contribuíram para a formação e mudanças de estruturas diferentes de cérebros.

Ao publicar o artigo *Digital Natives, Digital Immigrants*, Marc Prensky (2001) utilizou os termos Nativos Digitais e Imigrantes Digitais para designar as duas gerações de indivíduos que nasceram e cresceram em épocas diferentes da chegada e disseminação das tecnologias. A geração que nasceu e cresceu depois das décadas finais do século XX, tendo a internet como parte natural de seu ambiente cultural e cognitivo, foi denominada de Nativos Digitais. A geração que nasceu antes dessa época foi denominada por Prensky de Imigrantes Digitais.

A primeira geração dos Nativos Digitais nasceu e cresceu nas últimas décadas do século XX, em meio ao início do desenvolvimento tecnológico e ao acesso as tecnologias. São indivíduos que estiveram imersos na tecnologia durante toda a sua vida. Os Nativos Digitais são “falantes nativos” da linguagem digital de computadores, videogame e internet. A relação dessa geração com as tecnologias digitais concederia a essa geração uma série de características que os tornaria únicos e diferentes da geração anterior.

Os Nativos Digitais, conforme aponta Prensky (2001), tiveram sua maneira de pensar influenciados pelo uso natural das tecnologias digitais. Essa geração seria habilidosa com as novas tecnologias, aproveitando a potencialidade das tecnologias digitais em favor do seu aprendizado. Prensky descreve assim a relação do Nativo Digital com a tecnologia:

Os Nativos Digitais estão acostumados a receber informações muito rapidamente. Eles gostam de processar mais de uma coisa por vez e realizar múltiplas tarefas. Eles preferem os seus gráficos *antes* do texto ao invés do oposto. Eles preferem acesso aleatório (como hipertexto). Eles trabalham melhor quando ligados a uma rede de contatos. Eles têm sucesso com gratificações instantâneas e recompensas frequentes. Eles preferem jogos a trabalhas “sério”. (PRENSKY, 2001, p. 2)

A maneira de aprender e a tomada de ações dos Nativos Digitais são bem diferentes dos Imigrantes Digitais. Como os Nativos Digitais nasceram e cresceram numa cultura digital, cercado por diversos dispositivos tecnológicos, Prensky declara que essa geração tem uma habilidade de processar múltiplas informações e utilizar com mais naturalidade as ferramentas tecnológicas.

Palfrey e Gasser (2011) compartilham das mesmas afirmações de Prensky (2001), ao descreverem as maneiras de como os Nativos Digitais se relacionam com as tecnologias digitais:

[Nativos Digitais] São unidos por um conjunto de práticas comuns, incluindo a quantidade de tempo que passam usando tecnologias digitais, sua tendência para as multitarefas, os modos como se expressam e se relacionam um com o outro de maneiras mediadas pelas tecnologias digitais, e seu padrão de uso das tecnologias para ter acesso, usar as informações e criar novo conhecimento e novas formas de arte. (PALFREY; GASSER, 2011, p. 14).

Contudo, o outro grupo denominado Imigrantes Digitais não nasceu no mundo digital, mas em algum momento das suas vidas ficaram interessados pelas tecnologias e acabaram adotando-as. A diferença entre esses grupos está relacionada às ações diferenciadas para tomada de decisões, influenciadas pelas tecnologias digitais.

Os Imigrantes Digitais, nascidos e crescidos numa época de carência das tecnologias digitais, mas que se apropriaram dela em um certo momento de suas vidas, permaneceram com seus estilos de aprendizagem, usando de uma outra maneira as tecnologias digitais na sua vida. Eles necessitam de um certo esforço adicional para realizar tarefas que o nativo digital realiza com mais naturalidade, ou seja, capacidade de pensar utilizando as tecnologias digitais.

Em relação à manipulação da informação e aprendizagem, os Imigrantes Digitais não acreditam que Nativos Digitais tenham um aprendizado significativo ao mesmo tempo que estudam e utilizam equipamentos eletrônicos e digitais, como por exemplo, enquanto assistem televisão ou ouvem música. Isso porque os Imigrantes Digitais não conseguem aprender dessa maneira.

Prensky acredita que os Imigrantes Digitais não conseguem aprender enquanto realizam outras tarefas porque “eles não praticavam essa habilidade constantemente durante todos os seus anos de formação” (PRENSKY, 2001). A relação aprendizagem e diversão, para os Imigrantes Digitais, não estão em sintonia e os mesmos acreditam que a aprendizagem não deve ser divertida.

Os Imigrantes Digitais aprendem como todos os imigrantes, adaptando-se ao ambiente. Eles estão sempre em processo de aprendizagem de uma nova linguagem. Prensky afirma que os cientistas acreditam que a linguagem aprendida posteriormente na vida é armazenada numa parte diferente do cérebro. Contudo, os Imigrantes Digitais sempre mantêm um “sotaque” (PRENSKY, 2001), considerado seu “pé no passado”.

Prensky (2001, 2010) descreve uma série de sotaques dos Imigrantes Digitais, como por exemplo: preferem fazer uma coisa de cada vez; gostam de imprimir seus e-mails para leitura e armazenamento; usam a internet como segunda fonte de informações, e não como primeira; preferem ler o manual de um programa, em vez de supor que o próprio programa o ensinará a utilizá-lo;

O mesmo autor (PRENSKY, 2001, 2010) cita ainda outras características dos Imigrantes Digitais, como: precisam imprimir um documento escrito no computador para editá-lo, em vez de editá-lo na própria tela; acreditam que a vida real é apenas o que acontece off-line; trazem pessoas fisicamente para o seu escritório para ver um site interessante; ligam para o destinatário perguntando se recebeu o e-mail enviado anteriormente.

Vale ressaltar que os Imigrantes Digitais estão sempre em processo de aprendizagem e adaptação quanto ao uso natural das ferramentas tecnológicas pelos Nativos Digitais. O uso das tecnologias digitais acontece de modo genuíno e natural pelos Nativos Digitais, e os Imigrantes Digitais estão constantemente em aprendizagem dessas tecnologias, sempre com o seu “sotaque”, descrito por Prensky (2001). Os Imigrantes Digitais, por outro lado, preferem o físico ao digital; ou melhor, meios analógicos em relação aos Nativos Digitais.

Atualmente, devido a popularização e uso intenso dos dispositivos móveis, principalmente tablets e smartphones, os Imigrantes Digitais podem aproveitar os benefícios desses dispositivos. Um dos benefícios é a possibilidade de uso dos dispositivos móveis na educação, conforme descrito melhor na próxima seção.

#### **2.4. Os benefícios da Aprendizagem Móvel**

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, uma agência especializada das Nações Unidas, considera os dispositivos móveis também como Tecnologias Móveis e reconhece que essas tecnologias “[...] são digitais, facilmente portáteis, de propriedade e controle de um indivíduo e não de uma instituição, com capacidade de acesso à internet e aspectos multimídia, e podem facilitar um grande número de tarefas, particularmente aquelas relacionadas à comunicação” (UNESCO, 2013, p. 8).

Os dispositivos móveis são equipamentos capazes de executar aplicativos móveis, além de poder se comunicar com outros equipamentos por meio de redes sem fio e internet. Sua popularização se deu a partir da década de 90. As características mais comuns dos dispositivos são permitir a mobilidade e acesso à internet, são do tipo computadores portáteis, pequeno e com recurso de toque sensível a tela (touchscreen).

Os dispositivos móveis mais comuns são smartphones (telefones inteligentes), tablets, GPS e notebooks.

Um aplicativo móvel, também conhecido como App, é um *software* desenvolvido para ser instalado em um dispositivo móvel. São diversos os propósitos dos aplicativos, como prover entretenimento, facilitar tarefas do dia a dia, aprendizagem, cuidados com saúde, entre outros, fornecendo as mais diversas funcionalidades com infinitas possibilidades.

O uso de dispositivos móveis nos ambientes educacionais proporcionou um novo conceito de aprendizagem, denominado de aprendizagem móvel. A UNESCO publicou no ano de 2013 as “Diretrizes de Políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel”. Em linhas gerais, segundo a própria UNESCO, essa publicação apresenta um “conjunto de diretrizes que visa auxiliar os formuladores de políticas a entender melhor o que é aprendizagem móvel e como seus benefícios, tão particulares, podem ser usados como alavanca para fazer avançar o progresso em direção à Educação para Todos” (UNESCO, 2013, p. 7).

A elaboração dessas diretrizes contou com a colaboração e consulta de diversos especialistas em mais de 20 países. A UNESCO sugere que as recomendações e orientações contidas nas diretrizes possam ser adotadas por formuladores de políticas, ajustando-as para suas particularidades e realidades caso seja necessário, e atenta para o fato de que essas diretrizes são perfeitamente contempladas nos diversos ambientes educacionais, desde a pré-escola até universidades. A UNESCO define a aprendizagem móvel da seguinte maneira:

A aprendizagem móvel envolve o uso de tecnologias móveis, isoladamente ou em combinação com outras tecnologias de informação e comunicação (TIC), a fim de permitir a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar. A aprendizagem pode ocorrer de várias formas: as pessoas podem usar aparelhos móveis para acessar recursos educacionais, conectar-se a outras pessoas ou criar conteúdos, dentro ou fora da sala de aula. A aprendizagem móvel também abrange esforços em apoio a metas educacionais amplas, como a administração eficaz de sistemas escolares e a melhor comunicação entre escolas e famílias. (UNESCO, 2013, p. 8)

A definição de aprendizagem móvel pela UNESCO, conforme destacado acima, nos permite concluir que não se trata somente em usar dispositivos móveis em atividades pedagógicas, mas também todo esforço realizado por escolas e governo no sentido de implementar o uso destes dispositivos por toda comunidade escolar. Merije (2012) também contribui com uma outra definição de aprendizagem móvel, destacada a seguir:

O mobile learning ou aprendizagem com mobilidade é um conceito tão recente quanto essas tecnologias. Sua definição envolve a utilização de equipamentos de informação e comunicação móveis, mas não se resume a isso. Quer dizer, não basta usar um celular para registrar uma atividade de campo durante uma aula de biologia e caracterizar o m-learning. (MERIJE, 2012, p. 48)

Como podemos perceber na citação de Merije (2012), além de trazer uma nova contribuição para significação de aprendizagem móvel, apresenta também as denominações “mobile learning” ou “m-learning” para representar aprendizagem móvel. Ao dizer que não basta utilizar dispositivo móvel para registrar uma atividade de campo, Merije vai de encontro com o que diz a UNESCO, onde diz que a aprendizagem móvel também se refere a esforços para implementar o uso destes dispositivos por toda a comunidade escolar.

Ainda de acordo com Marçal, Andrade e Rios (2005 apud MERIJE, 2012, p. 42-43), o uso de dispositivos móveis na educação traz consigo novas possibilidades de aprendizagem. Os referidos autores apresentam alguns dos benefícios da aprendizagem móvel, como:

Melhorar os recursos para o aprendiz, que poderá contar com um dispositivo para execução de tarefas, anotação de ideias, consulta de informações via internet, registros digitais e outras funcionalidades;  
 Prover o acesso aos conteúdos em qualquer lugar e a qualquer momento;  
 Aumentar as possibilidades de acesso aos conteúdos, incrementando e incentivando utilização dos serviços providos pelas instituições de ensino;  
 Expandir as estratégias de aprendizagem disponíveis, por meio de novas tecnologias que dão suporte tanto à aprendizagem formal quanto à informal;  
 Fornecer meios para o desenvolvimento de métodos inovadores de ensino, utilizando os recursos de computação e de mobilidade. (MARÇAL; ANDRADE; RIOS, 2005 apud MERIJE, 2012, p. 42-43)

Assim, alguns desses benefícios citados por Merije (2012), como prover o acesso aos conteúdos em qualquer lugar e a qualquer momento, melhorar os recursos para o aprendiz e aumentar as possibilidades de acesso aos conteúdos, estão alinhados com os benefícios particulares da UNESCO. Ao todo, a UNESCO define 13 benefícios particulares da aprendizagem móvel, conforme mostrado no quadro 03.

**Quadro 03:** Benefícios particulares da aprendizagem móvel

Nº	Benefícios particulares da aprendizagem móvel
01	Expandir o alcance e a equidade da educação.
02	Facilitar a aprendizagem individualizada.
03	Fornecer retorno e avaliação imediatos.

04	Permitir a aprendizagem a qualquer hora, em qualquer lugar.
05	Assegurar o uso produtivo do tempo em sala de aula.
06	Criar novas comunidades de estudantes.
07	Apoiar a aprendizagem fora da sala de aula.
08	Potencializar a aprendizagem sem solução de continuidade.
09	Criar uma ponte entre a aprendizagem formal e a não formal.
10	Minimizar a interrupção educacional em áreas de conflito e desastre.
11	Auxiliar estudantes com deficiências.
12	Melhorar a comunicação e a administração.
13	Melhorar a relação custo-eficiência.

**Fonte:** UNESCO (2013)

Apresentaremos e analisaremos logo a seguir os 13 benefícios particulares da aprendizagem móvel, descritos nas diretrizes de políticas da UNESCO (2013).

O 1º benefício particular da aprendizagem móvel é “expandir o alcance e a equidade da educação”. Diversos projetos com uso de tecnologias móveis, apresentados nas diretrizes da UNESCO, se apresentam como um excelente meio para estender oportunidades educacionais a estudantes, mesmo esses estudantes não tendo acesso a escolas de excelente qualidade. Quanto mais empresas produzem dispositivos móveis, a tendência é que estes dispositivos sejam oferecidos para venda aos mais variados segmentos de classe social, com aparelhos de baixo, médio e alto custo.

O 2º benefício é “facilitar a aprendizagem individualizada”. Apesar de oferecerem benefícios há muitos anos, os computadores pessoais possuem certas limitações em relação aos dispositivos móveis, como por exemplo, o transporte (difícil de serem transportados pelos alunos para outros lugares), o custo (muitos não têm recursos para comprá-lo), o compartilhamento (não é comum compartilhar os computadores pessoais) e não é verdadeiramente pessoal (mesmo quando disponível em laboratórios de informática das escolas, são de propriedade coletiva).

No caso dos dispositivos móveis, estes geralmente são de propriedades dos usuários. Essa característica permite que os usuários possam personalizá-los e levá-los consigo para qualquer lugar. Desse modo, os dispositivos móveis “por serem altamente portáteis e relativamente baratos, ampliaram enormemente o potencial e a viabilidade da aprendizagem personalizada” (UNESCO, 2013, p. 14).

O fato de facilitar a aprendizagem individualizada é devido ao grande volume e diversidade de informações manipuladas pelos usuários. Ao coletarem informações sobre seus usuários e por serem considerados telefones inteligentes (*smartphones*), esses dispositivos são capazes de entender as preferências de aprendizagem dos alunos.



Assim, os sistemas de aprendizagem (aplicativos) podem oferecer aos estudantes maior flexibilidade para avançar em seu próprio ritmo e seguir seus próprios interesses, aumentando potencialmente sua motivação para buscar oportunidades de aprendizagem. De acordo com as habilidades de leitura dos usuários, podem ser oferecidas leituras de textos mais fáceis ou mais difíceis, ou ainda, oferecer informações por meios de diversas mídias como mapas, imagens, textos ou áudios, de acordo com as preferências de aprendizagem dos usuários.

O 3º benefício da aprendizagem móvel é “fornecer retorno e avaliação imediatos”. Tal benefício contribui não só para alunos, mas também para professores. Muitos aplicativos de ensino e de aprendizagem possuem versões integradas com outras plataformas e funcionam com múltiplos sistemas operacionais. Assim, o professor poderá criar os conteúdos e exercícios a partir de seus dispositivos móveis ou computadores pessoais e enviar para os alunos realizarem em seus dispositivos.

Atualmente, devido às suas características interativas, os dispositivos móveis oferecem retorno (feedback) imediatos de avaliações e exercícios de forma instantânea. A grande vantagem desse retorno para professores e alunos são: indicadores de progresso, revisão com explicações e localização rápida de problemas de compreensão. Esses recursos e funcionalidades nos aplicativos contribuem para assegurar que as avaliações sejam usadas para o progresso da aprendizagem, e não simplesmente para classificar, premiar ou punir o desempenho.

O 4º benefício é “permitir a aprendizagem a qualquer hora, em qualquer lugar”. Isso ocorre porque as pessoas levam consigo os dispositivos móveis na maior parte do tempo. A aprendizagem permitida nos dispositivos móveis é suportada pelos diversos aplicativos disponíveis, em que oferecem lições pedagógicas de curto ou longo prazo, podendo ser realizadas durante uma viagem curta de ônibus ou longa de avião.

Ao “assegurar o uso produtivo do tempo em sala de aula”, este 5º benefício da aprendizagem móvel permite que os professores possam fazer uso do conceito de sala de aula invertida, conforme descreve Moran (2019):

Outra forma de utilização importante das tecnologias digitais é para inverter a forma de ensinar. Os materiais importantes (vídeos, textos, apresentações) são postados numa plataforma digital para que os estudantes os acessem da sua casa, possam revê-los com atenção, levantem suas principais dúvidas, respondam a algum questionário ou quiz. O professor recebe as dúvidas, vê o resultado das avaliações e elabora as atividades específicas para os momentos presenciais. A informação básica fica disponível online e a avançada é construída em aula, presencialmente, em grupos, com a orientação do professor. (MORAN, 2019, p. 2)

Para Moran, os alunos podem fazer uso da internet em seus dispositivos móveis para acessar o conteúdo da aula disponibilizado pelos professores (forma online) e este poderá trabalhar as informações mais avançadas na sala de aula, de modo presencial, com os alunos.

As atividades antes realizadas de forma passiva em sala de aula ou que exigem mais a memorização, como ouvir uma aula expositiva ou decorar informações, podem ser realizadas pelos alunos como tarefa de casa, com auxílio dos dispositivos móveis. Isso permite que o tempo disponível para o ensino em sala de aula seja dedicado a outras tarefas, como aplicação de conceitos, ao invés de sua mera transmissão. Esse tempo em sala de aula agora pode ser utilizado para enfatizar mais os aspectos sociais da aprendizagem, como trabalho em grupo, atividades em laboratório e discussão de ideias.

O 6º benefício é “criar novas comunidades de estudantes”. Por meio de uso de recursos e ferramentas virtuais de comunicação assíncrona e síncrona, os usuários estabelecem uma relação no espaço virtual, para tirar dúvidas, fazer perguntas e respondê-las, uns ajudando os outros e criando uma comunidade em assuntos de interesse comum. De uma maneira geral, essas interações nas comunidades virtuais de estudantes tornam-se fundamentais para o processo de aprendizagem.

Com o advento e a popularização dos dispositivos móveis foi possível transportar a aprendizagem para ambientes fora da escola, não ficando somente restrito a sala de aula. Desse modo, o 7º benefício particular da aprendizagem móvel se refere a “apoiar a aprendizagem fora da sala de aula”. Conforme aponta a UNESCO, os dispositivos móveis “podem dar um significado literal ao ditado ‘o mundo é uma sala de aula’” (UNESCO, 2013, p. 20).

Os desenvolvedores de aplicativos podem criar aplicativos para serem utilizados em um local ou contexto, no sentido de proporcionar ao usuário acesso de conteúdos específicos ou experiências imersivas de aprendizagem. É possível, por exemplo, que estudantes aprendam sobre botânica examinando o seu habitat natural, ou que numa visita ao museu, os mesmos aprendam sobre obras de arte apontando a câmera dos dispositivos para leitura de código de barra.

A realidade aumentada pode ser um dos exemplos desse benefício em particular. Por meio de recursos de localização, os aplicativos de realidade aumentada podem “ampliar” a realidade, como por exemplo, a visualização em três dimensões de diferentes ângulos de estruturas ou processos virtuais, revelando no mundo real objetos que não podem ser vistos a olho nu.

O 8º benefício é “potencializar a aprendizagem sem solução de continuidade”. Isso significa que alunos e professores precisam apenas de uma conexão com a internet, independentemente da plataforma (fixa ou móvel) para poder arquivar, baixar ou editar

informações, além de executar programas diretamente da internet. Essas informações são acessadas pelos mais diversificados dispositivos (computadores de mesa, laptops, tablets e telefones celulares) e graças à internet, a computação está a cada dia que passa se transferindo para “nuvem <sup>1</sup>”.

Os *softwares* e aplicativos são responsáveis pela sincronização dos arquivos em diferentes plataformas. Ou seja, um aluno pode começar um trabalho pelo dispositivo móvel e finalizá-lo em seu computador pessoal em casa. Isso permite que os estudantes tenham uma experiência de aprendizagem atualizada e contínua, independentemente do dispositivo utilizado para acessar os conteúdos.

Criar uma ponte entre a aprendizagem formal e a não formal é o 9º benefício particular da aprendizagem móvel. Isso porque os dispositivos móveis asseguram que as aprendizagens ocorram dentro e fora da escola e apoiem-se mutuamente para superar os limites entre a aprendizagem não formal e a formal.

Como exemplo desse benefício particular, citado nas diretrizes da Unesco, os estudantes podem facilmente acessar materiais suplementares, a fim de esclarecer ideias introduzidas pelo professor ou aprender palavras de uma língua estrangeira por meio de aplicativos de aprendizagem de idiomas. Esses aplicativos “falam” e “ouvem” os alunos por meio de alto-falantes e microfones embutidos nos dispositivos móveis, sem a necessidade de um professor fazendo a aprendizagem formal. As palavras mais difíceis podem ser enviadas ao professor por meio de aplicativos de mensagens para tirar dúvidas, revisão ou esclarecimento.

O 10º benefício da aprendizagem móvel é “minimizar a interrupção educacional em áreas de conflito e desastre”. Os dispositivos móveis podem ajudar a assegurar a continuidade da educação durante tempos de crise, como desastres naturais ou conflitos de guerra. Em situações de pós-cries como as relacionadas acima, restaurar infraestruturas como estradas e escolas levam muito mais tempo do que o conserto de infraestrutura de tecnologia digital móvel. Nesses casos, a aprendizagem móvel é fortemente indicada para conectar alunos, professores, escolas e universidades.

Ao “auxiliar estudantes com deficiências”, este 11º benefício se deve ao fato de que a maioria dos dispositivos móveis possuem recursos de acessibilidades como gesto de ampliação (tocar duas vezes na tela para ampliar), conversão de texto em voz,

---

<sup>1</sup> Termo utilizado para descrever uma rede global de servidores remotos ao redor do mundo. Estes servidores são responsáveis por armazenar e gerenciar dados, executar aplicativos, fornecer conteúdos ou serviços. As informações estarão disponíveis em qualquer lugar, a qualquer hora, sendo possível acessá-los online. (Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-the-cloud>)

inversão de cores, transcrição de voz e conversão de texto em fala. Esses recursos podem auxiliar na melhora da aprendizagem de alunos com necessidades específicas.

Além de auxiliar os alunos com necessidades específicas de ordem física, existem diversos aplicativos que levam em consideração as deficiências de aprendizagem dos alunos. Esses aplicativos utilizam os recursos dos dispositivos móveis para potencializar o seu uso, oferecendo inúmeros conteúdos de aprendizagem.

O benefício de “melhorar a comunicação e a administração” refere-se ao 12º benefício. A probabilidade de alcance das informações enviadas por dispositivos móveis é muito maior do que pelo uso de panfletos. Os envios de informações por dispositivos móveis são mais eficazes, rápidos, tem garantia de entrega e são mais baratas do que outros canais de comunicação. Isso facilita também a troca de mensagens entre alunos e professores, permitindo que professores solicitem retorno de atividades aos estudantes. Pais também podem solicitar informações escolares dos seus filhos e filhas.

Por fim, o 13º e último benefício descrito nas diretrizes da UNESCO está relacionado à “melhorar a relação custo-eficiência”. Os custos com os dispositivos móveis podem ser mostrar um bom negócio, em relação a outros custos de recursos educacionais. A Tailândia ofereceu tablets aos alunos para substituir gradualmente o livro didático impresso. Não foi possível observar ainda, a médio e longo prazo, se tal iniciativa reduziu os custos totais de livros didáticos impressos com os custos de livros digitais.

Esses foram os principais benefícios da aprendizagem móvel apresentados pela Unesco, na qual estaremos utilizando nas discussões dos dados coletados nesta pesquisa. Para fundamentar ainda mais os dados coletados, reservamos o próximo capítulo para apresentar reflexões e referenciais teóricos relacionados ao eixo educação.

### **3. EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E A GEOMETRIA**

Os referenciais teóricos adotados neste capítulo abordam os principais fundamentos, teorias, ideias e outros aspectos importantes relacionados à educação de jovens e adultos e à Geometria. Estes referenciais teóricos estão organizados em quatro seções, nas quais abordaremos uma breve retrospectiva histórica e pedagógica da educação de jovens e adultos, o PROEJA no âmbito do Colégio Pedro II, os princípios do Documento Base PROEJA e a dimensão epistemológica que trata das características do saber Poliedros de Platão.

#### **3.1. Uma breve retrospectiva histórica e pedagógica da educação de jovens e adultos**

A Educação de Jovens e Adultos se constitui hoje num complexo desafio para nossa sociedade, derivados de políticas, culturas e desigualdades socioeconômicas que afetam nosso país. Apesar de alguns progressos na área de educação, como leis que asseguram fundos de investimentos em educação e avanços tecnológicos, ainda permanecem características em nossa sociedade como as desigualdades sociais e educacionais, conforme afirmam Paula e Oliveira (2011):

Pensar, propor e realizar uma educação voltada a jovens e adultos nesse cenário é mais que um desafio: é assumir a responsabilidade histórica de contribuir para a consolidação de um legado construído na diversidade dos movimentos que lutaram e lutam pela democratização do nosso país. (PAULA; OLIVEIRA, 2011, p. 10):

O cenário acima citado pelas autoras trata-se das características de nossa sociedade, como as desigualdades sociais e educacionais, que se configuram dessa forma até os dias atuais. Diante desse contexto, implementar uma boa educação de jovens e adultos torna-se realmente um grande desafio. Ao longo das últimas décadas, devido aos déficits de atendimento no Ensino Fundamental, um grande número de jovens e adultos não tiveram acesso ou não concluíram o Ensino Fundamental obrigatório. Nesse período, por meio algumas políticas públicas e de esforços da sociedade civil organizada, foram elaboradas diversas leis e documentos internacionais para fortalecer e contribuir com o ensino de jovens e adultos.

A Educação de Jovens e Adultos está assegurada e fundamentada na Constituição Federal de 1988, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (Lei nº 9.394/96), nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação de Jovens e Adultos (Parecer CNE/CEB 11/2000 e Resolução CNE/CEB 1/2000), no Plano Nacional de Educação 2014-2024 (Lei 13.005/2014) e nos compromissos e acordos com

organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

De acordo com Ceratti (2007), as políticas educacionais mais expressivas relacionadas à educação de jovens e adultos têm seu início com a Constituição Federal de 1988, a partir do momento em que garante o direito à educação a todos os cidadãos brasileiros e assegura a educação de jovens e adultos como um direito de todos:

Art. 208. O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de:

I – educação básica obrigatória e gratuita dos 4 (quatro) aos 17 (dezessete) anos de idade, assegurada inclusive sua oferta gratuita para todos os que a ela não tiveram acesso na idade própria; (BRASIL, 2019)

Compartilhando com esse mesmo princípio da Constituição Federal, a LDB aponta no seu artigo 4º que o Estado deve garantir educação escolar pública dos 4 aos 17 anos, desde a pré-escola, passando pelo Ensino Fundamental e Médio. Ainda na LDB, na seção V do capítulo III, que trata da educação de jovens e adultos, está regulamentado no artigo 37 a oferta desta modalidade de ensino àqueles que não que tiveram acesso ou não concluíram na idade adequada:

Artigo 37. A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria.

Artigo 38. Os sistemas de ensino manterão cursos e exames supletivos, que compreenderão a base nacional comum do currículo, habilitando ao prosseguimento de estudos em caráter regular.

§ 1º Os exames a que se refere este artigo realizar-se-ão:

I – no nível de conclusão do ensino fundamental, para os maiores de quinze anos;

II – no nível de conclusão do ensino médio, para os maiores de dezoito anos. (BRASIL, 1996)

Podemos observar no artigo 38 uma relação com a idade, apontando que os cursos e exames de nível de conclusão do ensino fundamental, poderão ser oferecidos aos jovens e adultos maiores de 15 anos e os de nível de conclusão do ensino médio, para os maiores de 18 anos.

Com relação às Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação de Jovens e Adultos, a Câmara de Educação Básica definiu as Diretrizes Operacionais para a Educação de Jovens e Adultos com aspectos relacionados a parâmetros de idade mínima e de certificação dos exames, duração dos cursos, disciplinando e orientando cursos a serem desenvolvidos com mediação da educação a distância.

No ano de 2014 foi atualizado o Plano Nacional de Educação por meio da Lei nº 13.005/2014, que por sua vez estabelece diversas diretrizes, metas e estratégias que

devem reger as iniciativas na área da educação brasileira, no período do ano 2014 a 2024. Em relação à educação de jovens e adultos, este plano estabelece duas metas.

A meta nº 9 previa a elevação da taxa de alfabetização da população com 15 (quinze) anos ou mais para 93,5% até o ano de 2015, a erradicação do analfabetismo absoluto e a redução em 50% (cinquenta por cento) da taxa de analfabetismo funcional, até o final da vigência no ano de 2024. Os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, mostrou que no último cenário em 2018, a taxa de alfabetização era de 93,2%, demonstrando que essa meta não tinha sido alcançada.

A meta nº 10 prevê a oferta de, no mínimo, 25% das matrículas de educação de jovens e adultos nos Ensinos Fundamental e Médio, na forma integrada à educação profissional, até o final de 2024. Segundo esta meta, esta integração poderá ser ofertada como:

a) educação profissional técnica integrada ao ensino médio na modalidade EJA; b) educação profissional técnica concomitante ao ensino médio na modalidade de educação de jovens e adultos; c) formação inicial e continuada (FIC) ou qualificação profissional integrada ao ensino fundamental na modalidade EJA; d) formação inicial e continuada ou qualificação profissional integrada ao ensino médio na modalidade EJA; e) formação inicial e continuada ou qualificação profissional concomitante ao ensino médio na modalidade EJA. (MEC, 2014, p. 38).

Por fim, a UNESCO tem organizado as Conferências Internacionais de Educação de Adultos (CONFITEAs) cujos objetivos são possibilitar o diálogo e a avaliação das políticas de educação e aprendizagens de jovens e adultos na esfera internacional. As CONFITEAs constituíram a principal ferramenta da UNESCO para a defesa e promoção da educação de jovens e adultos nos últimos 60 anos. A V CONFITEA, realizada no ano de 1997, foi a mais marcante pelo número de participantes e pela produção da Declaração de Hamburgo sobre Aprendizagem de Adultos, na qual um dos destaques que definem a Educação de Jovens e Adultos é:

[...] engloba todo o processo de aprendizagem, formal ou não, em que pessoas consideradas adultas pela sociedade à qual pertencem desenvolvem suas habilidades, enriquecem seus conhecimentos e aperfeiçoam suas qualificações técnicas e profissionais, direcionando-as para a satisfação de suas necessidades e as de sua sociedade. A aprendizagem de adultos inclui a educação formal e continuada, a aprendizagem não formal e o espectro da aprendizagem informal e incidental disponível numa sociedade de aprendizagem multicultural em que abordagens teóricas e práticas são reconhecidas (UNESCO, 1998, p. 19)

### 3.1.1. Aspectos históricos da Educação de Jovens e Adultos no Brasil

Para Paula e Oliveira (2011, p. 16), a educação brasileira no início do período colonial baseava-se nos pressupostos da evangelização. Essa educação era voltada para os índios adultos e ficava a cargo dos jesuítas a responsabilidade de ministrarem as aulas sobre noções da religião católica e da cultura ocidental. Esse momento é considerado, segundo as autoras, o começo da educação de adultos no país.

O período imperial foi um período de poucos avanços em relação à educação de jovens e adultos. Beisiegel (2010) afirma que nas últimas décadas do segundo império havia informações sobre o funcionamento de classes de ensino de adultos em diversas províncias. No final do período imperial, a população do Brasil era de 14 milhões de habitantes, sendo que 85% das pessoas nunca tinham frequentado uma escola e não sabiam ler e escrever o próprio nome (GOMES, 2013, p. 65). Se considerarmos os negros e escravos recém-libertos, o índice de analfabetismo era de 99%.

Nas primeiras décadas do período republicano, o cenário a respeito da educação de jovens e adultos não se alterou. Estados e municípios continuavam responsáveis pela educação dos cidadãos e o governo federal não estava alinhado e articulado com nenhuma política educacional das outras esferas governamentais (PAULA; OLIVEIRA, 2011). No início da década de 1940, a população de analfabetos, com idade de 15 anos ou mais, era de 50% e não havia uma política definida de educação escolar para jovens e adultos (BEISIEGEL, 2010).

Até a metade da década de 40, a prioridade era cuidar da instrução primária das crianças (BEISIEGEL, 2010). Foi a partir da década de 40, conforme apontam Paula e Oliveira (2011, p. 17), que diversos cenários, como movimentos mais sistemáticos de responsabilização dos estados, criação de políticas públicas mais efetivas, primeira transição democrática no país e o fim da segunda guerra mundial, impactaram o campo conceitual educacional.

Ainda segundo Romão e Gadotti (2007 *apud* PAULA; OLIVEIRA, 2011, p. 17-19) a educação de jovens e adultos passou por três blocos de períodos temporais. Do ano de 1946 ao ano de 1958, o nosso país passou por um período de grandes campanhas voltada para erradicação do analfabetismo, como a Campanha de Educação de Adultos, que mais adiante consolidaria o ensino supletivo, presente ainda nos dias atuais na cultura de educação de jovens e adultos. Esta campanha era voltada à alfabetização, à formação profissional e ao desenvolvimento comunitário. Nesse período, o analfabetismo é entendido como uma causa do subdesenvolvimento.

O período compreendido entre os anos de 1958 a 1964 é marcado por um movimento crítico no âmbito das políticas sociais (PAULA; OLIVEIRA, 2011, p.18). As



contribuições do educador Paulo Freire ganham visibilidade e suas teorias passam a ser o marco na revolução do pensamento pedagógico, assim como especificamente da educação de jovens e adultos. O mesmo atuou ainda como colaborador da elaboração do Plano Nacional de Alfabetização de Adultos. Surgem outros movimentos como Centro Popular de Cultura e o Movimento de Educação de Base. O Analfabetismo passa a ser interpretado como um dos efeitos do subdesenvolvimento e das desigualdades econômicas, deixando de ser a causa dos mesmos.

Os anos de 1964 a 1985 foram marcados pelo esvaziamento, por meio da ditadura militar, das ações educativas (ético, político e humanizador), defendido por Paulo Freire. A educação de jovens e adultos - EJA passou para uma posição assistencialista, enquanto a educação escolar tinha um caráter moralista e disciplinador (ROMÃO; GADOTTI, 2007 *apud* PAULA; OLIVEIRA, 2011, p. 19). Na década de 1980, foram iniciadas outras ações governamentais e da sociedade civil organizada para a educação de jovens e adultos, conforme afirmam Paula e Oliveira (2011).

A EJA, a partir de meados da década de 1980, e na primeira metade dos anos 2000 caminhou em duas grandes frentes: uma que reúne um conjunto de ações do governo e outra que reúne ações da sociedade civil organizada e dos movimentos populares. Além disso, o surgimento e consolidação dos fóruns de EJA, a partir de 1996, passaram a agregar a essa história a força da mobilização e do debate em torno de políticas públicas voltadas a esse segmento específico da população. (PAULA; OLIVEIRA, 2011, p. 19).

As frentes de ações relacionada aos poderes públicos, conforme descrito acima, tiveram um grande alcance. Os programas governamentais de alfabetização de jovens e adultos, como a Fundação Educar, Alfabetização Solidária e Brasil Alfabetizado eram desenvolvidos na perspectiva de campanhas e ensino supletivo que, por meio de convênios com movimentos populares e entidades sociais, eram providos recursos para formação de docentes, aquisição de materiais didáticos, remuneração de docentes, alimentação e transporte dos alunos.

Na outra frente de atuação, da sociedade civil e movimentos populares, as ações tinham um alcance local. Os programas como Movimentos de Alfabetização, BB Educar, SESC Ler e os fóruns, como Fóruns de EJA e de Mova, encontros regionais e nacionais (ENEJA), Comissão Nacional de Alfabetização e de Educação de Jovens e Adultos (CNAEJA) tinham como principais ações a alfabetização, a mobilização política, construção de redes e garantia da cidadania. Neste momento, há uma forte incorporação das concepções e práticas no campo da educação popular, construídas pelo educador Paulo Freire.

Apesar de a taxa de analfabetismo ter decrescido ao longo deste último século, o país passou de 65% de analfabetos no ano de 1900 para 13,6% no ano 2000, e as últimas três décadas não foram suficientes para fazer frente a 500 anos de abandono e equívocos (PAULA; OLIVEIRA, 2011). Ainda segundo as autoras, somente a partir da década de 1990 que o campo de educação de jovens e adultos começou a vislumbrar e consolidar novas possibilidades, articulada aos processos de reconstrução da sociedade brasileira nos seus diferentes âmbitos.

### **3.2. O PROEJA no âmbito do Colégio Pedro II**

O Colégio Pedro II é uma tradicional Instituição Pública Federal de ensino, considerado uma das mais antigas do Brasil, localizado no Estado do Rio de Janeiro e vinculada ao Ministério da Educação. De acordo com Santos et al. (2018), apesar de ter sido fundado no ano de 1837, sua origem remonta ao ano de 1739, quando foi fundado o Colégio dos Órfãos de São Pedro, por inspiração de Dom Antônio de Guadalupe, 4º Bispo do Rio de Janeiro. No ano de 1766 o Colégio dos Órfãos transformou-se em Seminário de São Joaquim, onde atualmente funciona o Campus Centro do Colégio Pedro II.

No ano de 1837, por meio de uma reorganização do Seminário de São Joaquim, o ministro do Império Bernardo Pereira de Vasconcelos apresentou à assinatura do Regente Pedro de Araújo Lima a nova denominação do Seminário, mudando seu nome para Imperial Collegio de Pedro Segundo, em homenagem ao Imperador menino, no dia de seu aniversário de 12 anos, em 02 de dezembro.

No início da Proclamação da República, o Marechal Deodoro da Fonseca criou decretos visando suprimir de imediato a denominação “imperial”, ou tudo que lembrasse o período da monarquia e do império, de todos os estabelecimentos ligados ao ministério do interior, e o Imperial Collegio de Pedro Segundo teve sua nomenclatura alterada para Instituto Nacional de Instrução Secundária e, em seguida, Ginásio Nacional (GOMES, 2013, p. 316). Finalmente, no ano de 1911, o ex-aluno e Presidente da República Marechal Hermes da Fonseca retornou à denominação de Colégio Pedro II.

O Colégio Pedro II passou por períodos de expansão e modernização nos últimos anos. No ano de 2012, por meio da lei 12.677/12, foi equiparado aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, mantendo sua característica de instituição especializada na oferta de Educação Básica. Com essa nova situação jurídica, o colégio passou a ser regido pelo mesmo ordenamento legal das demais instituições que pertencem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

Atualmente, o organograma institucional do Colégio Pedro II conta com uma Reitoria (um Reitor e cinco Pró-Reitorias), 14 *campi*, sendo 12 no município do Rio de

Janeiro, um em Niterói e um em Duque de Caxias, e um Centro de Referência em Educação Infantil, localizado em Realengo. Com quase 13 mil alunos, o Colégio Pedro II oferece atividades de ensino e pesquisa, atuando desde a educação infantil até a pós-graduação.

A modalidade de educação de jovens e adultos passou a ser oferecida pelo colégio no ano de 2006. Costa (2016) descreve que essa oferta de modalidade de educação não ocorreu a partir de demandas do colégio ou de um amplo debate da comunidade escolar, mas sim a partir de uma orientação do governo federal. Essa modalidade de educação foi iniciada a partir do Decreto nº 5.478 de junho de 2005, que em sua ementa “Institui, no âmbito das instituições federais de educação tecnológica, o Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA” (BRASIL, 2005).

Instituído no ano de 2005 pelo governo federal, a criação do PROEJA visa promover as pessoas que não conseguiram acesso ao Ensino Médio, concluíram o ensino fundamental há muitos anos ou estão em busca de um curso profissionalizante. No ano de 2006, o governo federal publicou o Decreto nº 5.840 de 13 de julho de 2006, revogando o Decreto nº 5.478 e ampliando o programa em termos de abrangência (passando a atender toda a educação básica e continuada e incluir as redes municipais e estaduais de educação no seu atendimento), aprofundamento e em seus princípios pedagógicos, conforme destacado no trecho do Decreto a seguir:

Art. 1º Fica instituído, no âmbito federal, o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional à Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos - PROEJA, conforme as diretrizes estabelecidas neste Decreto.

§ 1º O PROEJA abrangerá os seguintes cursos e programas de educação profissional:

I - formação inicial e continuada de trabalhadores; e

II - educação profissional técnica de nível médio.” (BRASIL, 2006)

Com a criação do PROEJA pelo governo federal, o Colégio Pedro II passou a ofertar ensino básico também para jovens e adultos, e junto com essa nova modalidade de ensino, trouxe novos desafios e propostas metodológicas, conforme descreve Costa (2016):

Essa situação trouxe ao Colégio Pedro II um novo desafio: atender ao público de adultos numa perspectiva inclusiva e profissional. Por mais que o Colégio tenha experimentado, na década de 1970, um currículo profissionalizante, era a primeira vez que se pensaria numa construção voltada àqueles que foram alijados de uma formação escolar no período adequado. Trata-se de um aluno autônomo, emancipado e que, ao mesmo tempo, apresenta dificuldade na apropriação de conceitos e conteúdos clássicos. É um aluno mais ansioso, que deseja a aplicação imediata do que está sendo ofertado como formação profissional, como

também da necessidade de resgatar sua autoestima. Assim sendo, entender essa realidade requer uma metodologia diferenciada das aplicadas na Educação Básica. (COSTA, 2016, p. 12)

O PROEJA visa associar a educação de jovens e adultos à educação profissional e técnica, atendendo a demanda de jovens e adultos, afastados dos bancos escolares, ofertando uma formação profissionalizante por meio da educação profissional técnica de nível médio. Ao término de conclusão do ensino médio, os alunos obtêm um certificado de formação profissional técnica.

O Colégio Pedro II, pelas suas experiências centenária na educação básica, se viu diante da possibilidade de oferecer um curso para jovens e adultos articulado com uma formação profissional. Durante muitos anos, o colégio já oferecia um curso técnico de informática em nível de Ensino Médio regular e o fato de possuir experiência com esse curso fez com que o primeiro curso a ser oferecido ao PROEJA, no ano de 2006, fosse o curso Técnico em Montagem e Manutenção de Microcomputadores.

Este curso contou com a participação dos docentes do Departamento Pedagógico de Ciência da Computação e Informática Educativa e, por meio de uma adaptação no currículo, este curso foi implementado nos campi Engenho Novo II e Realengo II. Um tempo depois, este curso teve a nomenclatura alterada para Técnico em Manutenção e Suporte em Informática.

No ano de 2010, o colégio expandiu a oferta de cursos também para os campi Tijuca II e Centro, criando novos cursos de Técnico em Administração e Técnico em Manutenção Automotiva (em parceria com o Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro - Campus Maria da Graça). Diferente do que ocorrera com o curso Técnico em Informática, em que a oferta de curso se deu a partir da experiência que o Colégio já possuía, esses dois novos cursos foram criados dentro das especificações do Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (COSTA, 2016).

Atualmente, os cursos do PROEJA oferecidos pelo Colégio Pedro II consiste em Assistente Administrativo, Técnico em Administração e Técnico em Manutenção e Suporte em Informática, com um total de 432 vagas. As oportunidades são para os *campi* Duque de Caxias, Engenho Novo II, Realengo II, Centro e Tijuca II.

A estrutura do currículo, na implantação do PROEJA no Colégio Pedro II, era semestral, de regime seriado, onde para concluir o curso de três anos o aluno deveria cursar os 6 módulos. Desse modo, o ingresso dos alunos nos cursos do PROEJA era realizada duas vezes ao ano. Atualmente, após fóruns de debates internos com a participação de técnicos e docentes, e baseado em procedimento administrativos e pedagógicos, o colégio deliberou pelo processo de ingresso anual, com regime de estrutura por anos.

O colégio sempre manteve fóruns de debates sobre formas de ingresso, acesso, permanência e outros aspectos relacionados ao PROEJA, com a participação de docentes e outros membros da comunidade escolar. No início do PROEJA, o processo seletivo era constituído de um teste classificatório, contendo questões objetivas de Língua Portuguesa e Matemática, além de uma redação com tema livre, não havendo nota mínima de corte e diferente de zero para estar aprovado (COSTA, 2016). Esse modelo de ingresso foi abolido e, atualmente, o processo constitui-se de duas etapas: sorteio público, de caráter eliminatório e classificatório, e avaliação socioeconômica e vocacional, de caráter eliminatório.

No sorteio público não é obrigatório a presença do candidato no local de sorteio. A ficha de avaliação socioeconômica e vocacional deve ser preenchida pelo candidato no dia da matrícula. É considerado habilitado o candidato que preenche o questionário, fornecendo informações verídicas. O candidato que não preencher o questionário ou fornecer informações inverídicas é considerado inabilitado e automaticamente eliminado do processo seletivo.

Sobre as políticas internas de assistências ao aluno do PROEJA adotadas pelo Colégio, além da gratuidade do curso, os alunos recebem um bolsa auxílio de R\$ 100,00 por mês, auxílio transporte, assistência médica no Colégio, alimentação no local (jantar) além de auxílios específicos por meio de editais, como tecnologias assistivas (bengalas, óculos, etc), bolsas de monitoria, uniforme escolar e viagens de alunos para apresentação de trabalhos.

Por fim, nesses pouco mais de 10 anos de PROEJA no Colégio Pedro II, ainda são inúmeros os desafios a serem superados pelos diversos segmentos da comunidade escolar, muitos desses desafios são comuns na educação de jovens e adultos. Os alunos ainda possuem dificuldade de conciliar o horário de estudo e trabalho, dificuldades financeiras para realizar o curso, falta de motivação para continuar os estudos e falta de flexibilidade nos horários para cursar as matérias (MOREIRA, 2012 *apud* MARCUS, 2016, p. 15).

Além disso, especificamente se tratando do PROEJA do Colégio Pedro II, como produto das reflexões, debates e encaminhamentos, feitos por docentes, alunos e coordenadores pedagógicos durante o Fórum Proeja 2018, foram sistematizados uma série de recomendações visando a melhoria do PROEJA. Algumas dessas recomendações foram: manter esforços institucionais para que o aluno sempre tenha acesso, no turno da noite, aos setores dos *campi* que ofertam serviços de direito, como biblioteca e laboratórios; criar metodologias e estudos com o objetivo de elaborar a Política Educacional do Proeja no Colégio, ou seja, seu Projeto Pedagógico de Curso e os acompanhamentos qualitativo e quantitativo dos discentes (PROEJA, 2018).

### 3.2.1. Os princípios do Documento Base PROEJA

A partir do primeiro Decreto Nº 5.478/2005 que instituiu o PROEJA, uma publicação do Ministério da Educação, denominada “Documento Base PROEJA” foi divulgada a fim de orientar e informar sobre os aspectos relevantes desse programa. As alterações trazidas pelo segundo Decreto no 5.840/2006 implicaram na revogação do primeiro decreto e a construção de novos documentos referenciais denominado “Documento Base PROEJA”.

O Documento Base do PROEJA é uma publicação do Ministério da Educação contendo diversos aspectos relacionados ao Programa PROEJA, com referenciais teóricos sobre a Educação de Jovens e Adultos no Brasil, as características do público-alvo, importância desta política de integração da educação profissional e tecnológica com a formação geral da educação básica. Contém também as concepções e princípios do PROEJA, na qual faremos uma abordagem mais destacada, além do Projeto Político Pedagógico, currículo e avaliação e outros aspectos operacionais do Programa.

Conforme aponta Ferreira e Silva (2011 *apud* COSTA, 2016, p. 28), esse documento trouxe importantes contribuições para início de uma identidade do PROEJA:

Os Documentos Base do PROEJA (MEC, 2006; 2007) representam, pelo menos teoricamente, a busca de sistematização de uma identidade para o Programa, e em seus princípios e proposições, lançam para a escola e os professores um grande desafio no sentido de repensar as concepções e as práticas avaliativas. (FERREIRA; SILVA, 2011 *apud* COSTA, 2016, p. 28),

A construção de identidade do PROEJA tem sido apoiada por esse Documento Base, utilizado pelas instituições pertencentes à Rede Federal de Educação para nortear as políticas e práticas pedagógicas do PROEJA em suas esferas.

O Documento Base do PROEJA define seis princípios que consolidam os fundamentos da política de educação profissional e tecnológica. Esses princípios foram definidos a partir de teorias de educação e de estudos específicos no âmbito da educação de jovens e adultos, além de reflexões teórico-práticas desenvolvidas tanto na EJA quanto no ensino médio e nos cursos de formação profissional da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica (MEC, 2007).

O primeiro princípio desta política é “Promover a inclusão de todos à Educação Profissional por meio de política verdadeiramente inclusiva”. Considerando que os jovens e adultos que não concluíram a educação básica em sua faixa etária regular têm tido pouco acesso a essas redes, este princípio diz respeito ao papel e compromisso que entidades públicas integrantes dos sistemas educacionais têm com a inclusão da

população em suas ofertas educacionais. Um destaque deste princípio é em relação à compreensão de que escolas precisam garantir e assegurar a permanência e o sucesso dos alunos nas unidades escolares e não somente permitir o acesso dos ausentes do direito à escola.

O segundo princípio é “Inserir a Educação de Jovens e Adultos integrada à Educação Profissional”. O terceiro princípio é “Universalizar o ensino médio”. Para este princípio citado, compreende-se que é preciso períodos mais longos para consolidação dos saberes, produção humana, linguagens e formas de expressão e transformação do mundo, não sendo possível essas aquisições somente no curso do Ensino Fundamental. Desse modo, é preciso incluir a universalização do Ensino Médio como uma expansão do direito a Educação Básica.

O quarto princípio compreende o “trabalho como princípio educativo”. Considera que a vinculação da escola com o trabalho não se pauta pela relação com a ocupação profissional diretamente, mas pelo entendimento de que homens e mulheres produzem sua condição humana pelo trabalho. O quinto princípio define a “pesquisa como fundamento da formação do sujeito”. A atividade de pesquisa é importante no processo de formação dos alunos, pois contribui para a produção de conhecimentos, avanços na compreensão da realidade e construção da autonomia intelectual dos alunos”.

O último princípio, “considerar as condições geracionais e as questões de gênero e étnico-raciais como fundantes da formação humana e da identidade social”, julga importante que escolas vejam os alunos não apenas como trabalhadores e sim como outras categorias, pelo fato de serem elas constituintes das identidades e não se separarem, nem se dissociarem dos modos de ser e estar no mundo de jovens e adultos.

### **3.3. Dimensão Epistemológica: as características do saber “Poliedros de Platão”**

A necessidade do homem em medir a terra, desde as civilizações antigas, deu início ao surgimento dos estudos sobre a geometria. Nessas civilizações os conhecimentos geométricos foram empregados pelo homem em esforços para a marcação de campos às margens do Rio Nilo até as construções das pirâmides (MARTINS; GOLDONI, 2010).

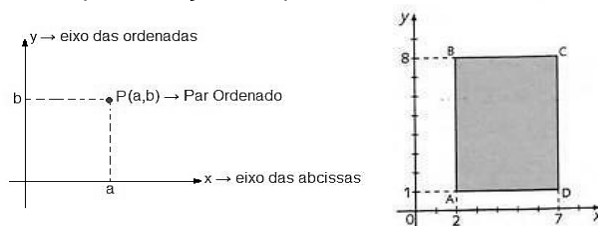
A geometria, do grego “geo” (terra) e “métron” (medir), é um ramo da Matemática que se preocupa em estudar as formas encontradas na natureza e as formas construídas pelo homem, assim como as posições ocupadas por essas formas e as relações e propriedades relativas a essas formas. Como ciência dedutiva, de acordo com Martins e Goldoni (2010), a Geometria teve início na Grécia Antiga, cerca de sete séculos antes de

Cristo, graças aos esforços de muitos notáveis como Tales de Mileto (640 - 546 a.C.), Pitágoras (580 - 500 a.C.) e Eudoxio (408 - 355 a.C.). A Geometria é constituída de diversos objetos primitivos como reta, plano, espaço, ponto, etc. Esses objetos são utilizados na construção das formas geométricas no plano e no espaço, como polígonos, ângulos, segmentos de retas, etc.

A Geometria possui algumas subdivisões de estudo, como geometria analítica, plana, espacial, descritiva, etc. Os estudos e demonstrações aqui apresentados serão baseados em representações de formas geométricas de três dimensões - 3D no espaço tridimensional, que são formas que possuem comprimento, largura e altura. Assim, torna-se muito importante compreender um pouco da geometria descritiva.

A Geometria Descritiva é uma área da Geometria que busca representar objetos de três dimensões em um plano bidimensional (ilustração 07), afim de determinar projeções, distâncias, ângulos, volumes, áreas, etc. Assim, se preocupa em representar com exatidão objetos tridimensionais.

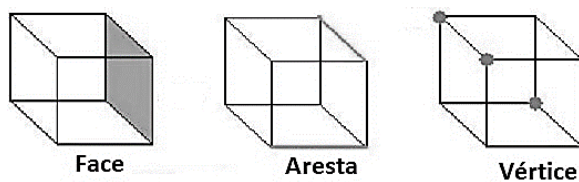
**Ilustração 07:** Representação do quadrilátero no plano bidimensional (2D)



**Fonte:** Autor da pesquisa/2019

As figuras geométricas tridimensionais descritas nessa seção possuem características como face, vértice e arestas. As faces são constituídas das superfícies planas que formam um sólido, as arestas são representadas pelos segmentos de reta que fazem a intersecção de duas faces contíguas e os vértices são os pontos de encontro das arestas. A figura do sólido geométrico tridimensional hexaedro, também conhecido como cubo (ilustração 08), é composta por seis faces quadradas, 12 arestas e 8 vértices.

**Ilustração 08:** Faces, arestas e vértices de um cubo

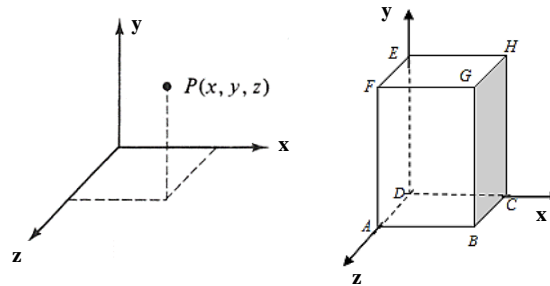


Fonte: disponível em <http://matematicacincos.blogspot.com/2010/10/faces-vertices-e-arestas.html>. Acesso em 10 ago. 2019



Para representarmos imagens em três dimensões, precisamos de um espaço tridimensional composto por três vetores. É necessário acrescentar o eixo z (ilustração 09), aos já conhecidos eixos x e y do plano cartesiano. Os pontos serão representados por  $(x, y, z)$ . São esses pontos que permitem a manipulação da altura, largura e profundidade.

**Ilustração 09:** Representação de um sólido geométrico em três dimensões

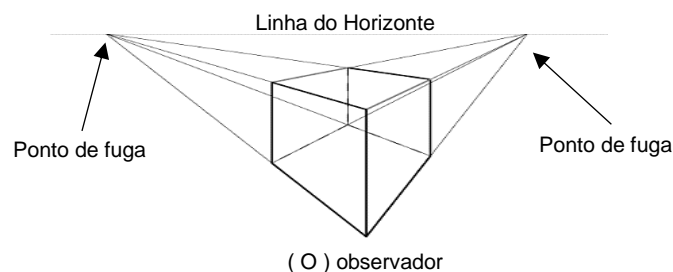


Fonte: Autor da pesquisa/2019

É necessário ainda destacar o conceito de perspectiva para a compreensão do espaço tridimensional e as formas tridimensionais. A perspectiva é uma técnica de representação tridimensional que possibilita a ilusão de espaço, distância e profundidade das figuras numa superfície plana (2D). Isso nos dá a ideia de projeção e profundidade, que possui quatro elementos (ilustração 10): plano de quadro, linha do horizonte, ponto de fuga e observador.

O ponto de fuga é o ponto localizado na linha do horizonte e designado para determinar um lugar geométrico, onde todas as linhas paralelas do objeto convergem, quando vistas em perspectiva. Observador é o local de onde se começa a ter a visão do objeto. Essa técnica permite representar em duas dimensões os objetos de três dimensões.

**Ilustração 10:** Perspectiva de um hexaedro



Fonte: Autor da pesquisa/2019

Numa representação das formas geométricas tridimensionais, utilizando a tecnologia de realidade aumentada, é preciso empregar mecanismos, algoritmos e a geometria computacional associadas as técnicas de perspectivas para representar a

profundidade na tela do computador, uma vez que esse dispositivo de saída possui apenas a largura e a altura.

Ainda em relação aos grandes matemáticos, um outro importante matemático que contribuiu para os estudos sobre Geometria foi Platão (428/427 - 348/347 a.C.). Uma das grandes contribuições de Platão para a Matemática foram os estudos dos sólidos geométricos espaciais, denominadas poliedros. Após anos de estudos por Platão e seus seguidores, esses sólidos se tornaram conhecidos como "sólidos platônicos" ou "Poliedros de Platão" (ilustração 11). Os poliedros são figuras geométricas espaciais formadas por vértices, arestas e faces.

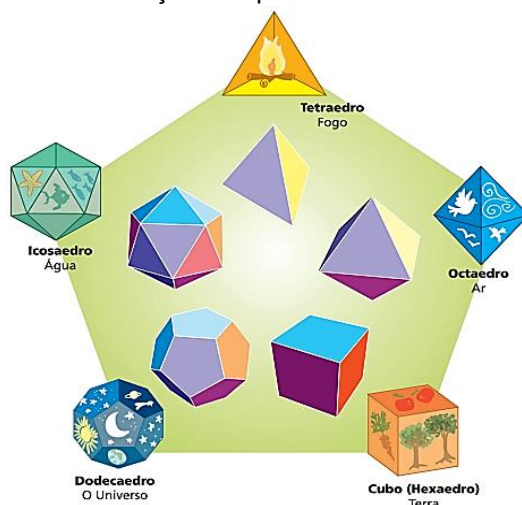
**Ilustração 11:** Os cinco poliedros de Platão



Fonte: Dolce e Pompeo (2013)

Platão foi o primeiro a demonstrar que existem apenas cinco poliedros regulares: tetraedro, hexaedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro. Platão associou os quatro sólidos mais fáceis de construir (tetraedro, hexaedro, octaedro e icosaedro) com os quatro "elementos primordiais" fogo, ar, água e terra (ilustração 12). Devido à dificuldade de explicar o quinto sólido, o dodecaedro, este foi associado ao universo que nos cerca (MARTINS e GOLDONI, 2010).

**Ilustração 12:** Associação dos poliedros com elementos naturais



Fonte: disponível em [https://cejarj.cecierj.edu.br/pdf\\_mod0/Matematica\\_Unidade\\_6\\_Seja.pdf](https://cejarj.cecierj.edu.br/pdf_mod0/Matematica_Unidade_6_Seja.pdf). Acesso em 10 ago. 2019

Um poliedro é considerado poliedro de Platão se, e somente se, satisfaz as seguintes condições (DOLCE; POMPEO, 2013):

- a) todas as faces têm o mesmo número (n) de arestas,
- b) todos os ângulos poliédricos têm o mesmo número (n) de arestas,
- c) vale a relação de Euler ( $V - A + F = 2$ ).

O Tetraedro é um poliedro regular formado por quatro faces de triângulos equiláteros e possui quatro vértices e seis arestas. O Hexaedro, também denominado de Cubo, é um poliedro convexo regular, composto por seis faces, oito vértices e doze arestas. O Octaedro é um poliedro regular formado por oito faces de triângulos equiláteros, seis vértices e doze arestas. O Dodecaedro é um poliedro regular com doze faces que são pentágonos, vinte vértices e trinta arestas. O Icosaedro é um poliedro regular formado por vinte faces de triângulos equiláteros, doze vértices e trinta arestas.

No quadro 04 estão as propriedades dos poliedros de Platão, constando a quantidade de faces, arestas e vértices.

**Quadro 04:** Propriedades dos poliedros de Platão

Poliedros	Arestas	Vértices	Faces
Tetraedro	6	4	4
Hexaedro	12	8	6
Octaedro	12	6	8
Dodecaedro	30	20	12
Icosaedro	30	12	20

Fonte: Dolce e Pompeo (2013)

### 3.3.1. Escalonamento, rotação, translação e o espaço tridimensional

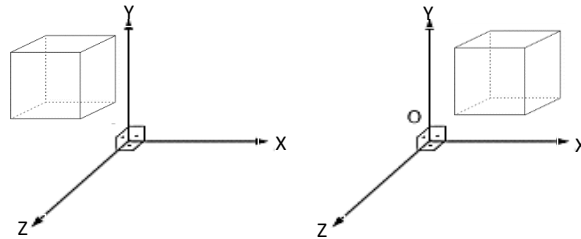
As ações de manipulações dos poliedros de Platão, assim como qualquer outra forma geométrica, necessitam da compreensão de outros conceitos, por exemplo escalonamento (aumentar e diminuir os poliedros), rotação (girar poliedros) e translação (movimentar).

Essas possíveis operações visam alterar alguma característica do objeto a ser desenhado como orientação, posição, tamanho ou mesmo a forma. Pode-se efetuar um elemento matemático e obter um novo elemento matemático. O estudo das transformações geométricas são importantes na área computacional, pois permite a modelação, posicionamento, movimentação e visualização de objetos 2D e 3D.

Nessa seção, iremos demonstrar e explicar os movimentos dos poliedros ao redor do plano (translação), deslocamento do poliedro em torno de si (rotação) e transformação de escala ou escalonamento (aumentar ou diminuir os poliedros).

Transladar um poliedros significa deslocá-lo de uma quantidade de movimentos linear de um ponto para outro no espaço.

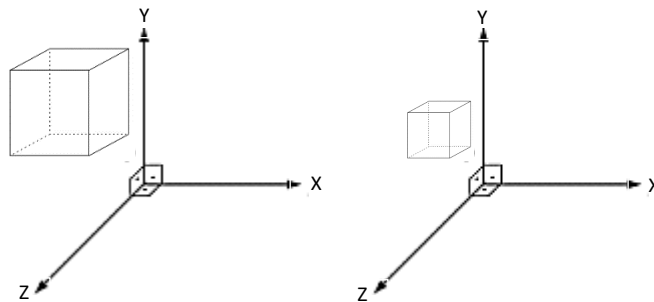
**Ilustração 14:** Translação de um cubo no espaço antes e depois



Fonte: Autor da pesquisa/2019

O escalonamento de um Poliedro consiste na alteração das suas dimensões, ou seja, alterando seu tamanho para maior ou menor, conforme demonstrado na ilustração a seguir.

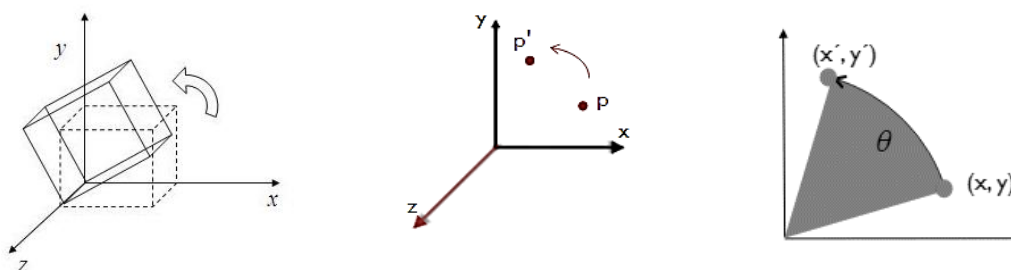
**Ilustração 15:** Escalonamento de um cubo antes e depois



Fonte: Autor da pesquisa/2019

A operação de rotação consiste na realização de um movimento giratório em torno de um eixo fixo. A rotação pode ser aplicada aos eixos  $x$ ,  $y$  e  $z$ . A forma de rotação é dependente do eixo sobre o qual se efetua a rotação e do ângulo (ilustração 16).

**Ilustração 16:** Rotação de um hexaedro



Fonte: autor da pesquisa/2019

Rotacionar um ponto  $P = (x,y)$  de um ângulo  $\theta$ , relativamente à origem, significa encontrar outro ponto  $P'=(x,y)$  sobre uma circunferência centrada na origem que passa pelos dois pontos. No plano tridimensional temos três possíveis rotações, uma para cada eixo.

### 3.3.2. A relação de Euler

A relação de Euler é utilizada para se determinar e relacionar o número de vértices, faces e arestas dos poliedros convexos. Esta relação foi criada pelo matemático e físico suíço Leonhard Euler (1707 - 1783). A fórmula criada por Euler é a seguinte:

$$V - A + F = 2$$

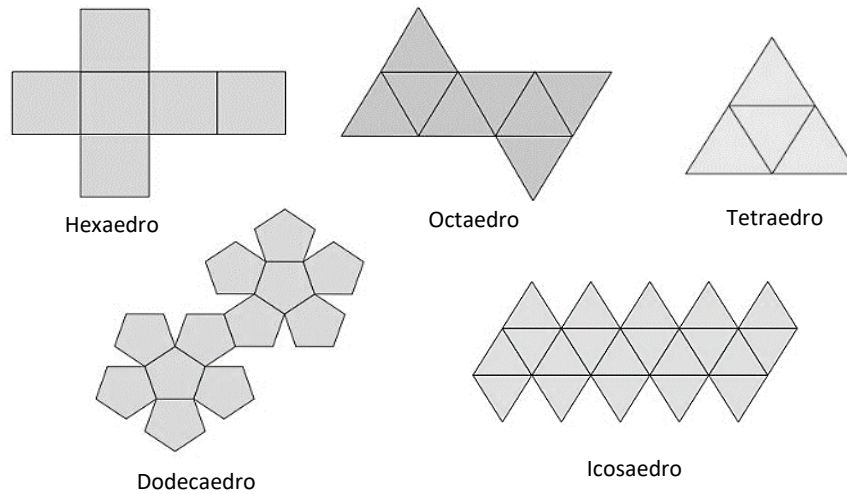
Onde  $V$  é o número de vértices,  $A$  o número de arestas e  $F$  o número de faces. Para determinar, por exemplo, a quantidade de arestas de um poliedro de 12 faces e 20 vértices, aplicamos a relação de Euler.

$$\begin{aligned} V - A + F &= 2 \\ - A &= 2 - V - F \\ A &= -2 + V + F \\ A &= -2 + 20 + 12 \\ A &= -2 + 32 \\ A &= 30 \end{aligned}$$

Desse modo, conforme a fórmula da relação de Euler, o poliedro com 12 faces e 20 vértices possui um total de 30 arestas.

### 3.3.3. Planificação dos Poliedros

Conforme demonstrado nessa seção, os poliedros de Platão são formados pela união de figuras planas. Desse modo, podemos identificá-los pela planificação (ilustração 17), que consiste num arranjo das faces que ao serem dobrados retornam à forma tridimensional original.

**Ilustração 17:** Planificação dos poliedros de Platão

Fonte: Autor da pesquisa/2019

Os objetivos desta etapa são exercitar a visão espacial dos alunos, o raciocínio espacial e a compreensão das formas 3D. Dependendo do poliedro, esses arranjos podem ser formados por diversos modelos de planificação.

Por fim, os fundamentos teóricos desta pesquisa, abordados nesta seção e nas anteriores, foram importantes para construir o produto educacional e servirão de base para as discussões dos dados e validação do produto. Na próxima seção são apresentados os pressupostos e os procedimentos metodológicos e os instrumentos utilizados na coleta de dados.

## 4. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia de pesquisa científica se constitui um importante elemento na condução das pesquisas acadêmicas. Para Castro (2006), a metodologia é um conjunto de regras de como proceder no curso da investigação. O mesmo afirma que o discurso científico é mais exigente, pois possui algumas características que o tornam diferente do conhecimento leigo, ou mesmo do pensamento filosófico.

Essas características do discurso científico são a dimensão positiva (método), dimensão negativa (controle de qualidade do produto final), lógica da descoberta (processo de busca da ciência) e lógica reconstruída (exigências que devem satisfazer o produto final). A grande vantagem do método científico, ainda de acordo com Castro (2006, p. 30), é a sua maior confiança recebida sobre as conclusões que chegam.

Nos discursos sobre método científico, Castro (2006, p. 32-33) apresenta a ideia de Nagel de que não devemos começar pelas deduções ou fatos, e sim pelas hipóteses, visando dirigir a investigação e dar ordem aos fatos. O mesmo afirma também que em relação à teoria de Jonh Dewey, devemos começar a pesquisa científica por uma pergunta, assim, a partir dela, irão se estruturando as explicações, a natureza dos dados e as hipóteses. A pergunta de partida, da presente pesquisa é: **como a tecnologia de realidade aumentada contribui para a aprendizagem de geometria dos alunos imigrantes digitais do PROEJA?** O objetivo geral proposto foi **investigar as implicações do uso da tecnologia de realidade aumentada para a aprendizagem de Geometria dos alunos Imigrantes Digitais no PROEJA.**

Esta pesquisa se caracteriza, de acordo com o tipo de dados coletados e pela análise que se fará (CHIZZOTTI, 2018), como uma pesquisa quantitativa e qualitativa. Para Chizzotti (2018, p.51), as pesquisas quantitativas “preveem a mensuração de variáveis preestabelecidas, procurando verificar e explicar sua influência sobre outras variáveis, mediante a análise da frequência de incidências e de correlações estatísticas” e, em relação à análise, o pesquisador descreve, explica e pressupõe. As pesquisas qualitativas, ainda de acordo com o referido autor, fundamentam-se em dados coletados nas interações interpessoais e na participação dos sujeitos da pesquisa. Na análise de dados, o pesquisador participa, compreende e interpreta.

### 4.1. A investigação baseada na metodologia de Engenharia Didática

Adotamos como metodologia de pesquisa a Engenharia Didática. Este termo foi concebido na década de 80 pela pesquisadora francesa Michèle Artigue, na área da didática das matemáticas, tendo como inspiração no trabalho do engenheiro, onde sua produção é altamente dependente de sólido conhecimento científico (CARNEIRO, 2005).

Para Almouloud, Queiroz e Coutinho (2008), esta metodologia caracteriza-se, em primeiro lugar, por um esquema experimental que se baseia em “realizações didáticas” em sala de aula. Os autores afirmam que esse esquema se atenta na concepção, realização, observação e análise de sessões de ensino. Os mesmos reforçam que a referida metodologia pode ser utilizada para pesquisas sobre aprendizagem de um dado conceito ou processos de ensino.

Para Carneiro (2005), a engenharia didática também atende às demandas e necessidades de elaboração de produtos para o ensino e para a condução de pesquisas baseadas em experiências em salas de aula:

A Engenharia Didática foi criada para atender a duas questões: a) das relações entre pesquisa e ação no sistema de ensino; b) do lugar reservado para as realizações didáticas entre as metodologias de pesquisa. É uma expressão com duplo sentido. Designa produções para o ensino, derivadas de resultados de pesquisa, e também designa uma específica metodologia de pesquisa baseada em experiências de sala de aula. Nessa linha, prática de ensino é articulada com prática de investigação. A teoria da Engenharia Didática pode ser vista como referencial para o desenvolvimento de produtos para o ensino, gerados na junção do conhecimento prático com o conhecimento teórico. (CARNEIRO, 2005, p. 90)

Segundo Leivas e Gobbi (2014), Almouloud, Queiroz e Coutinho (2008) e Carneiro (2005), essa metodologia apresenta quatro fases de procedimento investigatório.

A primeira fase da metodologia de Engenharia Didática denomina-se análises preliminares. Esta primeira fase fundamenta-se na construção dos referenciais teóricos, já identificados sobre os conhecimentos que devem ser construídos pelos alunos, na elaboração da revisão da literatura, na verificação do perfil dos alunos e conhecimentos prévios e dificuldades dos alunos sobre o conteúdo a ser ensinado.

Assim, de uma maneira geral, Almouloud e Silva (2012) apresentam um breve resumo sobre esta fase, conforme descrita a seguir:

*Análises preliminares:* considerações sobre o quadro teórico didático geral e os conhecimentos já adquiridos sobre o assunto em questão, incluem a análise epistemológica do ensino atual e seus efeitos, das concepções dos alunos, dificuldades e obstáculos, e análise do campo das restrições e exigências no qual vai se situar a efetiva realização didática. (ALMOULOU; SILVA, 2012, p. 26)

Os referenciais teóricos que fundamentam a presente pesquisa estão organizados em dois eixos: tecnologia e educação. O eixo tecnologia aborda as interações do homem com as tecnologias digitais, assim como uma reflexão e benefícios dessa relação. Nesse eixo serão apresentados uma revisão da literatura do ensino de geometria por meio da tecnologia de realidade aumentada, assim como os diversos aspectos da tecnologia de realidade aumentada, os Nativos e Imigrantes Digitais e a aprendizagem móvel. O eixo



educação apresenta um breve histórico da educação de jovens e adultos, o ensino da geometria e poliedros de Platão e o PROEJA no âmbito do Colégio Pedro II.

Para Artigue (1996 *apud* CARNEIRO, 2005, p. 93-94) o pesquisador pode incluir ainda nessa análise a distinção de três dimensões: 1) dimensão epistemológica, associada às características do saber em jogo; 2) dimensão didática, associada às características do funcionamento do sistema de ensino; 3) dimensão cognitiva, associada às características do público ao qual se dirige o ensino.

A respeito dessas três dimensões citadas, adotamos duas nesta na pesquisa. Na dimensão epistemológica, abordamos sobre o conteúdo de Geometria e poliedros de Platão e na dimensão cognitiva, elaboramos e aplicamos um questionário para coletar dados sobre o perfil dos alunos e uma verificação diagnóstica sobre o conteúdo de Geometria. Esse questionário será mais detalhado adiante.

Vale destacar que todas as fases desta metodologia podem ser retomadas e aprofundadas ao longo da pesquisa (ARTIGUE, 1988 *apud* ALMOULOU; QUEIROZ; COUTINHO, 2008, p. 66-67). Desse modo, mesmo após ingressar na segunda fase (concepções e análises a priori) desta metodologia, o pesquisador pode retomá-la, pois refere-se apenas ao primeiro nível de organização. Inclusive essa fase deve ser feita concomitante com as demais fases da pesquisa. É nesta primeira fase que o pesquisador identifica as variáveis didáticas potenciais que serão explicitadas e manipuladas nas fases seguintes.

A segunda fase da metodologia de Engenharia Didática é denominada concepções e análises a priori. Para Almouloud, Queiroz e Coutinho (2008) esta fase tem por objetivo determinar como as variáveis que queremos assumir como pertinentes podem controlar os comportamentos dos alunos e explicar seus sentidos. Nesta fase, são explicadas e manipuladas as variáveis da pesquisa e formuladas as hipóteses sobre o que é esperado dos sujeitos na fase experimentação, para analisar as perspectivas atuais. As variáveis potenciais didáticas manipuladas pelo pesquisador são classificadas como macrodidáticas ou globais e microdidáticas ou locais. Nesta fase, o pesquisador deve levar em consideração os seguintes pontos, conforme afirmam Almouloud e Silva (2012):

Descrever as escolhas feitas no nível local (relacionando-as eventualmente com as seleções globais) e as características da situação didática desenvolvida; analisar o que poderia estar em jogo nesta situação para o aluno, em função das possibilidades de ação, seleção, decisão, controle e validação que o aluno terá durante a experimentação; prever campos de comportamentos possíveis e tentar demonstrar como a análise permite controlar seus significados e assegurar, particularmente, que se tais comportamentos esperados ocorreram, é por consequência do desenvolvimento visado pela aprendizagem (ALMOULOU; SILVA, 2012, p. 27)

Desse modo, relacionado com os pontos acima citados pelo autor, estabelecemos como variáveis da pesquisa: as características dos sujeitos da pesquisa relacionados ao histórico escolar, características de Imigrantes ou Nativos digitais, conhecimentos prévios de geometria e potencial para aprendizagem móvel; interação; manuseio e recursos do aplicativo de realidade aumentada; conteúdo do Guia de Aprendizagem e experiência no uso do produto educacional.

As hipóteses levantadas neste estudo, a fim de serem testadas e validadas para responder a pergunta de partida da pesquisa e os alcançar os objetivos propostos são: o aplicativo de smartphone baseado em tecnologia de realidade aumentada favorece o ensino e aprendizagem de geometria; os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA conseguem utilizar o aplicativo desenvolvido facilmente, sem necessidade de adaptação ou treinamento; a visualização e manipulação de objetos virtuais geométricos em três dimensões, por meio do aplicativo, produz um excelente ambiente de aprendizagem em geometria; o produto educacional elaborado possibilita um ambiente de aprendizagem de fácil implementação.

Nesta segunda fase da metodologia, além de identificadas as variáveis da pesquisa, elaboramos dois questionários (questionário A - perfil e verificação diagnóstica e questionário B – experimentação e validação do produto educacional) e o desenvolvemos o produto educacional.

A terceira fase da metodologia denomina-se experimentação. Essa fase é o momento de se colocar em funcionamento todo o dispositivo construído. Os alunos utilizaram o produto educacional proposto, responderam ao questionário de validação do produto e o pesquisador pode registrar as observações feitas durante a experimentação, conforme orientam Almouloud e Silva (2012). Os registros de observação feitos pelo pesquisador foram realizados por meio de anotações em um diário enquanto a atividade prática acontecia. Foram anotadas as dúvidas ocorridas no momento dos alunos e outras observações pertinentes.

A última fase da metodologia de engenharia didática é denominada Análise à Posteriori e Validação. Segundo Artigue (1996 *apud* ALMOULOU; SILVA, 2012), o confronto entre a análise a priori e a análise a posteriori consiste na investigação do que foi considerado nas hipóteses e que, quando posto em prática, foi passível de validação. Além disso, nessa fase procuraremos responder à pergunta de partida, por meio dos dados coletados nos questionários e observações do pesquisador. A ilustração a seguir mostra um resumo da metodologia utilizada nesta pesquisa.

**Ilustração 18:** Fases da Engenharia Didática

Fonte: Autor da pesquisa/2019

A análise dos dados teve como base os dados coletados nas 16 questões do “Questionário B - experimentação e validação do produto”. Esse questionário foi preenchido pelos alunos do PROEJA, logo após a utilização do produto educacional, a fim de verificar se os objetivos foram alcançados, se houve compreensão dos conceitos geométricos envolvidos e averiguar as hipóteses e validação do produto educacional. A análise dos dados coletados foi discutida à luz dos referenciais teóricos adotados e do método escolhido, fazendo uma ponte entre os resultados obtidos e a literatura técnica.

Os dados coletados nas questões fechadas permitiram apurar opiniões e atitudes dos alunos do PROEJA em relação aos elementos envolvidos na pesquisa. Os resultados dessas questões são mais concretos e menos passível de erros de interpretação, devido à quantidade limitada de opções de respostas. Esses dados coletados foram tabulados numa planilha de cálculo eletrônico do software Excel, agrupados de acordo com os resultados das diferentes variáveis, tratados em números percentuais e gerados gráficos. Desse modo, foi possível observar a frequência das respostas e determinar a ordem de importância dos valores encontrados.

Em relação aos dados coletados nas questões abertas, realizamos uma análise da experiência dos alunos Imigrantes Digitais do PROEJA no uso do produto educacional. Adotamos um tipo específico de análise, que trata de material verbal transcrito,

denominado análise textual. Nesse tipo de análise, de acordo com Camargo e Justo (2013):

É aplicada nos estudos de pensamentos, crenças e opiniões produzidas em relação a determinado fenômeno, tema de investigação, permitindo a quantificação de variáveis essencialmente qualitativas originadas de textos, a fim de descrever o material produzido por determinado sujeito ou sujeitos (CAMARGO; JUSTO, 2013 *apud* SALVIATI, 2017).

Como ferramentas de apoio na análise textual, utilizamos os *softwares* OpenOffice Writer e IRAMUTEQ. O *software* OpenOffice Writer é um editor de textos no qual utilizamos para criar um corpus (conjunto de texto que forma o objeto de análise, análogo a um banco de dados textual) com os dados coletados. Esse banco de dados textual criado serviu de base para o *software* IRAMUTEQ.

O IRAMUTEQ é um *software* livre de processamento e análise de dados qualitativo, baseado em estatísticas, desenvolvido pelo Laboratório de Estudos e Pesquisas Aplicadas em Ciências Sociais da Universidade de Toulouse, na França. Este *software* realiza mineração de dados e revela ligações e outras características textuais, o posicionamento e a estruturação de palavras no texto, análise e estatística textual, pesquisa de especificidade de grupos e classificação hierárquica. Além disso organiza a distribuição do vocabulário de forma compreensível e visualmente clara. Com os gráficos e estatísticas gerados pelo *software* IRAMUTEQ, realizamos uma análise textual baseada no processo de lematização, nuvem de palavras e similitude.

A Lematização (SALVIATI, 2017) consiste em deflexionar uma palavra para determinar o seu lema. Como exemplo, as palavras “aprendi”, “aprendo”, “aprendemos” e “aprendeu” são todas formas do mesmo lema “aprender”. O gráfico baseado em nuvem de palavras possibilitou uma rápida visualização das palavras utilizadas com maiores índices de frequências. Essas palavras tiveram destaques mais perto do centro do gráfico e foram geradas com fonte maiores. Por fim, a similitude gerada pelo IRAMUTEQ é baseada na teoria dos grafos<sup>2</sup>, cujos resultados auxiliam no estudo das relações entre os objetos de um determinado conjunto, representando graficamente a ligação entre as palavras dos dados textuais coletados (SALVIATI, 2017).

---

<sup>2</sup> Teoria dos Grafos: ramo da matemática que estuda as relações entre os objetos de um determinado conjunto. Em se tratando do *software* IRAMUTEQ, os grafos auxiliam na caracterização e visualização gráfica do corpus, permitindo a interpretação do conteúdo textual (fonte: disponível em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria\\_dos\\_Grafo](http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_dos_Grafo). Acesso em 10 out. 2019)

## **4.2. Procedimentos e instrumentos de coleta de dados**

O projeto desta pesquisa foi submetido, por meio do sistema da internet Plataforma Brasil, para avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNIGRANRIO, tendo sido aprovado através do número do parecer 3.082.046 (Anexo 1). Em seguida, o mesmo projeto também foi submetido para autorização de pesquisa para a Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, o qual também contou com a aprovação por meio do processo nº 23774.000125/2018-11 (Anexo 2).

A coleta de dados contou com dois questionários aplicados aos alunos e a observação do pesquisador. O primeiro questionário teve por objetivo identificar e compor o perfil dos alunos e a verificação diagnóstica de Geometria. O segundo questionário foi utilizado para a validação do produto educacional.

Os questionários foram aplicados durante as fases de análises preliminares e experimentação da metodologia aplicada. O instrumento para validação do produto foi o questionário aplicado aos alunos na fase de experimentação. Os dados obtidos foram analisados, comparados e discutidos à luz das teorias escolhidas, a fim de verificar se os objetivos foram alcançados, verificar o crescimento na compreensão dos conceitos geométricos envolvidos e validar o produto educacional. Foi primordial nessa etapa de análise dos dados verificar os objetivos e as hipóteses levantadas na pesquisa.

Para a aplicação prática desta pesquisa foram utilizados 5 encontros, de 80 minutos cada, com os alunos participantes. Destes encontros realizados, dois foram utilizados na segunda fase da metodologia proposta (concepções e análises a priori) para explicar a pesquisa aos alunos, entregar o termo de consentimento livre e esclarecido (apêndice 3) e aplicar o questionário de perfil e verificação diagnóstica (apêndice 1) e os outros três encontros foram utilizados na terceira fase da metodologia (experimentação), onde os alunos utilizaram o produto educacional e responderam o questionário de experimentação e validação do produto (apêndice 2).

Além da aplicação dos questionários, foi utilizado a observação do pesquisador para a coleta dos dados, mais precisamente para orientar na instalação do aplicativo e verificar os impactos da tecnologia de realidade aumentada na aprendizagem.

### **4.2.1. Questionário A - Perfil alunos e verificação diagnóstica**

Este primeiro questionário aplicado aos alunos foi composto de 23 questões, cujo principais objetivos foram (a) identificar o perfil dos alunos e (b) verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de geometria. As primeiras 16 questões deste questionário visam coletar dados para auxiliar na identificação do perfil dos alunos. Foram

estabelecidos três componentes centrais para a composição do perfil dos alunos, sendo o primeiro, conhecer o histórico escolar dos alunos, depois identificar os alunos com características de Nativos Digitais e Imigrantes Digitais e por fim averiguar o cenário favorável para implementação de aprendizagem móvel.

Para coletar dados com a finalidade de verificar os conhecimentos prévios dos alunos, sobre o conteúdo de geometria, foram elaboradas 8 questões. Essas questões são importantes, pois contém variáveis de pesquisa relacionadas ao produto educacional, aos objetivos geral e específicos dessa dissertação e auxiliará na resposta da pergunta de partida. No quadro 05, foi construída uma síntese dos objetivos principais deste questionário, contendo também os embasamentos teóricos adotados, visando auxiliar na construção das questões e coleta de dados.

**Quadro 05:** Objetivos e embasamentos teóricos do Questionários A

Nº	Objetivos perfil aluno (PA) e verificação diagnóstica (VD)	Embasamento teórico	Quantidade Questões
PA1	Conhecer o histórico escolar	Concepções e Princípios do Proeja (MEC, 2006)	05
PA2	Identificar sujeitos imigrantes digitais e nativos digitais	Nativos Digitais e Imigrantes Digitais (PRENSKY, 2001)	07
PA3	Reconhecer os benefícios particulares da aprendizagem móvel	Diretrizes de política para a aprendizagem móvel (UNESCO, 2013)	04
VD1	Verificar os conhecimentos prévios sobre Geometria	Geometria Plana e Espacial (Poliedros de Platão)	07
<b>Total de questões →</b>			<b>23</b>

**Fonte:** Autor da pesquisa/2019

No quadro 06, estão listadas as 23 questões elaboradas. Constam também nesse quadro os objetivos que se pretendem atingir com cada questão, a partir das referências (PA1, PA2, PA3 e VD1) relacionadas no quadro 05.

**Quadro 06:** Perguntas do Questionários A

Nº	Objetivos	Perguntas
Q1	PA1	<b>Qual é o seu sexo:</b> ( ) Masculino ( ) Feminino
Q2	PA2	<b>Qual é a sua faixa etária:</b> ( ) De 18 a 35 anos. ( ) Acima de 36 anos
Q3	PA1	<b>Que formação escolar você possuía antes de ingressar no Proeja?</b> ( ) Ensino Fundamental ( ) Ensino Médio incompleto ( ) Ensino Médio completo
Q4	PA1	<b>O seu ensino fundamental foi cursado em qual modalidade?</b> ( ) Regular, com duração de 9 anos ( ) Supletivo/EJA, com duração de menos de 9 anos

Q5	PA1	<b>Em que tipo de escola você realizou seus estudos anteriores?</b> ( ) Pública ( ) Privada ( ) Misto, parte pública e parte privada
Q6	PA1	<b>Há quanto tempo você está afastado da escola?</b> ( ) Menos de 1 ano. ( ) De 1 a 4 anos. ( ) De 5 a 10 anos. ( ) Mais de 10 anos
Q7	PA2	<b>Na sua opinião, as informações e notícias que merecem mais credibilidade, crédito ou confiança, devem estar:</b> ( ) Na Internet ( ) Impressa em papel
Q8	PA2	<b>Você consegue ouvir música, utilizar smartphone ou assistir televisão e estudar ao mesmo tempo?</b> ( ) Sim ( ) Não
Q9	PA2	<b>Ao adquirir um produto novo (por exemplo: aplicativo de celular, smartphone, equipamento eletrônico), você prefere aprender a utilizá-lo primeiro:</b> ( ) Na prática, mexendo, investigando ( ) Na teoria, lendo o manual para aprender a melhor usá-lo
Q10	PA2	<b>Você se considera um usuário ativo nas redes sociais (posta, compartilhada, acessa, curti, produz, comenta, denuncia)?</b> ( ) Sim ( ) Não
Q11	PA3	<b>Você possui Smartphone (celular) ou Tablet?</b> ( ) Sim ( ) Não
Q12	PA3	<b>Alguma vez você utilizou o Smartphone (celular), durante uma aula, em que seu uso fosse permitido para fins pedagógicos pelo seu pelo professor?</b> ( ) Uma vez ( ) 2 a 3 três vezes ( ) mais de 3 vezes ( ) Nunca usei
Q13	PA3	<b>Com que frequência você utiliza o smartphone (celular), fora do colégio, para aprendizagem de algum conteúdo escolar?</b> ( ) Uma vez por semana, ( ) Duas a três vezes por semana ( ) Mais de três vezes por semana ( ) somente na semana de provas ( ) Não costumo usar o smartphone como fonte de estudos
Q14	PA3	<b>Você já utilizou algum programa ou aplicativo com tecnologia de realidade aumentada?</b> ( ) Não sei o que é realidade aumentada ( ) Já usei para lazer ( ) Já usei para aprender sobre um conteúdo ou tema ( ) Já ouvi falar ou já vi, mas nunca utilizei
Q15	PA2	<b>Quantas horas por dia você utiliza aplicativos que funcionam com internet (redes sociais, internet, e-mail, aplicativos que usam internet)?</b> ( ) Até 2 horas ( ) De 2 a 4 horas ( ) Acima de 4 horas
Q16	PA2	<b>Marque as atividades que você costuma realizar no celular com mais frequência?</b> ( ) Pesquisa ( ) Calculadora ( ) Redes Sociais ( ) Jogos ( ) ler sites de jornal ( ) fazer ligação ( ) Não utilizo celular
Q17	VD1	<b>Escreva, nos espaços abaixo reservado, os nomes das Ilustrações geométricas.</b>
Q18	VD1	<b>Quantas Faces a Ilustração 1 possui?</b> ( ) 4 ( ) 6 ( ) 8 ( ) 10 ( ) 12
Q19	VD1	<b>Quantas Arestas a Ilustração 1 possui?</b> ( ) 4 ( ) 6 ( ) 8 ( ) 10 ( ) 12
Q20	VD1	<b>Quantos Vértices a Ilustração 1 possui?</b> ( ) 4 ( ) 6 ( ) 8 ( ) 10 ( ) 12
Q21	VD1	<b>Qual é o valor do volume da Ilustração 1?</b> _____ ( ) não consigo determinar
Q22	VD1	<b>Qual é o valor da área de uma face da Ilustração 1?</b> _____ ( ) não consigo determinar
Q23	VD1	<b>Qual é o valor da área total da Ilustração 1?</b> _____ ( ) não consigo determinar

Fonte: Autor da pesquisa/2019

As questões Q1, Q3, Q4, Q5 e Q6 visam a coleta dos dados para conhecer o histórico escolar dos alunos e relacioná-lo com as concepções e princípios estabelecidos no Documento Base do PROEJA (MEC, 2007). A questão Q1 verificou a composição dos gêneros da turma, tendo como ponto de partida um dos princípios estabelecidos no

Documento Base do PROEJA, que “considera as condições geracionais, de gênero, de relações étnico-raciais como fundantes da formação humana e dos modos como se produzem as identidades sociais” (MEC, 2007, p.38).

As questões Q3 e Q5 que integram o questionário sobre o histórico escolar dos alunos, foram elaboradas de modo a verificar o primeiro princípio do documento base do PROEJA (inclusão da população em suas ofertas educacionais) e o terceiro princípio (ampliação do direito à educação básica). O primeiro princípio surge da constatação de que os jovens e adultos que não concluíram a educação básica em sua faixa etária regular têm tido pouco acesso a essas redes. O terceiro princípio se refere à universalização do Ensino Médio.

Uma das concepções do PROEJA se refere aos jovens e adultos que foram excluídos do sistema educacional ou a ele não tiveram acesso nas faixas etárias denominadas regulares (MEC, 2006, p. 34). Assim, as questões Q4 e Q6 foram elaboradas para verificar se os alunos realizaram o Ensino Fundamental de forma regular ou se são oriundos do supletivo e verificar a quanto tempo estão afastados da escola.

Para identificar os alunos com características de Nativos Digitais e Imigrantes Digitais, foram elaboradas especificamente as questões Q2, Q7, Q8, Q9, Q10, Q15 e Q16. A concepção dessas perguntas foi embasada nos estudos de Prensky (2011), sobre Nativos Digitais e Imigrantes Digitais, em que o mesmo descreve, além do período de nascimento dos nativos digitais, uma série de ações e tarefas realizadas pelos Nativos e Imigrantes Digitais com uso das tecnologias digitais.

Para Prensky (2011), a primeira geração de Nativos Digitais nasceu nas últimas décadas do século XX, o que corresponde ao período de 1980 a 1999. Esses sujeitos teriam hoje a idade média de 18 a 35 anos. Assim, a questão Q2 foi elaborada para identificar os grupos de alunos com idade de 18 a 35 anos (Nativos Digitais) e acima de 36 anos (Imigrantes Digitais). As outras questões, elaboradas para identificar Nativos Digitais e Imigrantes Digitais, foram concebidas tendo como variáveis a relação dos sujeitos da pesquisa com as tecnologias digitais.

A questão Q7 foi elaborada para identificar Imigrantes Digitais, uma vez que Prensky considera que os Imigrantes Digitais preferem usar a internet como segunda fonte de informações, atribuindo significativa credibilidade para as informações que circulam em meio físico como papel. A questão Q8 tem o intuito de coletar dados para identificar os Nativos Digitais que assumem a postura de realizar processos paralelos e serem multitarefas.

Já a questão Q9 tem por objetivo confirmar se os Imigrantes Digitais preferem aprender a usar um determinado equipamento ou *software* pela primeira vez na teoria, por meio da leitura do manual. Isso porque, conforme afirma Prensky (2011) em relação



à aprendizagem de um programa ou aplicativo, os Imigrantes Digitais preferem ler o manual de um programa em vez de supor que o próprio programa o ensinará a utilizá-lo.

As questões Q10 e Q15 têm como propósito verificar se o Nativo Digital, conforme afirma Prensky (2001, 2010) é um sujeito ativos nas redes sociais (Q10) e gosta de passar uma considerável parte do tempo na internet (Q15). Essas duas questões estão embasadas também nos estudos de Prensky onde o mesmo aponta que os Nativos Digitais nasceram e cresceram numa cultura digital, funcionam melhor quando estão em rede e estão boa parte do tempo conectados e se comunicando pela internet.

Por fim, para fechar o grupo de questões que visam identificar Nativos Digitais de Imigrantes Digitais, foi elaborada a questão Q16, na qual se pretende identificar os Nativos Digitais pela frequência de uso das redes sociais e jogos, baseado no estudo do Prensky sobre o tema em que o mesmo aponta que os Nativos Digitais têm facilidade de usar as redes sociais e preferem utilizar jogos.

Complementando as questões para identificação do perfil dos alunos, se faz necessário analisar a experiência dos alunos com o uso de aplicativos de dispositivos móveis, a fim se reconhecer os benefícios particulares da aprendizagem móvel. Uma vez que os alunos, sujeitos dessa pesquisa, irão experimentar um aplicativo de realidade aumentada, alguns dados coletados serão fundamentais para esta etapa.

Foram elaboradas quatro questões (Q11, Q12, Q13 e Q14) para esta finalidade, tendo como arcabouço teórico as diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel da Unesco (2013).

A questão Q11 destina-se a contabilizar a quantidade de alunos que possuem dispositivos móveis. Um dos benefícios particulares da aprendizagem móvel, descritos pela Unesco (2013) é expandir o alcance e a equidade da educação. Segundo a Unesco “Hoje, as tecnologias móveis são comuns, mesmo em áreas onde escolas, livros e computadores são escassos. À medida que o preço dos telefones celulares vai diminuindo, provavelmente, cada vez mais pessoas, adquirem aparelhos móveis e aprendem a usá-los, inclusive aquelas que vivem em áreas mais vulneráveis.”. (UNESCO, 2013, p. 10).

Pensando no benefício da aprendizagem móvel, descrito pela Unesco (2013), na qual a aprendizagem móvel assegura o uso produtivo do tempo em sala de aula, foi elaborada a questão Q12. As pesquisas da Unesco “revelaram que os aparelhos móveis podem auxiliar os instrutores a usar o tempo de aula de forma mais efetiva” (UNESCO, 2013, p. 18). Outro benefício particular da aprendizagem móvel é apoiar a aprendizagem fora da sala de aula. Nesse sentido, a questão Q13 foi formulada no intuito de saber se os alunos, alguma vez durante as aulas, já obtiveram proveito desse benefício.

Uma das dez diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel da Unesco faz referência a criação e aperfeiçoamento de conteúdos educacionais para uso em aparelhos móveis. Essa diretriz específica recomenda: “Promover a criação de conteúdos para aparelhos móveis que sejam relevantes para grupos comunitários específicos e acessíveis nos idiomas locais...” (UNESCO, 2013, p. 35). Assim, a questão Q14 tem por finalidade identificar se os alunos conhecem ou já utilizaram a tecnologia de realidade aumentada, visando explorar o potencial pedagógico do aplicativo proposto nesta pesquisa.

A última parte deste questionário tem por finalidade verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de geometria. Foram elaboradas 7 questões (Q17, Q18, Q19, Q20, Q21, Q22 e Q23) com esse objetivo. Essas questões são importantes pois, além do produto educacional proposto para os alunos se tratar de um conteúdo de Geometria Descritiva (Poliedros de Platão), a metodologia de engenharia didática considera o uso dos dados para a descrição da dimensão cognitiva.

#### **4.2.2. Questionário B - Experimentação e validação do produto educacional**

Este questionário foi aplicado aos alunos logo após utilização do produto educacional, na fase de experimentação da metodologia de Engenharia Didática proposta. Esse questionário é do tipo qualitativo e quantitativo no qual foram elaboradas 16 questões, visando a coleta de dados com objetivo de validar o produto educacional e responder aos objetivos principal e específicos da pesquisa.

A fim de auxiliar na construção das questões, foi elaborado o quadro 07 com uma síntese das categorias de propósitos deste questionário (OB1, OB2, OB3), assim como o referencial teórico adotado.

**Quadro 07:** Categorias de propósitos do Questionário B

<b>Nº</b>	<b>Propósito Questionário</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referenciais teóricos</b>
<b>OB1</b>	Validar o produto educacional	Funcionalidades, potencial pedagógico e aceitação do produto educacional	Realidade Aumentada (TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006, 2011; AZUMA, 1997; ALKHAMISI; MONOWAR, 2013), Nativos Digitais e Imigrantes Digitais (PRENSKY, 2001),
<b>OB2</b>	Responder o objetivo principal da pesquisa	Investigar as implicações do uso da tecnologia de realidade aumentada para o ensino-aprendizagem de geometria junto aos alunos considerados imigrantes digitais no Proeja	

<b>OB3</b>	Responder o objetivo específico 3 da pesquisa	Avaliar as implicações no processo de implementação da tecnologia de realidade aumentada no ensino de Geometria.	Documento Base PROEJA (MEC, 2007), Aprendizagem Móvel (UNESCO, 2013).
------------	---	--	---

**Fonte:** Autor da pesquisa/2019

O questionário proposto possui 13 questões fechadas e 3 questões abertas. A opção por escolher a maioria das questões como sendo fechadas se deve, principalmente, pela possibilidade do tratamento quantitativo dos dados, rapidez na aplicação da pesquisa, conferir maior uniformidade às respostas e serem facilmente processadas (GIL, 2008, p. 123). Por sua vez, Goldemberg (2004, p. 86) também apresenta algumas vantagens das questões fechadas, uma vez que nesse tipo de questão “as respostas estão limitadas às alternativas apresentadas. São padronizadas, facilmente aplicáveis, analisáveis de maneira rápida e pouco dispendiosa.”

Para as questões fechadas de Q2 até Q13, de cunho quantitativo, foram elaboradas perguntas com cinco opções de respostas (concordo totalmente, concordo parcialmente, não concordo e nem discordo, discordo parcialmente e discordo totalmente). Essas opções de respostas, com escala pré-determinada, são embasadas na Escala Likert, proposto pelo norte-americano Rensis Likert no ano de 1932, onde podemos utilizar uma escala para medir as atitudes ou o grau de conformidade em responder as questões ou afirmações.

Além de permitir que os entrevistados possam expressar com detalhes a sua opinião e capturar a intensidade dos sentimentos, esse tipo de escala adotado permite coletar dados para saber especificamente o quanto os sujeitos da pesquisa concordam ou discordam de uma atitude ou ação ou o quanto eles estão satisfeitos ou insatisfeitos com um produto.

Com relação às três questões abertas (Q14, Q15 e Q16), de cunho qualitativo, as mesmas foram elaboradas de modo a possibilitar aos sujeitos da pesquisa relatarem algum aspecto sobre a experiência no uso do produto educacional que não foi abordado nas questões fechadas. As questões abertas apresentam algumas vantagens em um questionário estruturado, como “resposta livre, não-limitada por alternativas apresentadas, o pesquisado fala ou escreve livremente sobre o tema que lhe é proposto.” (GOLDEMBERG, 2004, p. 86).

No quadro 08 estão listadas as 16 questões para validar o produto educacional e obter outros dados para responder outros elementos relacionados ao objeto de estudo, assim como os objetivos a que se pretendem atingir em cada questão.

**Quadro 08:** Perguntas do questionário B

Nº Questão	Objetivos Questionário B	Pergunta:
Q1	OB1, OB3	<b>Você conseguiu instalar o aplicativo PoliedrosRA em seu Smartphone?</b> ( ) Sim ( ) Não.
Q2	OB1, OB3	<b>Foi fácil instalar o aplicativo PoliedrosRA em meu Smartphone.</b>
Q3	OB1	<b>O aplicativo PoliedrosRA apresentou erros durante a atividade na sala de aula.</b>
Q4	OB1, OB2	<b>Foi possível visualizar corretamente as diversas formas das figuras geométricas pelo aplicativo PoliedrosRA.</b>
Q5	OB1, OB2	<b>Foi possível manipular corretamente as figuras geométricas, por meio dos toques na tela e botões virtuais do aplicativo PoliedrosRA.</b>
Q6	OB1, OB2, OB3	<b>O uso do aplicativo PoliedrosRA facilitou a aprendizagem de geometria proposta.</b>
Q7	OB1, OB2, OB3	<b>Recomendaria o uso do aplicativo PoliedrosRA para aprendizagem de geometria.</b>
Q8	OB1, OB2	<b>O aplicativo PoliedrosRA proporcionou um interesse pelo aprendizado de geometria.</b>
Q9	OB1, OB2	<b>O aplicativo PoliedrosRA proporcionou um aprendizado interativo com o conteúdo de geometria.</b>
Q10	OB1, OB2	<b>É interessante e motivador o uso de smartphones como instrumento para auxiliar na aprendizagem em sala de aula.</b>
Q11	OB1, OB2, OB3	<b>É possível afirmar que conseguiria utilizar o aplicativo PoliedrosRA e o Guia de Aprendizagem fora da sala de aula, sem o auxílio de um professor.</b>
Q12	OB1, OB2	<b>O Guia de Aprendizagem auxiliou na utilização do aplicativo PoliedrosRA.</b>
Q13	OB1, OB3	<b>Os conteúdos abordados no Guia de Aprendizagem eram muito difíceis.</b>
Q14	OB1, OB2	<b>Em algum momento você precisou de ajuda para manipular o aplicativo PoliedrosRA ou o Guia de Aprendizagem? ( ) Sim ( ) Não</b> <b>Caso a resposta tenha sido “Sim”, detalhe um pouco mais esse momento, qual foi a dificuldade e se com a ajuda você conseguiu vencer esse desafio:</b>
Q15	OB1, OB2	<b>Escreva como foi a sua experiência com a utilização do Aplicativo:</b>
Q16	OB1, OB2, OB3	<b>Escreva como foi a sua experiência com a utilização do Guia de Aprendizagem.</b>

**Fonte:** Autor da pesquisa/2019

Sobre esse questionário, é importante destacar dois aspectos. Primeiro, as questões foram elaboradas de acordo com o produto educacional e os objetivos da pesquisa. Dessa maneira, Goldenberg (2004, p. 86) afirma que “o questionário deve ser estruturado de maneira que cada questão precisa estar relacionada aos objetivos de seu estudo”. O segundo aspecto é que determinadas questões podem ser utilizadas para um ou mais objetos de estudo.

Foram elaboradas as questões Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12, Q14 e Q15 visando a coleta dos dados para validar o produto educacional. De uma maneira geral, essas questões envolvem elementos de funcionalidades, potencial pedagógico e aceitação do produto educacional. Além de verificar questões de potencial pedagógico do aplicativo, uma das fases fundamentais no desenvolvimento de um aplicativo são os testes mobile.

Os testes mobile são qualquer tipo de teste direcionados para dispositivos móveis, e são importantes para a validação da funcionalidade dos aplicativos móveis. Isso garante checar se o produto é compatível com versões dos sistemas operacionais, fazer ajustes, analisar a experiência do usuário com aplicativo, visando mudanças decisivas e correções de testes para garantir a entrega de um produto sem falhas.

Para auxiliar na construção da resposta da questão de pesquisa “Como a tecnologia de realidade aumentada contribui para a aprendizagem de geometria dos alunos imigrantes digitais do Proeja?”, foram elaboradas as questões Q2, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q14 e Q15. Essas questões abordam características fundamentais relacionadas à tecnologia de realidade aumentada e outros como aprendizagem móvel, ensino de jovens e adultos e nativos e imigrantes digitais.

As questões Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q14 e Q15 permitirão coletar dados para responder ao objetivo principal da pesquisa “Investigar as implicações do uso da tecnologia de realidade aumentada para o ensino-aprendizagem de Geometria junto aos alunos considerados imigrantes digitais no Proeja”.

Um dos objetivos específicos deste trabalho é “propor atividades pedagógicas para auxiliar no ensino-aprendizagem de geometria no PROEJA.”. Nesse sentido, foi elaborado um Guia de Aprendizagem sobre o conteúdo de Poliedros de Platão no qual será utilizado juntamente com o aplicativo de realidade aumentada desenvolvido. As questões Q4, Q5, Q6, Q8, Q9, Q11, Q12, Q13, Q14 e Q16 foram elaboradas a fim de verificar se a proposta do Guia de Aprendizado obteve aprovação e consentimento por parte dos alunos.

As questões Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11 e Q15 visam coletar dados para responder ao objetivo específico da pesquisa “Avaliar as implicações no processo de implementação da tecnologia de realidade aumentada no ensino de geometria”.

### **4.3. O Campo empírico da pesquisa: Colégio Pedro II Campus Duque de Caxias**

O Colégio Pedro II é uma tradicional Instituição Pública Federal de ensino, considerado uma das mais antigas instituições de ensino do Brasil, localizado no Estado do Rio de Janeiro e vinculado ao Ministério da Educação. A coleta de dados foi realizada no Campus Duque de Caxias, localizado no centro da cidade de Duque de Caxias, no estado do Rio de Janeiro.

O Colégio Pedro II passou por períodos de expansão e modernização nos últimos anos. No ano de 2012, por meio da lei 12.677/12, foi equiparado aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, mantendo sua característica de instituição especializada na oferta de Educação Básica. Com essa nova situação jurídica, o colégio passou a ser regido pelo mesmo ordenamento legal das demais instituições que pertencem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

O Campus Duque de Caxias, cenário desta pesquisa, é o campus mais novo do Colégio Pedro II. Inaugurado no ano de 2007, teve a sua primeira instalação no bairro de Vila Sarapuí, em salas cedidas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, no Complexo Escolar de Sarapuí. O primeiro curso oferecido para a comunidade foi o curso de Educação Profissional Técnica de Nível Médio Subsequente ao Ensino Médio - área de formação Informática.

No ano seguinte, o campus foi transferido para o Centro de Duque de Caxias, numa instalação também provisória e alugada pela prefeitura de Duque de Caxias, passando a oferecer também o Ensino Médio Regular. Após a doação de uma área definitiva no bairro Vila Centenário, em Duque de Caxias, e a obtenção de recursos do Ministério da Educação, o Colégio Pedro II viabilizou a construção de um prédio moderno, com salas de aula climatizadas, laboratórios, quadra desportiva, biblioteca, auditório e refeitório, além de salas destinadas à administração.

Os últimos dados institucionais, referente ao mês de agosto de 2018, constam que o campus Duque de Caxias, do Colégio Pedro II, possui 565 alunos matriculados no Ensino Médio, sendo 82 alunos no PROEJA. Os sujeitos desta pesquisa são 17 alunos do Ensino Médio do PROEJA do curso de Administração. Especificamente, sobre esse curso, alguns alunos já possuem o Ensino Médio completo e por isso estão dispensados das disciplinas regulares e apenas cursam as disciplinas ligadas ao conteúdo técnico.

#### 4.4. Os sujeitos da pesquisa: alunos do Ensino Médio do PROEJA

A coleta de dados para identificação do perfil dos sujeitos da pesquisa refere-se a fase de análises preliminares (primeira fase de investigação) da metodologia de engenharia didática. Trata-se da dimensão cognitiva, que para Artigue (1996 *apud* CARNEIRO, 2005, p. 93-94), está associada às características do público ao qual se dirige o ensino, os conhecimentos prévios e dificuldades dos alunos sobre o conteúdo a ser ensinado.

Para a coleta de dados, a fim de compor essa dimensão cognitiva, elaboramos e aplicamos aos alunos um questionário. O questionário para coleta de dados foi aplicado em uma aula de Matemática, e teve como objetivos (a) identificar o perfil dos alunos e (b) verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de geometria.

São alunos do primeiro ano do Ensino Médio, e que por necessidades específicas da faixa etária e tempo afastados dos estudos, frequentemente necessitam de suporte para a aprendizagem em qualquer disciplina.

O resultado da questão Q1, referente ao gênero da turma, mostrou que a maioria dos alunos (82%) da turma pertence ao sexo feminino. Esse dado está alinhado com um dos princípios do Documento Base do PROEJA (MEC, 2007, *que* “considera as condições geracionais, de gênero, de relações étnico-raciais como fundantes da formação humana e dos modos como se produzem as identidades sociais.” (MEC, 2007, p. 38).

##### 4.4.1. O histórico escolar dos alunos:

Sobre o grau de escolaridade dos alunos antes de ingressarem no PROEJA, parte integrante da questão Q3, os dados mostraram que um pouco mais da metade dos alunos (53%) possuíam o Ensino Médio incompleto. A questão Q4 procurou identificar o percentual de alunos que concluíram o Ensino Fundamental na modalidade regular. O resultado mostrou que 71% dos alunos cursaram o ensino fundamental na modalidade regular, ou seja, em 9 anos.

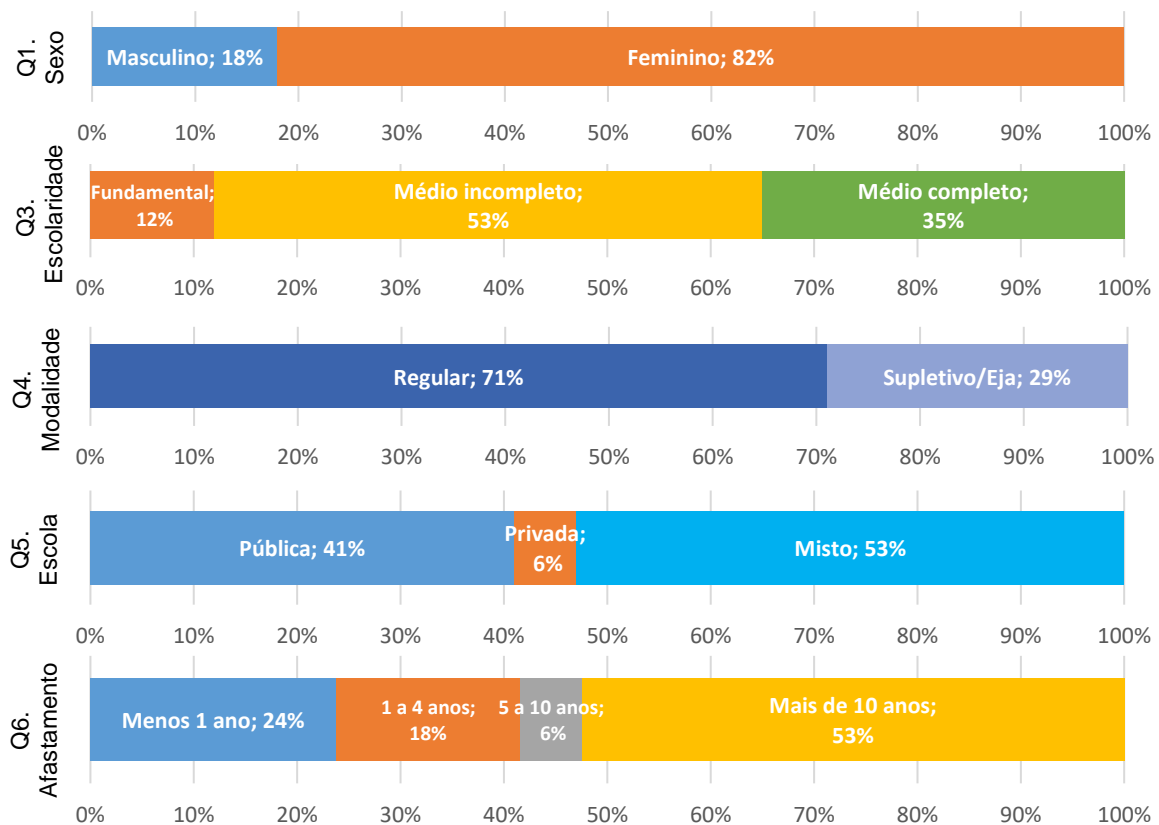
A questão Q5, sobre em qual tipo de instituição (pública ou privada) os alunos cursaram o ensino fundamental, mostrou que um pouco mais da metade dos alunos (53%) cursaram em redes mistas (ou seja, alternando os estudos na escola pública e na escola particular. O resultado da última questão (Q6) para compor o histórico dos alunos mostrou que mais da metade dos alunos (53%) estavam afastados há mais de 10 anos da escola.

O Documento Base do PROEJA possui seis princípios que foram considerados na elaboração do documento. Destacamos três desses princípios:

a) inclusão da população em suas ofertas educacionais. O princípio surge da constatação de que os jovens e adultos que não concluíram a educação básica em sua faixa etária regular têm tido pouco acesso a essas redes. b) a ampliação do direito à educação básica, pela universalização do ensino médio. c) condições geracionais, de gênero, de relações étnico-raciais como fundantes da formação humana e dos modos como se produzem as identidades sociais. (MEC, 2007, p. 37-38)

Assim, podemos perceber que perfil dos alunos, a partir dos dados coletados, estão alinhados com esses princípios acima citados. Os dados coletados nessas questões podem ser mais interpretados no gráfico a seguir.

**Ilustração 19:** Histórico escolar dos alunos



Fonte: dados do questionário A

#### 4.4.2. As características de Nativos Digitais e Imigrantes Digitais dos alunos

O resultado dos dados coletados para identificar o perfil da turma em relação as características de Nativos Digitais ou Imigrantes Digitais (ilustração 20), mostraram que, das 7 perguntas elaboradas com esse propósito, 5 perguntas ofereceram como resultado um perfil de Imigrantes Digitais. A concepção dessas perguntas foi embasada nos estudos de Prensky (2011), sobre Nativos Digitais e Imigrantes Digitais, em que ele



descreve, além do período de nascimento dos Nativos Digitais, uma série de ações e tarefas realizadas pelos Nativos e Imigrantes Digitais com uso das tecnologias digitais.

As variáveis que confirmam esse perfil foram encontradas na faixa etária, credibilidade de notícias, multitarefas, aprendizagem de equipamento/*software* novo e atividades realizadas nos smartphones, sendo que a faixa etária tem um peso muito grande, pois é muito citado por Prensky (2011), apesar de não ser o único fator para a composição do perfil de Imigrantes Digitais. O resultado das variáveis ativo nas redes sociais e tempo da internet mostraram um perfil de alunos com características de Nativos Digitais.

O resultado da questão Q2 revelou que um pouco mais da metade dos alunos da turma (59%) são alunos que nasceram antes das duas últimas décadas do século XX, ou seja, tem hoje idade acima de 36 anos e com perfil de Imigrantes Digitais. O restante da turma (41%) tem idade inferior a 36 anos, correspondendo a alunos com perfil de Nativos Digitais.

A questão Q7, sobre credibilidade das notícias e informações, revelou que para 53% dos alunos, as informações e notícias que merecem mais credibilidade estão impressas em papel. Outros 47% dos alunos conferem mais credibilidade às notícias que circulam na internet. Isso confirma o que Prensky (2011) considera que os Imigrantes Digitais preferem usar a internet como segunda fonte de informações, atribuindo significativa credibilidade para as informações que circulam em meio físico como papel.

Os nativos digitais assumem uma postura de realizar processos paralelos e serem multitarefas (Prensky, 2011), por isso, o resultado da questão Q8 mostrou que 65% dos alunos não conseguem estudar ao mesmo tempo em que assistem televisão, ouvem música ou realizam outra tarefa paralelamente, característica peculiar dos Imigrantes Digitais. Outros 35% dos alunos conseguem estudar e realizar outras tarefas ao mesmo tempo (multitarefas), sendo essa uma característica dos Nativos Digitais.

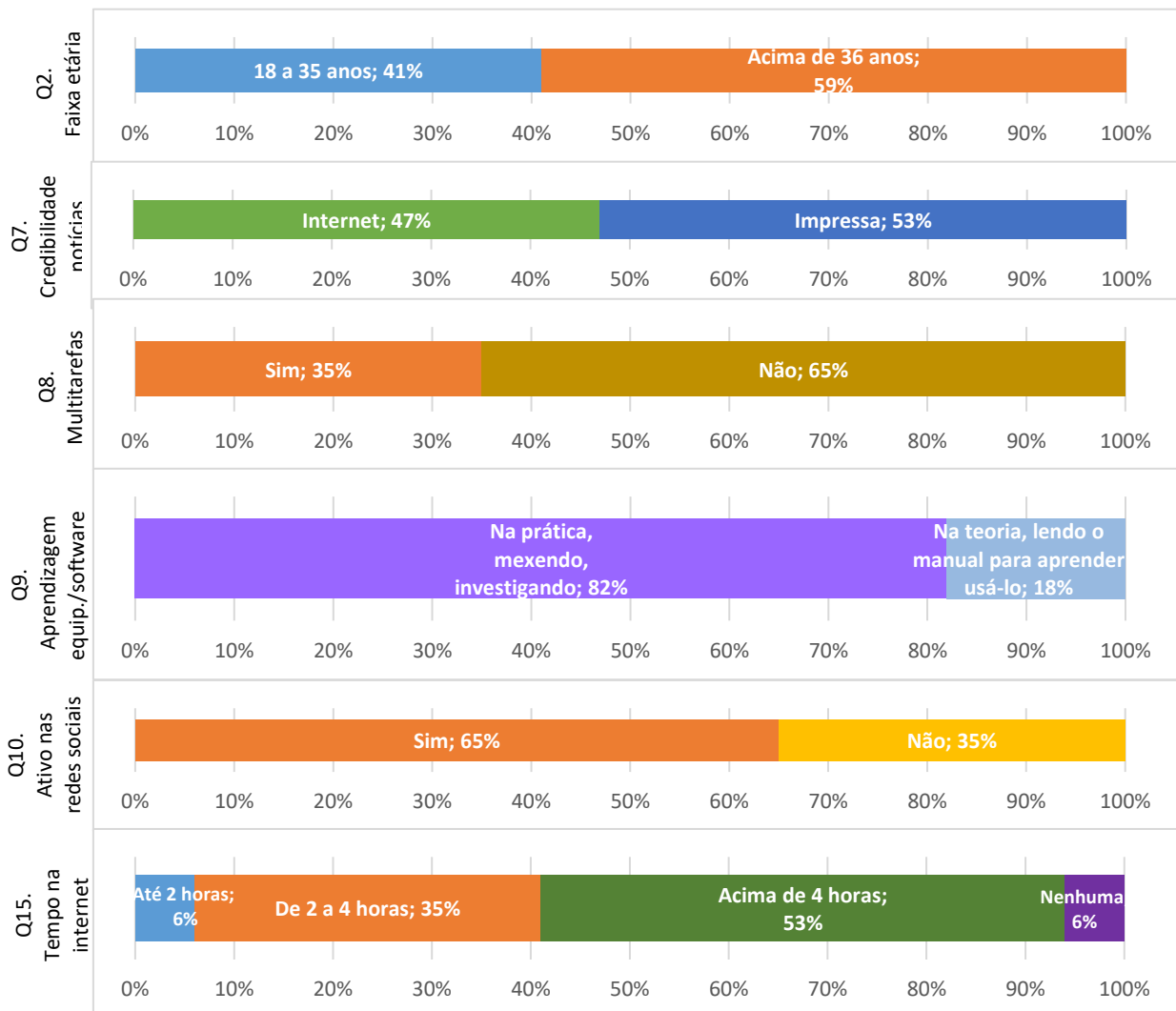
O resultado da questão Q9, sobre aprendizagem de equipamento ou *software*, revelou que a maioria dos alunos da turma (82%) prefere aprender a usar um determinado equipamento ou *software* pela primeira vez na prática, mexendo e testando. O restante (18%) prefere primeiro ler o manual antes de usar um equipamento ou *software* novo. Nesse contexto, conforme afirma Prensky (2011) em relação à aprendizagem de um programa ou aplicativo, os imigrantes digitais preferem ler o manual de um programa, em vez de supor que o próprio programa o ensinará a utilizá-lo.

Ainda sobre aprendizagem de um equipamento ou *software*, vale uma breve análise e reflexão sobre esse resultado, considerando a falta de hábito de leitura e dificuldade de interpretação de texto. Foi possível observar nas atividades práticas, na participação como membro do grupo de mensagens e na aplicação dos questionários

com a turma que a mesma possui dificuldade na leitura e interpretação, assim como falta de hábito para ler. Assim, pode ser que a maioria tenha optado por marcar aprendizagem a partir da prática pelas dificuldades em relação à leitura e interpretação.

Sobre ser ativo nas redes sociais, considerando atividades de postagem, produção de conteúdo, compartilhamento e denúncia, a questão Q10 revelou que 65% dos alunos se consideram ativos nas redes sociais. Em relação ao tempo permanência na internet, a questão Q15 mostrou que 53% dos alunos passam mais de 4 horas usando aplicativos que usam internet ou na internet. Esses dois resultados, mostrados no gráfico (ilustração 20), confirmam os estudos de Prensky (2001, 2010) o qual aponta que os nativos digitais nasceram e cresceram numa cultura digital, funcionam melhor quando estão em rede e estão boa parte do tempo conectados e se comunicando pela internet.

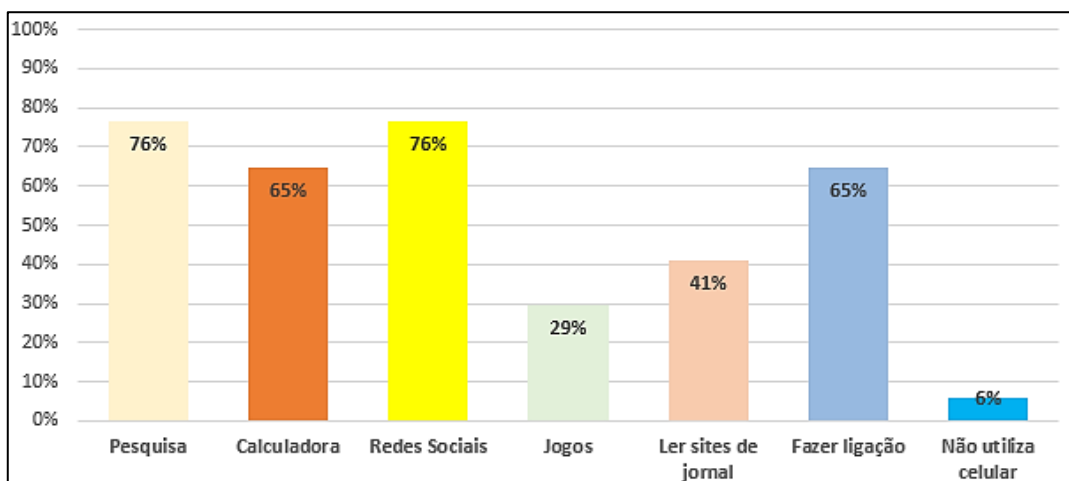
**Ilustração 20:** Características dos alunos nativos e imigrantes digitais



Fonte: Dados do questionário A

Por fim, visando identificar os Nativos Digitais dos Imigrantes Digitais pela frequência de uso das redes sociais e jogos, baseado no estudo do Prensky (2001, 2010) sobre o tema cujo referido autor aponta que os nativos digitais têm facilidade de usar as redes sociais e preferem utilizar jogos, o resultado da questão Q16 (Ilustração 21) revelou que os aplicativos mais utilizados pelos alunos são “Pesquisa na internet” e “Redes Sociais”, com 76%, seguido de “Calculadora” e “Fazer Ligações” com 65%.

**Ilustração 21:** Atividades realizadas nos smartphones



Fonte: Dados do questionário A

O aplicativo menos utilizado pelos alunos são os “Jogos”, com 29%. Apesar do alto uso das redes sociais, podemos considerar que os alunos têm perfil de Imigrantes Digitais nessa variável, uma vez que se confirma o elevado uso do smartphone para fazer ligações e o pouco uso de jogos.

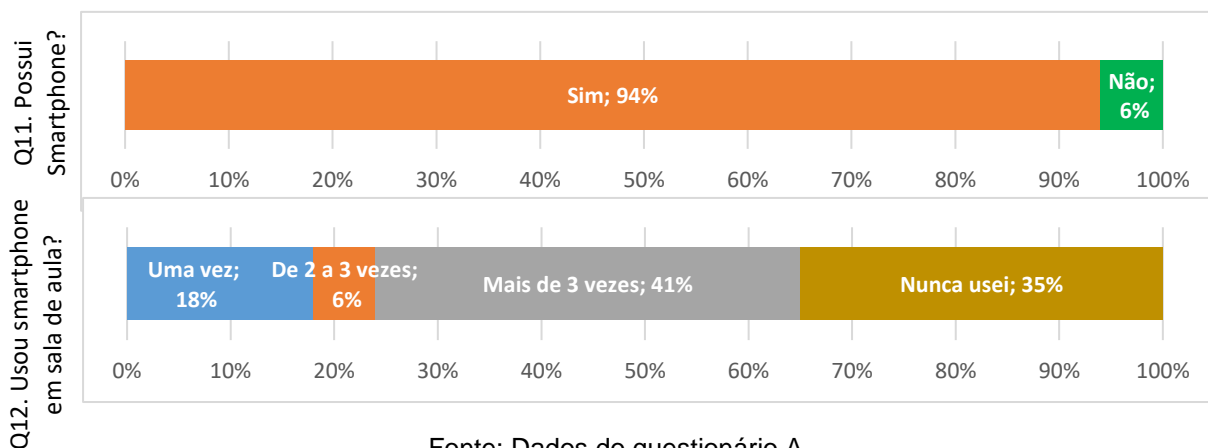
#### **4.4.3. O potencial de aprendizagem móvel nos alunos:**

Foram elaboradas quatro questões (Q11, Q12, Q13 e Q14) visando coletar dados para analisar a experiência dos alunos com o uso de smartphones, reconhecer os benefícios particulares da aprendizagem móvel e verificar o potencial de implementação de um ambiente de aprendizagem com dispositivos móveis. Como arcabouço teórico para análises dos dados coletados foram utilizadas as diretrizes de políticas da Unesco (2013) para a aprendizagem móvel.

A questão Q11, destinada a contabilizar a quantidade de alunos que possuem dispositivos móveis, foi possível identificar que 94% dos alunos (Ilustração 22) possuem smartphones. A questão Q12 objetivou saber se os alunos já utilizaram o smartphone em atividades pedagógicas em sala de aula. O resultado (Ilustração 22) mostrou que 41% dos alunos já usaram mais de 3 vezes o smartphone em atividades pedagógicas dirigidas

pelo professor, outros 18% já usaram pelo menos uma vez e 35% dos alunos nunca usaram em atividade pedagógica na sala de aula. As pesquisas da Unesco “revelaram que os aparelhos móveis podem auxiliar os instrutores a usar o tempo de aula de forma mais efetiva” (UNESCO, 2013, p. 18). Assim, concluímos que 65% já usaram pelo menos uma vez, favorecendo a implementação de um ambiente de aprendizagem móvel.

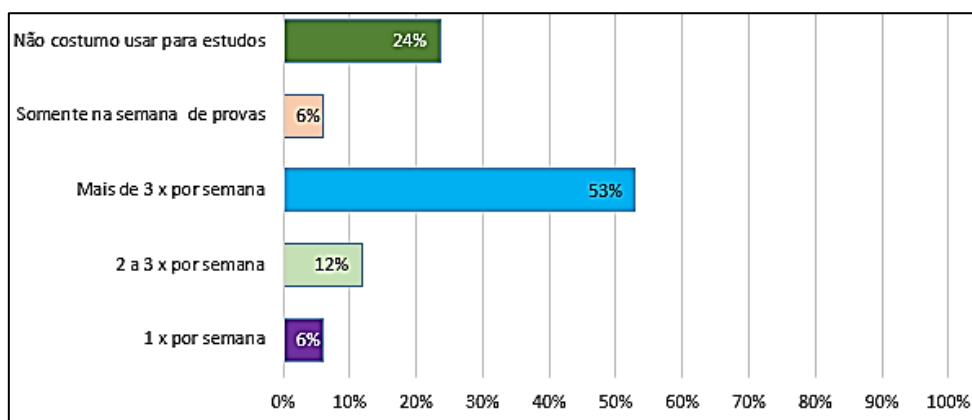
**Ilustração 22:** Ambiente de aprendizagem móvel



Fonte: Dados do questionário A

A coleta de dados da questão Q13 (Ilustração 23) mostrou que mais da metade dos alunos (53%) costumam utilizar o smartphone mais de 3 vezes por semana fora da sala de aula, para aprendizagem de algum conteúdo escolar, enquanto 24% não costumam utilizar o smartphone para estudar fora da escola. Um dos benefícios da aprendizagem móvel, de acordo com a Unesco (2013) é apoiar a aprendizagem fora da sala de aula.

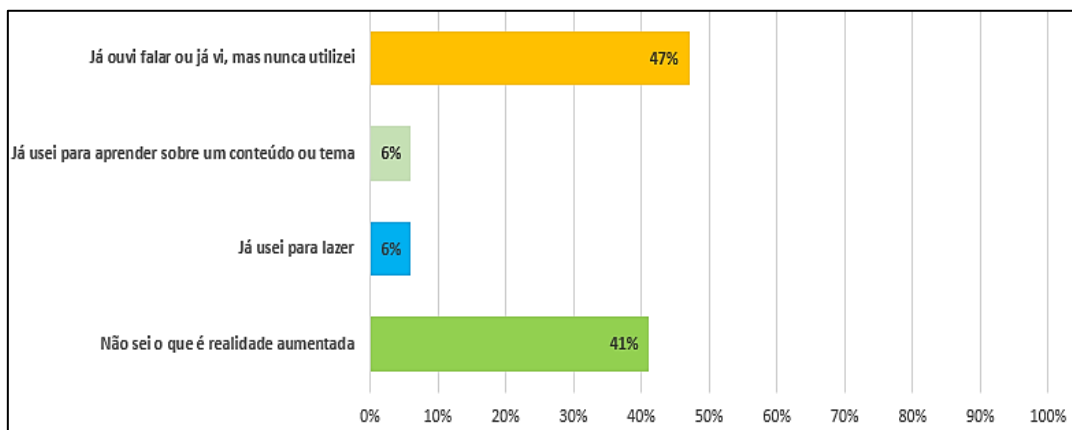
**Ilustração 23:** Frequência de uso de smartphones



Fonte: Dados do questionário A

Por fim, procuramos saber se os alunos já ouviram ou utilizaram algum aplicativo de realidade aumentada (ilustração 24) visando explorar o potencial pedagógico do aplicativo proposto nesta pesquisa.

**Ilustração 24:** Conhecimento de tecnologia de realidade aumentada



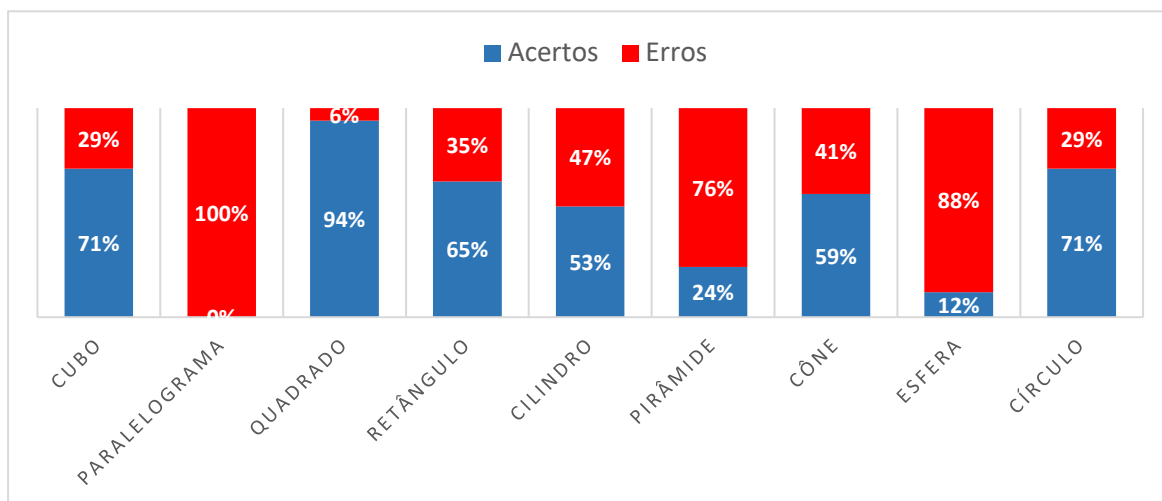
Fonte: Dados do questionário A

Uma das dez diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel (UNESCO, 2013) faz referência à criação e ao aperfeiçoamento de conteúdos educacionais para uso em aparelhos móveis. O resultado da coleta de dados da questão Q14 (Ilustração 24) mostrou que 47% já ouviu falar ou já viu, mas nunca utilizou. Outros 41% não sabem o que é realidade aumentada.

#### 4.4.4. Os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de geometria:

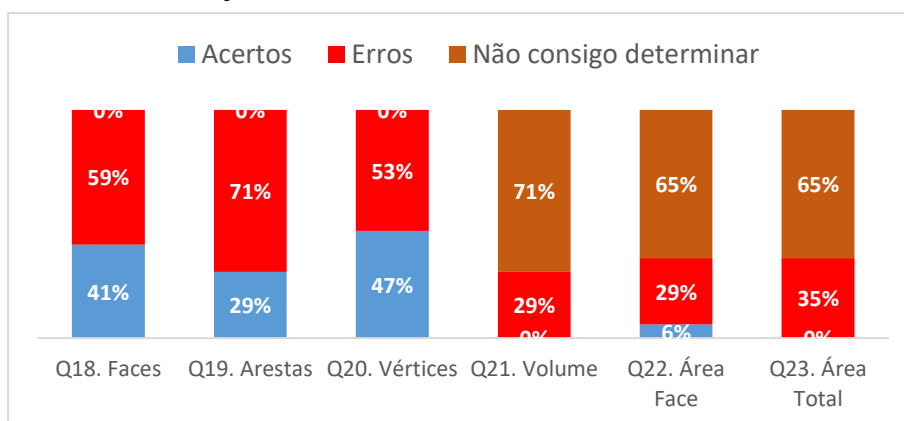
A última parte deste questionário teve por finalidade verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de geometria. Foram elaboradas 7 questões (Q17, Q18, Q19, Q20, Q21, Q22 e Q23) com esse objetivo. A questão Q17 (Ilustração 25) envolveu o reconhecimento de figuras planas e espaciais. Foram exibidas algumas figuras e solicitado aos alunos que escrevessem os nomes dessas figuras. Os erros e acertos estão mostrados no gráfico a seguir.

As maiores taxas de acertos (Ilustração 25) foram em relação às figuras do cubo, quadrado, retângulo e círculo. As figuras que os alunos tiveram mais dificuldades de identificar foram justamente figuras espaciais e em três dimensões, como esfera e pirâmide. A Ilustração do paralelogramo foi a que teve a maior taxa de erros, uma vez que nenhum aluno conseguiu acertar.

**Ilustração 25:** Reconhecendo ilustrações geométricas

Fonte: Dados do questionário A

As questões Q18, Q19 e Q20 (Ilustração 26) envolviam a identificação de propriedades das figuras geométricas, como a quantidade de arestas, vértices e faces de um cubo. A taxa de acertos nessas questões foi inferior a 50%, conforme demonstrado na ilustração 26. Por último, nas questões Q21, Q22 e Q23 os alunos deveriam realizar os cálculos de área e volume de um cubo. Nessas questões, a maioria dos alunos marcou a opção “não consigo determinar”.

**Ilustração 26:** Identificando arestas, vértices e faces

Fonte: Dados do Questionário A

Todos esses dados coletados no Questionário A são relevantes para a etapa de análises a posteriori e validação. Na seção seguinte, apresentamos o produto educacional.

## 5. INSTRUMENTO DIDÁTICO INTERATIVO: TRAZENDO UM POUCO DE MÁGICA PARA A SALA DE AULA!

"Foi incrível. Parecia mágica ilusionista. Pude ver quase a Ilustração geométrica na palma das minhas mãos!"  
*Aluno do PROEJA, após utilização do produto educacional*

Muito provavelmente um professor Imigrante Digital pode considerar que a mágica é algo somente visto nas séries de televisão ou streaming de internet e que não é possível criar algo semelhante na sala de aula. É preciso repensar isto! Com a tecnologia de realidade aumentada é possível introduzir um poder mágico nas aulas, a fim de tornar experiências de aprendizagem empolgantes, onde os alunos não irão querer parar de explorar a Geometria, mesmo após o final da aula.

Este produto educacional é parte da dissertação de mestrado “Realidade aumentada no ensino e aprendizagem de Geometria: uma proposta pedagógica para o PROEJA. Foi proposto, como produto educacional, um Instrumento Didático Interativo (Ilustração 27), constituído de um aplicativo de realidade aumentada para *smartphones* e um Guia de Aprendizagem. Neste produto educacional, apresentamos a tecnologia de realidade aumentada ao público-alvo, a partir de uma atividade pedagógica de geometria, com o conteúdo de Poliedros de Platão. O nome do aplicativo desenvolvido é PoliedrosRA, uma convergência com o nome Poliedros de Platão e Realidade Aumentada.

**Ilustração 27:** Instrumento Didático Interativo  
 (ícone do aplicativo e capa do Guia de Aprendizagem)



Fonte: Autor da pesquisa/2019

Esperamos proporcionar ao aluno uma experiência educativa no uso de tecnologia de realidade aumentada. A palavra experiência tem sua definição no dicionário Luft (2005) como sendo prática, conhecimento, perícia, ensaio, tentativa, demonstração, conhecimento transmitido por meio dos sentidos. Gasque (2008), ao apresentar os pensamentos e teorias de alguns pesquisadores sobre a relação da experiência e aprendizagem, afirma que as pessoas elaboram novos conhecimentos a partir das experiências e vivências do mundo.

A mesma autora revela ainda uma importante pesquisa internacional do ano de 2007, realizada pelo Comitê de Desenvolvimento da Aprendizagem, sob supervisão do Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos e com sólidas fundamentações de pesquisas, concluindo que a experiência se apresenta como uma importante implicação à aprendizagem. A relação de experiência e aprendizagem tem ainda contribuições de Teixeira (2010):

A experiência educativa é, pois, essa experiência inteligente, em que participa o pensamento, através do qual se vêm a perceber relações de continuidade antes não percebidas. Todas as vezes que a experiência for assim reflexiva, isto é, atentarmos no antes e no depois do seu processo, a aquisição de novos conhecimentos mais extensos do que antes será um dos seus resultados naturais. A experiência alarga, desde modo, os conhecimentos, enriquece o nosso e espírito e dá, dia a dia, significação mais profunda à vida (TEIXEIRA, 2010, p. 37).

Conforme citado, para Teixeira (2010), a experiência educativa como ação reflexiva contribui para aquisição de novos conhecimentos. Consideramos que o aluno, ao utilizar este produto educacional, está tendo uma experiência educativa, e a aquisição de novos conhecimentos poderá ser percebida na avaliação deste produto educacional, realizada pelos alunos. Nas seções seguintes, serão detalhadas um pouco mais do processo de desenvolvimento do produto educacional, concepções, funcionalidades, ferramentas utilizadas, conteúdos, além da validação do produto.

### **5.1. Aplicativo PoliedrosRA: questões preliminares e concepção**

Os estudos preliminares realizados tanto em publicações, artigos, sites da internet, quanto pela prática docente do pesquisador, no ensino de tecnologias, a fim de avaliar para qual plataforma tecnológica seria desenvolvido o produto educacional baseado em tecnologia de realidade aumentada, levaram em considerações alguns aspectos (Ilustração 28) como aprendizagem móvel, mobilidade, popularização, plataforma, sistema operacional, disponibilidade, manuseio e interação. A partir desses estudos preliminares, optamos pelo desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis.



**Ilustração 28:** Elementos constituintes na concepção do aplicativo



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Em primeiro lugar, foi de fundamental importância considerar a possibilidade de aprendizagem móvel para este produto. A UNESCO (2013) define que a aprendizagem móvel envolve o uso de tecnologias móveis, a fim de permitir a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar (UNESCO, 2013). Marçal, Andrade e Rios (2005 *apud* MERIJE, 2012, p. 42-43) também descreve outras possibilidades de ensino e de aprendizagem que o uso do celular em sala de aula proporciona:

Melhora nos recursos para o aprendiz, que poderá contar com um dispositivo para execução de tarefas, anotação de ideias, consulta de informações via internet, registros digitais e outras funcionalidades; aumenta as possibilidades de acesso a conteúdo, incrementando e incentivando a utilização dos serviços providos pela instituição de ensino; fornece meios para o desenvolvimento de métodos inovadores de ensino, utilizando os recursos de computação e mobilidade (MARÇAL; ANDRADE; RIOS, 2005 *apud* MERIJE, 2012, p. 42-43).

Essas possibilidades de ensino e de aprendizagem demonstram que as experiências educativas com o uso de dispositivos móveis podem melhorar a aprendizagem e tornar o ensino mais inovador.

Vale destacar também que o estudo “As Perspectivas Tecnológicas para o Ensino Fundamental e Médio Brasileiro de 2012 a 2017” (HORIZON, 2012) apontou doze tecnologias emergentes que têm o potencial para impactar o ensino, dentre elas estavam o uso de aplicativos móveis e laboratórios móveis. Esta previsão de popularização dos dispositivos móveis se confirmou, de acordo com a última “Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras” (CGI, 2018),

demonstrando que os alunos têm utilizado para fins pedagógico mais os *smartphones* do que computadores.

A concepção de se direcionar um produto educacional para plataformas móveis, ao contrário de *desktops* ou *notebooks*, foi para proporcionar aos alunos o uso dos *smartphones* também fora da sala de aula. Por meio de computadores, os mesmos ficam restritos ao comparecimento no laboratório, e com *smartphones*, podem ser usados até mesmo em espaços abertos, garantindo para o professor a possibilidade de um laboratório móvel. Assim, o uso de *smartphones* permite também uma mobilidade, e o usuário não precisa ficar fixo num lugar para usar esse dispositivo.

A escolha pelo desenvolvimento, a princípio, para dispositivos com sistema operacional *Android* se deve pela diferença de custo entre os dispositivos com sistemas operacionais *Android* e *iOS*. Os dispositivos com sistema operacional *iOS* são da empresa *Apple*, e disponível exclusivamente em *smartphones Iphone*, de alto custo, reduzindo assim a chance de abranger um grande número de usuários. A experiência do pesquisador, como docente de tecnologias nesses últimos anos, revela que uma quantidade significativa de alunos possui *smartphones* com sistemas *Android*, da empresa *Google*.

Quanto à disponibilidade, como sendo uma condição de algo que se encontra disponível, especificamente, por ser tratar de um aplicativo de dispositivo móvel, o mesmo estará disponível em alguns repositórios como nas lojas de serviço de distribuição de aplicativo do sistema operacional *Android*, no site institucional deste Programa de Mestrado ou em bancos de objetos de aprendizagem.

Consideramos que o manuseio da câmera de um *smartphone*, por um aluno, será mais eficaz e agradável do que manipular uma *webcam* fixa ao computador. Dessa maneira, o aluno conseguirá controlar e ajustar, caso seja necessário, os recursos de iluminação, foco, zoom e distância da câmera do *smartphone*, além de realizar os ajustes necessários para utilizar o aplicativo com o Guia de Aprendizagem.

Por fim, o último aspecto considerado na escolha da plataforma móvel foi a interação. Para Tori (2010), a realidade aumentada trouxe novos paradigmas de interação. Os procedimentos mais tradicionais de interação entre usuário e sistemas computacionais ficam por conta de mouses, teclados e toques em tela. Reis e Gonçalves (2016) descrevem que, com o advento da realidade aumentada, essa interação é caracterizada por meio de interfaces tangíveis.

Desse modo, conforme afirmam Reis e Gonçalves (2016), essa interação não é mais constituída por objetos físicos diretamente manipuláveis, mas sim caracterizada pela manipulação de objetos físicos com propriedades digitais e por estímulos audiovisuais oriundos de um computador. Ao interagir com o objeto, ocorre a captura das suas

respostas motoras e emocionais, e ao serem manipuladas, transmitem informações ao sistema virtual.

Após este primeiro momento de avaliação para escolha do desenvolvimento de um aplicativo e para compor o instrumento didático interativo, foram realizadas as pesquisas para escolher as ferramentas tecnológicas para o desenvolvimento do aplicativo.

## 5.2. Desenvolvimento do Aplicativo PoliedrosRA

Especificamente para esse tipo de aplicativo, baseado em realidade aumentada, é necessário fazer uso de um ambiente de desenvolvimento integrado, denominado *Integrated Development Environment* – IDE, e um kit de desenvolvimento de *software* de realidade aumentada, denominado *Augmented Reality Software Development Kit* - AR SDK.

O IDE é um *software* de computador, com recursos de apoio para a criação de programas, aplicativos, jogos, sites, etc. O mesmo fornece suporte e ferramentas para escrever os códigos dos programas, criar interfaces (telas ou mecanismos de comunicação). Existem diversas IDE para o desenvolvimento de *software*, com finalidades específicas ou para o desenvolvimento de qualquer tipo de *software*.

Adotamos para criar este aplicativo o IDE Unity. Esta é uma IDE com capacidade de criar jogos em duas dimensões (bidimensionais) e três dimensões (tridimensionais ou 3D), *softwares*, animações, filmes, aplicativos de dispositivos móveis, objetos virtuais e tridimensionais. Uma das vantagens de utilizar esse IDE em nosso aplicativo é o fato dele já ter incluído na sua instalação o AR SDK Vuforia. Assim, o Unity, por ser um IDE para projetos em 3D, foi o que melhor suportou trabalhar com objetos tridimensionais integrados ao AR SDK, que seria muito usado com as formas geométricas deste produto educacional.

Em relação ao AR SDK, de uma maneira geral, trata-se de um mecanismo ou engenharia de *software* responsável pelo desenvolvimento de sistemas de realidade aumentada. Sua função é realizar a tarefa de mesclar as informações do mundo real com conteúdo digital. Além disso, o mesmo realiza a renderização (informação digital e objetos 3D que podem ser sobrepostos no mundo real), rastreamento (representa os “olhos da aplicação”) e reconhecimento de cena (sistema nervoso central da aplicação).

Das variedades de AR SDK disponíveis, adotamos para este aplicativo o AR SDK Vuforia. Este apresentou diversas vantagens nesse momento como uma ampla documentação e suporte disponível, versão gratuita para centenas de uso mensal, comunidade de usuário com fóruns para esclarecer dúvidas, excelente reconhecimento

nos testes com marcadores e já vem incluído na instalação do IDE Unity. Apesar da versão gratuita registrar uma marca d'água do Vuforia no aplicativo, esta condição não compromete a estética e funcionalidades do aplicativo.

Um dos recursos fundamentais dos AR SDK é o reconhecimento de objetos que pode ser com ou sem marcadores. O reconhecimento de objetos baseados em marcadores funciona pelo reconhecimento de imagem, como gatilhos para exibir o conteúdo da realidade aumentada. Ao contrário, o reconhecimento de objetos sem marcadores não utiliza imagens, e sim funciona com o reconhecimento de cenários, objetos físicos, ambientes internos, superfícies planas (paredes e pisos), posicionamento por GPS e faces humanas.

Os testes e pesquisas realizados para o reconhecimento sem marcadores exigiu o uso de smartphones mais avançados, potentes e de alto custo. A maioria dos AR SDK testados com recursos sem marcadores não garantiu a entrega da melhor experiência com realidade aumentada em smartphones mais antigos. Não teríamos dificuldades em desenvolver um aplicativo com o recurso sem marcadores, mais muito provavelmente os alunos não teriam os smartphones compatíveis. Não temos a garantia de que a maioria dos alunos tenham um smartphone de alto custo, bons recursos e desempenho.

Além disso, para utilizar os recursos de tecnologia de realidade aumentada sem marcadores, os smartphones necessitam ser suportados e certificados pelo AR SDK Vuforia. Isso significa que cada marca e versão dos smartphones disponíveis no mercado teve a qualidade da câmera, os sensores de movimento e a arquitetura de design verificados e testados pelo Vuforia, para garantir que ele funcione como esperado. Essa certificação é importante para garantir que os usuários tenham uma boa experiência com seu aplicativo de realidade aumentada.

Optamos pelo desenvolvimento de um aplicativo de realidade aumentada baseado em marcadores para ter a garantia da entrega de uma experiência estável. As imagens selecionadas para criar os marcadores de realidade aumentada deste aplicativo (Ilustração 29) foram retiradas do site freepik.com, que por sua vez disponibiliza imagens gratuitas, devendo o usuário apenas inserir os créditos nas obras finais.

**Ilustração 29:** Marcadores de realidade aumentada utilizado no aplicativo proposto



Fonte: disponível em [www.freepik.com](http://www.freepik.com). Acesso em 03 mar. 2019.

Necessitamos oferecer um aplicativo com o mínimo de recursos de execução com realidade aumentada. Assim, algumas observações e ressalvas devem ser apresentadas em relação ao desenvolvimento de aplicativos de realidade aumentada baseada em marcadores para *smartphones* mais antigos. A engenharia do AR SDK Vuforia oferece aos desenvolvedores o acesso a uma ampla gama de dispositivos compatíveis para utilizar sua tecnologia. No entanto, mesmo suportando vários dispositivos antigos, o AR SDK Vuforia ressalta, em sua página de internet, que os *smartphones* antigos nem sempre têm as especificações de hardware necessárias para sustentar experiências de realidade aumentada por longos períodos de tempo.

Dessa maneira, o AR SDK Vuforia recomenda a criação e execução de experiências de realidade aumentada mais curtas, para serem executados por *smartphones* mais antigos, pois o uso por períodos prolongados pode causar superaquecimentos e/ou esgotamento da bateria nesses dispositivos. Contudo, os *smartphones* possuem mecanismos de proteção para evitar danos tanto para os dispositivos quanto a causar ferimentos nos usuários. Um desses mecanismos é a diminuição ou corte da potência da velocidade dos processadores dos *smartphones* para evitar que o calor gerado cause danos permanentes. Quando isso acontece, as experiências de realidade aumentada podem não se comportar como esperado.

Além da utilização do ambiente IDE Unity, do AR SDK Vuforia e o site Freepik.com, foram necessários também o uso de outras ferramentas tecnológicas para o desenvolvimento do aplicativo de realidade aumentada. O notebook utilizado foi um HP EliteBook 8460p Intel Core i5 vPro 2.6 GHz, com memória Ram de 4 GB, HD 700 GB e câmera com resolução 640 x 480. O Smartphone para testes foi um Samsung Galaxy J5 Metal SM-J510MN/DS, com memória de 16 GB e sistema operacional Android Marshmallow. Os objetos virtuais tridimensionais dos Poliedros de Platão foram adquiridos na loja de recursos do IDE Unity por U\$ 5.00, em março de 2019.

### **5.3. O Guia de Aprendizagem e funcionalidades do aplicativo PoliedrosRA**

“Diga-me, e eu vou esquecer. Mostre-me, e eu posso me lembrar.  
Envolve-me, e vou entender.”  
*Confúcio (551 a.C. - 479 a.C.)*

A citação do pensador e filósofo chinês Confúcio trata de como os conteúdos são absorvidos no processo de aprendizagem, demonstrando que é a ação que mais gera retenção dos conteúdos. O Instrumento Didático Interativo proposto incorpora tecnologia imersiva de realidade aumentada, auxilia professores a despertar a curiosidade em seus alunos, suportam o raciocínio espacial e é fácil de adotar na sala de aula.

O aplicativo PoliedrosRA permite que os alunos visualizem e manipulem os sólidos geométricos sobreposto ao Guia de Aprendizagem. Desse modo, cria-se uma ponte entre o mundo virtual e abstrato dos Poliedros e o cenário real. Ao visualizar os Poliedros e manipulá-los, dois sentidos são desencadeados: visual e cinestésico. A aprendizagem cinestésica é baseada na criatividade, o que torna a Matemática um emparelhamento natural.

O desenvolvimento do aplicativo atende o primeiro objetivo específico desta pesquisa, que é desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis baseado em realidade aumentada. A elaboração do Guia de Aprendizagem contempla o segundo objetivo específico desta pesquisa, que visa propor atividades pedagógicas para auxiliar no ensino e na aprendizagem de Geometria no PROEJA.

O Guia de Aprendizagem (ilustração 30), apresentado nas ilustrações a seguir, foi concebido no formato de folheto de fácil manuseio, de baixo custo e de modo a ser disponibilizado digitalmente para atingir grandes públicos. O guia ensina o aluno a operar o aplicativo, a fim de obter uma melhor experiência com realidade aumentada. Para Prensky (2001, p. 2), os Imigrantes Digitais preferem “a leitura de um manual de programa, em vez de assumir que o programa em si ensinará a usá-lo”.

**Ilustração 30:** Capa e contracapa do Guia de Aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Além disso, o guia abrange alguns conteúdos relacionados aos Poliedros de Platão. O uso em conjunto do aplicativo de realidade aumentada e do Guia de Aprendizagem foi escolhido como solução para as dificuldades em aprendizagem de Geometria Espacial, relacionadas principalmente à visualização das imagens tridimensionais nos livros didáticos, falta de material concreto para manipulação pelos

alunos e na possibilidade de maior interação com os objetos virtuais (rotacionar, transladar, redimensionar e uso de gestos manuais).

As seis páginas seguintes do Guia de Aprendizagem, após a capa e a contracapa, contêm a página de catalogação (ilustração 31), apresentação (ilustração 31), instruções (ilustrações 32 e 33) e a página de sumário (ilustração 33).

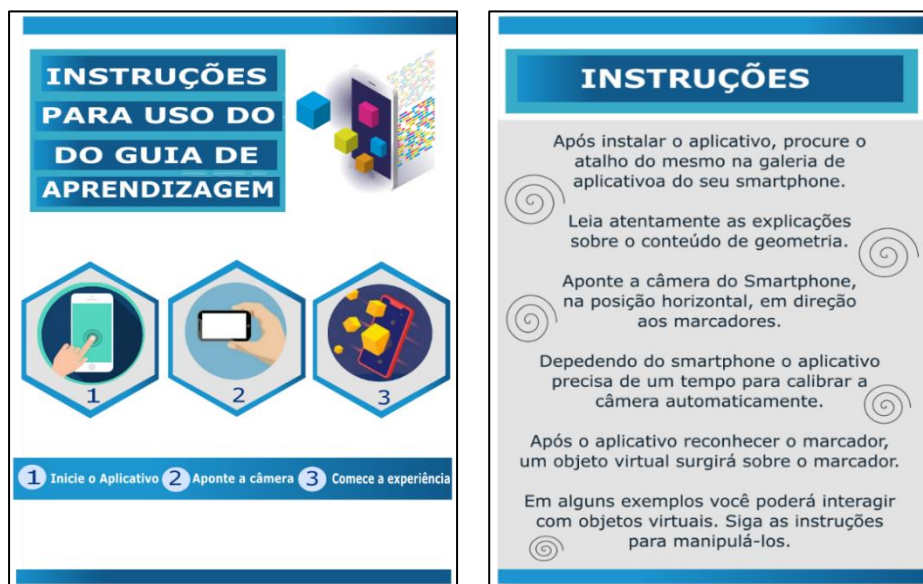
**Ilustração 31:** Página catalogação e apresentação



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Nas páginas de instruções são exibidas informações de como direcionar o smartphone as imagens dos marcadores, no Guia de Aprendizagem, entre outras.

**Ilustração 32:** Instruções do Guia de Aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa/2019

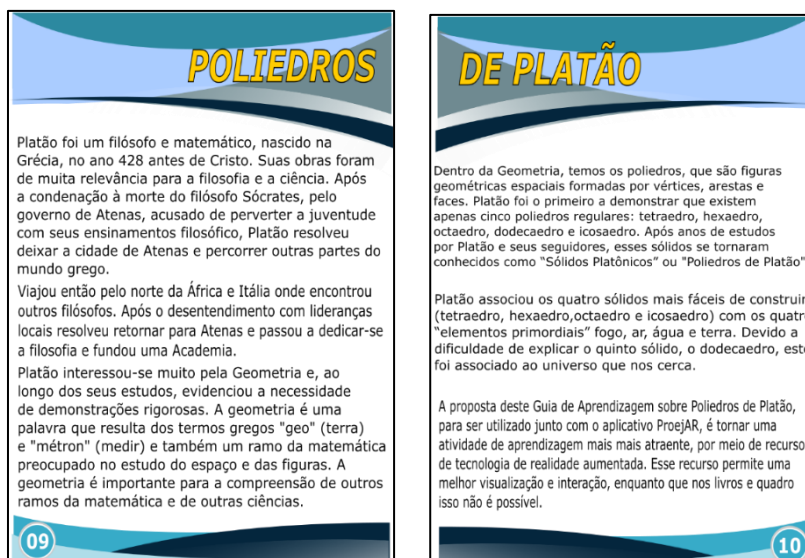
Ilustração 33: Instrução e sumário



Fonte: Dados da pesquisa/2019

O sumário contempla os tópicos relacionados ao tema Poliedros de Platão, com indicação das páginas. Após a página de sumário, o guia apresenta uma breve introdução sobre o tema Poliedros de Platão (ilustração 34) na qual os alunos poderão entender um pouco sobre a história de Platão e sua contribuição para os estudos dos poliedros.

Ilustração 34: Introdução ao tema poliedros de Platão



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Após a página de introdução sobre poliedros de Platão, teremos uma série de oito tópicos relacionados ao tema e com interação de realidade aumentada. O primeiro tópico é a apresentação do Poliedro Hexaedro (ilustração 35). Neste momento, o aluno poderá utilizar o aplicativo PoliedrosRA para interagir com o Guia de Aprendizagem.



**Ilustração 35:** Guia sobre poliedro Hexaedro



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Após a realização da leitura referente ao poliedro Hexaedro, o aluno deverá iniciar o aplicativo e direcionar a câmera do smartphone para o marcador. Nesse momento, entram em cena o objeto virtual do Hexaedro sobreposto ao marcador.

A arquitetura de funcionamento da tecnologia de realidade aumentada, presente no aplicativo (ilustração 36), funcionará da seguinte maneira: captura de cena (o aplicativo captura a imagem dos marcadores presentes no Guia de Aprendizagem por meio da câmera do smartphone); identificação de cena (o aplicativo escolhe as informações precisas para impulsioná-lo); processamento de cena (acontece o processamento dos dados, por meio da engenharia do *software* responsável pelo funcionamento dos toques nas telas, botões virtuais, animações e por misturar os elementos virtuais com os elementos reais); visualização da cena aumentada (nesta última etapa acontece as projeções dos elementos gráficos nos marcadores do Guia de Aprendizagem).

**Ilustração 36:** Funcionamento da realidade aumentada no aplicativo



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Quando o objeto virtual surge (Ilustração 37), sobreposto ao marcador no Guia de Aprendizagem, o aluno tem a possibilidade de interagir com este objeto.

**Ilustração 37:** Dodecaedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa/2019

As funcionalidades (Ilustração 38) presentes nos cinco primeiros marcadores do aplicativo, realizadas por meio de toques e gestos na tela do smartphone são: (a) rotacionar, (b) dimensionar, (c) redimensionar e (d) transladar.

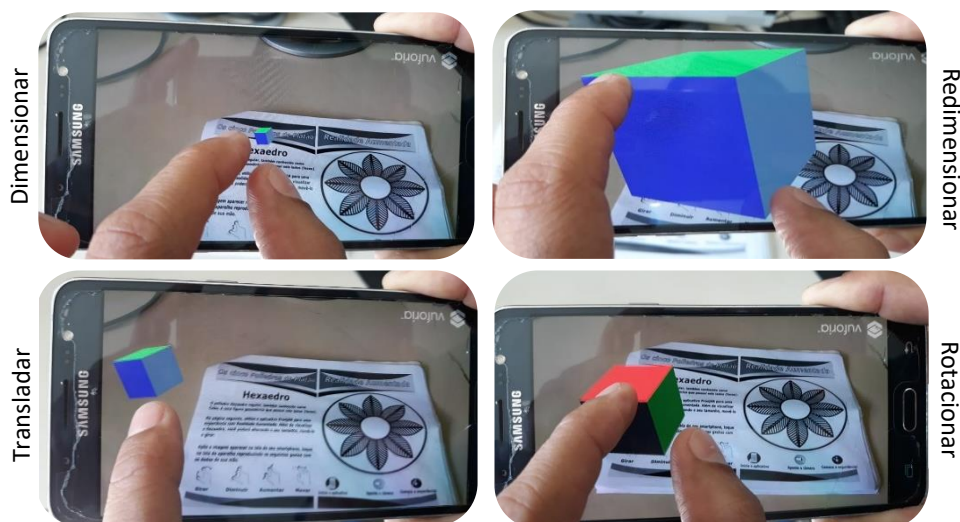
**Ilustração 38:** Gestos manuais na tela do smartphone para manipular poliedros



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Essas quatro funcionalidades descritas na ilustração anterior estão presentes nos cinco primeiros tópicos do guia, referente aos poliedros Hexaedro (Ilustração 39), Tetraedro, Dodecaedro, Octaedro e Icosaedro.

**Ilustração 39:** Interação com Hexaedro



Fonte: Dados da pesquisa/2019

A próxima página se refere ao poliedro Dodecaedro (Ilustração 40).

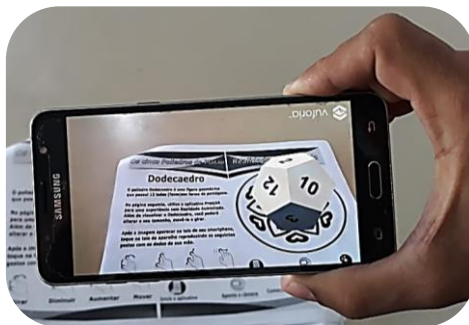
**Ilustração 40:** Guia sobre poliedro Dodecaedro



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Depois que o aluno direcionar a câmera do smartphone para o marcador, surgirá um objeto virtual do poliedro Dodecaedro (Ilustração 41). As funcionalidades desse tópico são as mesmas possíveis com o poliedro Hexaedro.

**Ilustração 41:** Dodecaedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Na página seguinte, temos a página referente ao poliedro Tetraedro (Ilustração 42).

**Ilustração 42:** Guia sobre poliedro Tetraedro



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Após o aluno direcionar a câmera do smartphone para o marcador, surgirá um objeto virtual do poliedro Tetraedro (Ilustração 43). As funcionalidades desse tópico são as mesmas possíveis com os poliedros anteriores.

**Ilustração 43:** Tetraedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Após a página do poliedro Tetraedro, temos a página referente ao poliedro Octaedro (Ilustração 44).

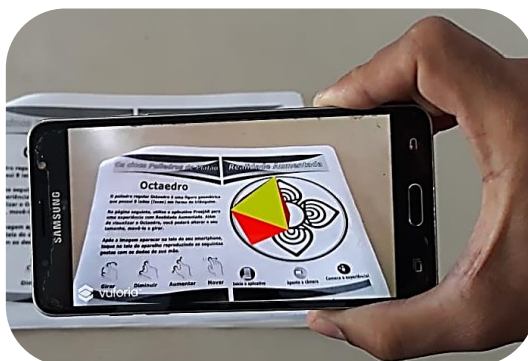
**Ilustração 44:** Guia sobre poliedro Octaedro



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Ao direcionar a câmera do smartphone para o marcador, surgirá um objeto virtual do poliedro Octaedro (Ilustração 45). As funcionalidades desse tópico são as mesmas possíveis com os poliedros anteriores.

**Ilustração 45:** Octaedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Em seguida, após a página do poliedro Octaedro, temos a página referente ao poliedro Icosaedro (Ilustração 46).

**Ilustração 46:** Guia sobre o poliedro Icosaedro



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Ao direcionar a câmera do smartphone para o marcador, surgirá um objeto virtual do poliedro Icosaedro (Ilustração 47). As funcionalidades desse tópico são as mesmas possíveis com os poliedros anteriores.

**Ilustração 47:** Icosaedro exibido sobre o marcador no Guia de Aprendizagem




Fonte: Dados da pesquisa/2019

Os cinco tópicos anteriores estavam relacionados à apresentação e às interações dos cinco poliedros de Platão. Após essas páginas, será apresentada ao aluno a planificação do Hexaedro (Ilustração 48).

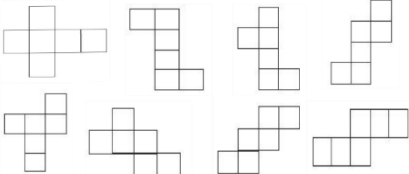
**Ilustração 48:** Guia sobre planificação do Hexaedro

**Planificação dos Poliedros**

Os poliedros possuem uma característica interessante: podem ser planificados (suas faces podem ser projetadas num plano). Cada Poliedro é limitado por um número finito de polígonos, chamados de faces.


 Observe abaixo as possíveis planificações do Hexaedro e tente reproduzir essas planificações, utilizando o aplicativo PoliedrosRA.

**Cubo**





20


**Realidade Aumentada**



3

  
 Inicie o aplicativo

  
 Aponte a câmera

  
 Comece a experiência!

21

Fonte: Dados da pesquisa/2019

Sobre esse marcador, surgirão seis quadrados alinhados. O aluno deverá, então, mover as faces para formar as planificações possíveis, conforme a página do guia (Ilustração 49). Os objetivos desta etapa consistem no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial dos alunos, o raciocínio espacial e a compreensão das formas 3D.

**Ilustração 49:** Criando planificações do Hexaedro



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Na próxima página (Ilustração 50), o aluno terá a oportunidade de compreender um pouco mais sobre o espaço tridimensional básico, sobre os eixos X, Y e Z, além de movimentos de rotação desses eixos.

**Ilustração 50:** Guia sobre espaço 3D

<i>O Hexaedro no Espaço 3D</i>	<i>Realidade Aumentada</i>
<p>A geometria descritiva tem como objetivo representar figuras de três dimensões em um plano bidimensional e, a partir das projeções, determinar distâncias, ângulos, áreas e volumes. O Hexaedro regular (cubo) é um sólido geométrico tridimensional.</p> <p>Para representarmos figuras ou imagens de três dimensões, precisamos de um espaço tridimensional composto por três vetores de profundidade (x), largura (y) e altura (z).</p> <p><b>3D - Profundidade (x), Largura (y), Altura (z)</b></p> <p>No espaço tridimensional, um ponto de coordenadas (x, y, z) pode ser girado em torno de um dos eixos coordenados.</p> <p>Na página seguinte, utilize o aplicativo PoliedrosRA para uma experiência com Realidade Aumentada e posicione sua mão sobre os botões virtuais e o Hexaedro irá rotacionar automaticamente sobre os eixos X, Y e Z.</p>	
<p>22</p>	<p>Inicie o aplicativo    Aponte a câmera    Comece a experiência!</p> <p>23</p>

Fonte: Dados da pesquisa/2019

Ao direcionar a câmera do smartphone, será exibido um hexaedro e três botões virtuais sobre o marcador. Cada botão virtual se refere a um eixo no espaço tridimensional (X, Y e Z). Aqui será apresentado um recurso novo (Ilustração 51) que, ao passar a mão sobre um dos botões virtuais, o hexaedro irá rotacionar sobre o eixo (X, Y, Z) a que faz referência.



**Ilustração 51:** Exibição do hexaedro e dos botões virtuais.



Fonte: Dados da pesquisa/2019

O último tópico desse guia é sobre a Relação de Euler (Ilustração 52).

**Ilustração 52:** Guia sobre Relação de Euler

**Relação de Euler**

A relação de Euler é uma fórmula matemática que relaciona os números de vértices (V), arestas (A) e faces (F) de um poliedro. Aplicamos a fórmula de Euler toda vez que precisamos saber a quantidade de faces, vértices e arestas de um Poliedro de Platão. Essa relação é dada pela seguinte fórmula:

**$V + F = A + 2$**

Onde:  
V é o número de vértices  
A é o número de arestas  
F é o número de faces

Na página seguinte, utilize o aplicativo PoliedrosRA para uma experiência com Realidade Aumentada. Assista a um vídeo com mais detalhes e exemplos da Relação de Euler.

27

**Realidade Aumentada**

Inicie o aplicativo

Aponte a câmera

Comece a experiência!

28

Fonte: Dados da pesquisa/2019

Um novo recurso também estará presente neste tópico. Ao direcionar a câmera do smartphone para o marcador, será exibido um vídeo (Ilustração 53), de aproximadamente 1 minuto, apresentando o filósofo e matemático Euler, explicando as fórmulas e exemplos práticos de cálculos.

**Ilustração 53:** Exibição de vídeo sobre o marcador



Fonte: Dados da pesquisa/2019

## 5.4. Experimentação do produto

Antes de descrever o processo de aplicação e experimentação do produto educacional pelos alunos do PROEJA, vale ressaltar que foram feitos outros dois momentos para testes do produto, com 12 alunos do 9º ano da Escola Municipal Roberto Weguelin de Abreu (Prefeitura de Duque de Caxias) e 150 alunos do 6º e 7º anos do Colégio Pedro II, Campus Centro (Rede Federal de Ensino).

Em ambos os testes, os alunos instalaram o aplicativo, manusearam o Guia de Aprendizagem, utilizaram o aplicativo em conjunto com o guia, testaram todas as funcionalidades e responderam ao questionário (apenas para verificar tempo de preenchimento, entendimento das perguntas, correções ortográficas, etc). Todas as sugestões de melhorias e possíveis erros foram consertados para a aplicação definitiva do produto com os alunos do PROEJA.

### 5.4.1. Primeiro encontro de utilização do Produto Educacional

Ao todo, foram realizados três encontros para experimentação do produto educacional com os alunos do PROEJA. No primeiro encontro de experimentação do produto educacional, os alunos instalaram o aplicativo e tiveram o primeiro contato com o Guia de Aprendizagem. Como o aplicativo ainda não estava disponível na loja de aplicativos do Google (Google Play), foi disponibilizado o arquivo do aplicativo em formato APK, que é o formato de arquivos para instalação de aplicativos disponível para os sistemas operacionais Android, do Google. Foi orientado aos alunos que verificassem o espaço de armazenamento disponível, uma vez que o arquivo do aplicativo tem o tamanho de aproximadamente 60 Megabytes, e após a instalação, o mesmo consome aproximadamente 100 Megabytes de armazenamento.

O pesquisador ingressou no grupo de aplicativos de mensagens da turma (WhatsApp) e enviou o arquivo de duas maneiras. Primeiro, o arquivo foi enviado diretamente no formato APK e em seguida foi enviado o link da pasta compartilhada com o arquivo, caso algum dispositivo tivesse problemas para fazer download. Vale ressaltar que o Colégio Pedro II – Campus Duque de Caxias disponibiliza uma rede de internet sem fio para os alunos, o que facilitou muito, pois alguns não tem plano de dados de internet e, caso contrário, só poderiam baixar o arquivo na rede doméstica ou ter a rede 3G de outro aluno compartilhada.

**Ilustração 54:** Alunos recebendo orientações para instalação do aplicativo



Fonte: Dados da pesquisa/2019

De uma maneira geral, a instalação foi bem-sucedida. Um número reduzido de alunos precisaram de ajuda para instalação e os poucos problemas encontrados foram celulares que tiveram que fazer a instalação baixando o arquivo na pasta compartilhada; pouco espaço de armazenamento no dispositivo para instalação; smartphones com pouca bateria para funcionar e bloqueio na instalação pelo sistema operacional, solicitando a permissão para instalar aplicativos de terceiros. Um aluno possuía o smartphone Iphone, com sistema operacional IOS, e não conseguiu instalar o aplicativo.

Após a instalação do aplicativo, foi disponibilizado para os alunos o Guia de Aprendizagem. O pesquisador projetou uma cópia do guia e foi apresentado alguns elementos importantes como instruções de uso. Em seguida, solicitou que os alunos fizessem uma leitura compartilhada (em duplas) do guia para conhecer o conteúdo e responder a possíveis dúvidas.

### 5.4.2. Segundo encontro de utilização do Produto Educacional

Em nosso segundo encontro de utilização do produto educacional, os alunos puderam pela primeira vez ter a experiência com o aplicativo de realidade aumentada desenvolvido. Neste encontro, os alunos trabalharam os cinco primeiros conteúdos do Guia de Aprendizagem, referente aos cinco poliedros de Platão. Os alunos tiveram a oportunidade de visualizar (Ilustração 55), rotacionar, dimensionar e redimensionar os cinco poliedros por meio do aplicativo de realidade aumentada.

**Ilustração 55:** Aluno visualizando o poliedro hexaedro pelo aplicativo



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Ainda nesta etapa, o professor de Matemática da turma também participou (Ilustração 56), auxiliando os alunos em possíveis dúvidas em relação ao conteúdo abordado de Geometria, enquanto o pesquisador atuou no sentido de auxiliar no uso do produto educacional. Foi possível observar que o professor de Matemática foi pouco solicitado pelos alunos, demonstrando dessa forma que os alunos estavam conseguindo utilizar o produto educacional com autonomia.

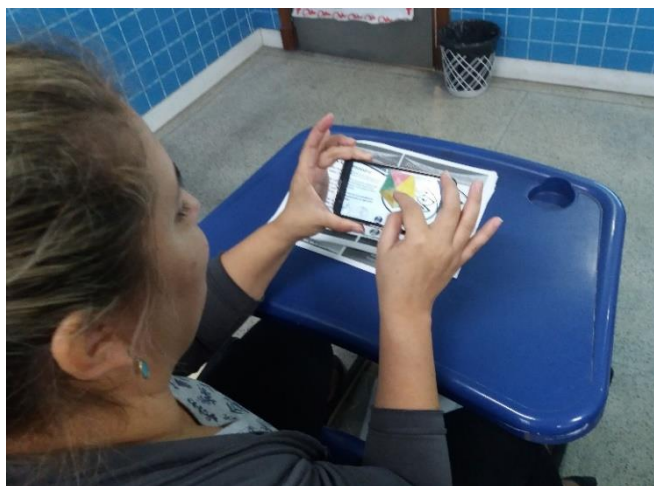
**Ilustração 56:** Professor de matemática auxiliando no conteúdo de geometria



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Os alunos foram orientados a trabalhar em duplas. Primeiro, foi orientado para realizar a leitura do conteúdo no Guia de Aprendizagem e, depois, direcionar a câmera do smartphone, após iniciar o aplicativo, para os marcadores de realidade aumentada no guia. Em seguida, os alunos puderam utilizar as funcionalidades e manipulação dos poliedros (girar, aumentar, diminuir, mover).

**Ilustração 57:** Aluno rotacionando o poliedro icosaedro



Fonte: Dados da pesquisa/2019

No final da aula, foi permitido que os alunos levassem o Guia de Aprendizagem para casa para continuar testando o aplicativo. Assim, os alunos puderam experimentar o produto educacional fora da sala de aula durante uma semana, entre o segundo encontro e o terceiro encontro.

#### **5.4.3. Terceiro encontro de utilização do Produto Educacional**

O terceiro e último encontro de experimentação do produto com os alunos também foi destinado ao preenchimento do questionário B – experimentação e validação do produto. Neste encontro, os alunos realizaram as últimas atividades do Guia de Aprendizagem juntamente com o aplicativo PoliedrosRA. Nessas últimas atividades, os alunos experimentaram novos recursos do aplicativo.

Na atividade de planificação do hexaedro, os alunos deveriam criar possíveis combinações de planificação, discriminadas no Guia de Aprendizagem, a partir da movimentação das figuras planas (quadrado). Na outra atividade, referente ao espaço tridimensional do hexaedro, os alunos utilizaram o recurso de botões virtuais. Nesta atividade, foi exibido sobre o marcador do guia 3 botões virtuais (x, y, z) que, ao posicionar a mão sobre cada um dos botões, o hexaedro girava no sentido de cada um eixo dos três eixos (altura, largura e comprimento) do espaço tridimensional.

**Ilustração 58:** Aluno usando o recurso de exibição de vídeo



Fonte: Dados da pesquisa/2019

A última atividade do produto educacional consistia na visualização de um vídeo explicativo sobre a relação de Euler. Esse também era um recurso novo no aplicativo e os alunos se mostraram bastante animados com a possibilidade de assistir vídeos por meio desta tecnologia. Somente um aluno não conseguiu visualizar o vídeo em seu smartphone da marca LG, por possíveis conflitos entre a tecnologia de realidade aumentada e o aparelho.

**Ilustração 59:** Aluno usando exercício de planificação do hexaedro



Fonte: Dados da pesquisa/2019

Logo após o final da atividade de experimentação do produto, os alunos foram convidados a preencher o questionário B, de experimentação e validação do produto. Por comum entendimento com o professor de matemática e a turma, foi acordado do pesquisador ler todos os itens do questionário para a turma, que acompanhou a leitura, a fim de esclarecer possíveis dúvidas. Após a leitura e esclarecimentos, os alunos preencheram o questionário.

## 6. ANÁLISE À POSTERIORI E VALIDAÇÃO DO PRODUTO

Neste capítulo, apresentamos e analisamos os dados obtidos no “Questionário B - experimentação e validação do produto educacional”. Esse questionário foi respondido pelos 17 alunos do PROEJA que participaram da pesquisa. Alguns dados coletados no “Questionário A - perfil dos alunos e verificação diagnóstica” também foram necessários para o enriquecimento das análises, assim como as hipóteses formuladas e a fundamentação teórica. Na primeira seção, fizemos a análise dos dados coletados nas questões fechadas e, na seção seguinte, abordamos a análise dos dados coletados nas questões abertas.

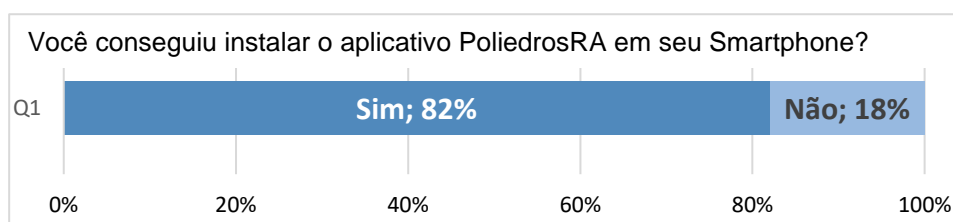
### 6.1. Resultados obtidos e análises das questões fechadas

Os dados obtidos nas questões fechadas foram tabulados numa planilha de cálculo eletrônico do software Excel, tratados em números percentuais e gerados gráficos para auxiliar na análise. Após a tabulação dos dados, foi possível agrupar as respostas em cinco itens: a) instalação do aplicativo; b) possibilidade de uso pedagógico do aplicativo; c) funcionalidades do aplicativo; d) aceitação do Guia de Aprendizagem; e) benefícios e implementação do ambiente de aprendizagem móvel.

#### a) Instalação do aplicativo PoliedrosRA

Para certificar o êxito na instalação do aplicativo PoliedrosRA, pelos alunos Imigrantes Digitais do PROEJA, consideramos as respostas de duas questões (Q1 e Q2). No processo de instalação do aplicativo, verificamos se ocorreu alguma falha ou mau comportamento do aplicativo nos smartphones e também se os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA conseguiram instalar de forma autônoma o aplicativo. Os dados da questão Q1 (Ilustração 60) mostrou que 82% dos alunos conseguiram instalar o aplicativo PoliedrosRA em seus *smartphones*.

**Ilustração 60:** Instalação do aplicativo PoliedroRA



Fonte: Dados do Questionário B

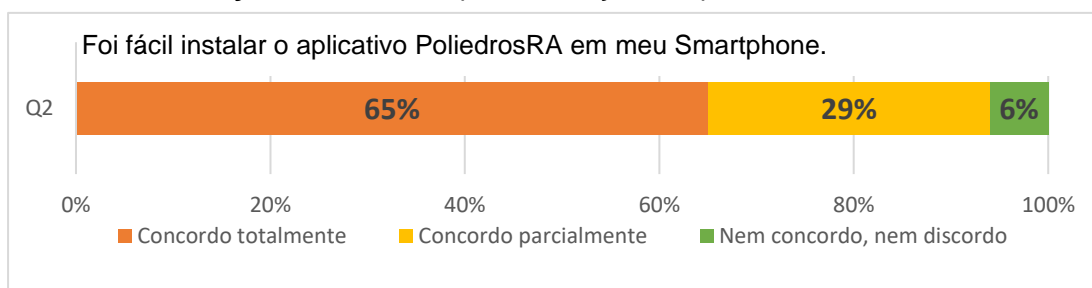
Poucos alunos do PROEJA (18%) não conseguiram instalar o aplicativo em seus *smartphones*. Os problemas relacionados à não instalação do aplicativo foram coletados com base nas observações do pesquisador, durante o encontro de instalação.

Os três motivos identificados, referentes à não instalação do aplicativo PoliedrosRA, foram: (a) bateria com pouca carga (o *smartphone* do aluno estava com a bateria muito baixa e ele estava economizando a carga para realizar chamada, em caso de emergência); (b) falta de memória (o *smartphone* da aluna estava sem espaço de memória e ela preferiu não excluir mídias do seu *smartphone* para liberar espaço para instalação do aplicativo. A aluna sinalizou um valor sentimental das mídias armazenadas e ainda não tinha feito cópias de segurança. Mesmo assim, ela utilizou o aplicativo no *smartphone* do colega de turma); (c) Incompatibilidade de sistema (uma aluna possuía o *smartphone* com sistema operacional *IOS*, e o aplicativo foi desenvolvido para *smartphones* com sistema operacional *Android*).

Apesar dos Imigrantes Digitais terem nascidos antes da popularização e surgimento das tecnologias digitais, e não ter a mesma naturalidade com o uso das tecnologias como os Nativos Digitais conforme afirma Prensky (2001), os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA conseguiram instalar o aplicativo PoliedrosRA em seus dispositivos móveis, uma vez que as falhas relacionadas à instalação não foram do aplicativo, e sim decorrentes de incompatibilidade de sistema (já prevista) e da opção dos alunos em não instalar (bateria com pouca carga e falta de memória).

Na questão Q2 (ilustração 61), necessitamos saber se o aluno Imigrante Digital do PROEJA teve facilidade para instalar o aplicativo. Analisando o resultado, foi possível afirmar que 65% dos alunos concordaram totalmente que tiveram facilidade para instalar o aplicativo PoliedrosRA.

**Ilustração 61:** Facilidade para instalação do aplicativo PoliedrosRA



Fonte: Dados do Questionário B

A respeito desses dados mostrados na ilustração anterior, e com base nas observações do pesquisador, é possível afirmar que os alunos que sinalizaram “concordo parcialmente (29%)” e “nem concordo, nem discordo (6%)” enfrentaram um pouco de



dificuldade pelo fato de terem instalado um aplicativo pela primeira vez de fora da loja oficial de aplicativos (Google Play) da plataforma *Android*.

Vale relembrar que o aplicativo PoliedrosRA ainda não estava publicado na loja de aplicativo online do Google. Desse modo, o aplicativo foi disponibilizado para os alunos, durante a experimentação do produto, por meio de compartilhamento de arquivo no grupo de aplicativo de mensagens Whatsapp. O processo de instalação do aplicativo PoliedrosRA, exigiu de alguns smartphones uma configuração para aceitar instalação de aplicativos de fontes desconhecidas. Na maioria dos *smartphones* não foi solicitada essa autorização no processo de instalação, o que ocorreu de forma automática. Assim, em poucos *smartphones*, foi necessário realizar o procedimento para autorização de instalação de forma manual.

Observar esse procedimento foi de considerável relevância, pois nos ambientes educacionais sem internet ou quando os alunos não possuem plano de internet móvel, o professor poderá disponibilizar o aplicativo por meio de bluetooth (rede sem fio pessoal, de curta distância, que permite a conexão e troca de arquivos entre *smartphones*), uma vez que todos os *smartphones* possui esse recurso, e a instalação terá que ser feita da mesma maneira que ocorreu nessa pesquisa.

#### **b) Possibilidade de uso pedagógico do aplicativo PoliedrosRA**

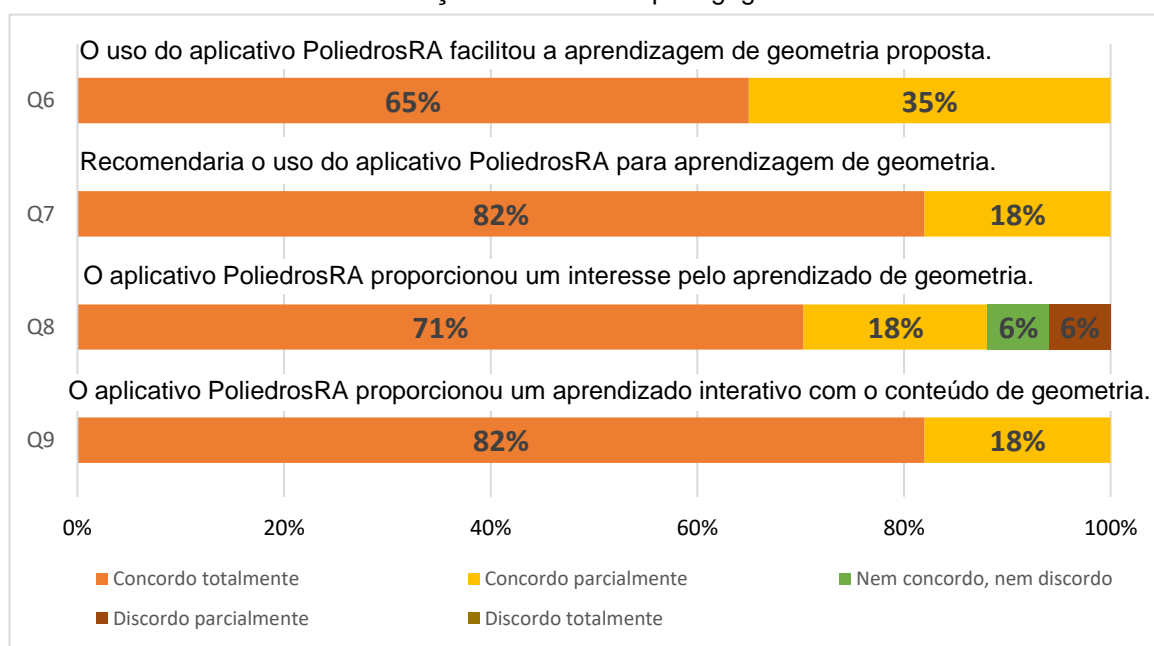
A fim de evidenciar a possibilidade de uso pedagógico do aplicativo PoliedrosRA, foram consideradas quatro questões fechadas (ilustração 62) do “Questionário B”, nas quais, a partir da observação da frequência e ordem das respostas, foi possível determinar indícios de aprendizagem nos conteúdos de Poliedros de Platão.

Na questão Q6, 65% dos alunos concordaram totalmente que o aplicativo facilitou a aprendizagem. Retomando alguns dados coletados na fase de análise a priori, os alunos obtiveram uma certa dificuldade para reconhecer e identificar figuras geométricas espaciais, como cilindro, pirâmide, cone e esfera. Ainda nos dados coletados na análise à priori, os alunos também tiveram uma considerável quantidade de erros para identificar e reconhecer faces, arestas e vértices. Após o uso do aplicativo, os alunos do PROEJA responderam que o aplicativo facilitou a aprendizagem de geometria.

Sobre o fato de recomendar o uso do aplicativo PoliedrosRA, na questão Q7, 82% dos alunos concordaram totalmente que recomendariam o aplicativo para aprendizagem de geometria. O fato de um aluno Imigrante Digital PROEJA recomendar o uso do aplicativo PoliedrosRA para outros alunos do PROEJA, tem uma relevância muito significativa, uma vez que o aplicativo já foi avaliado por Imigrantes Digitais e o professor saberá que é possível usar o aplicativo com outros alunos Imigrantes Digitais.

Na questão Q8, 71% dos alunos concordaram totalmente que o aplicativo proporcionou um interesse pelo aprendizado de Poliedros de Platão. Um dos inúmeros desafios do PROEJA, a serem superados, é a falta de motivação para continuar estudando (MOREIRA, 2012 *apud* MARCUS, 2016, p. 15). Utilizar um aplicativo como o PoliedrosRA, conforme demonstrado na coleta de dados, pode proporcionar um interesse pelo aprendizado de Geometria e contribuir, mesmo que de forma modesta, para superar as dificuldades encontrados pelo público do PROEJA.

**Ilustração 62:** Potencial pedagógico



Fonte: Dados do Questionário B

Um dos elementos essenciais para a criação de um ambiente de realidade aumentada é a possibilidade de interação, em tempo real, entre elementos reais e virtuais (TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006). Essa interação é o que tem feito diversas empresas adotarem essa tecnologia. Considerar o uso dessa interação para o aprendizado pode ter um ganho significativo para os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA. O aplicativo PoliedrosRA tem essa característica de aprendizagem interativa, conforme mostra o resultado da questão Q9, pois 82% dos alunos concordam totalmente que o aplicativo proporcionou um aprendizado interativo. A aprendizagem de Poliedros de Platão, por meio de quadro branco ou exibição de vídeo, ainda não permite uma interação dos alunos com o objeto de aprendizagem.

Os resultados mostraram que o aplicativo facilitou a aprendizagem de geometria, proporcionando um interesse pelo aprendizado, por meio de uma experiência educativa (TEIXEIRA, 2010) e elaborando novos conhecimentos a partir dessa experiência (GASQUE, 2008). Este aplicativo apresentou ainda solução para as dificuldades

relacionadas à visualização de imagens tridimensionais, falta de material concreto para manipulação pelos alunos e uma maior interação em tempo real com os poliedros de Platão.

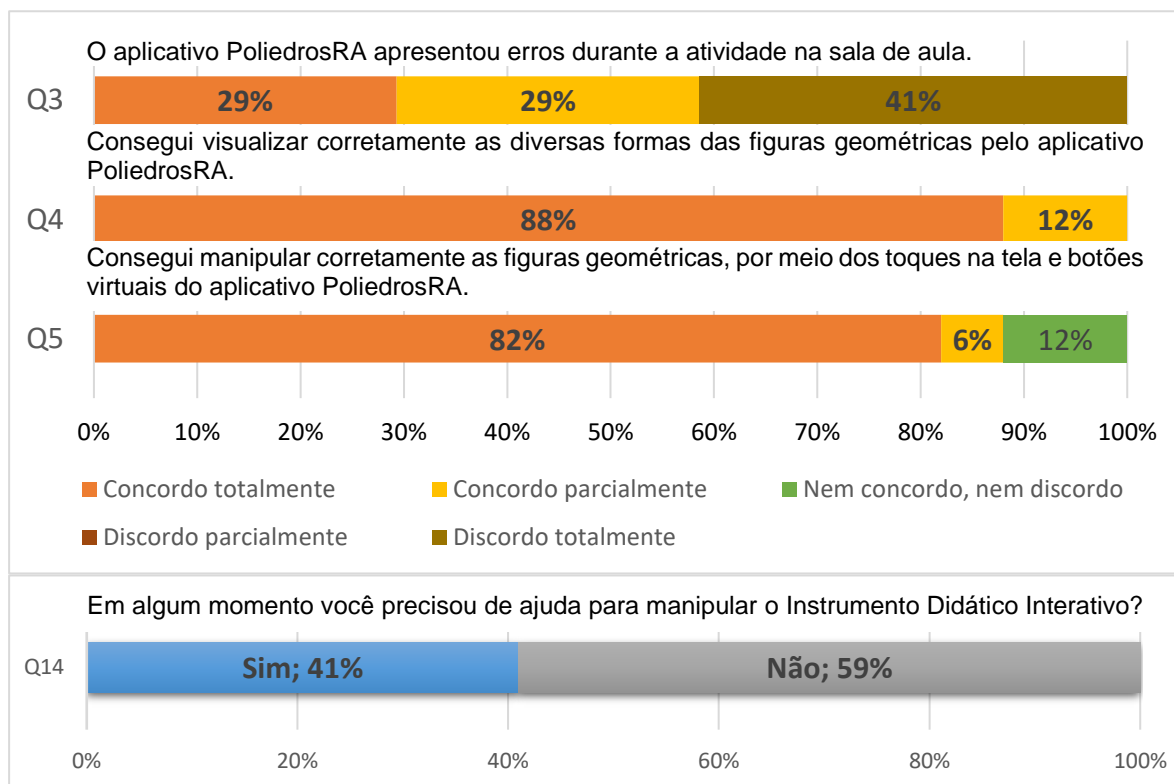
Os dados coletados e análise do item “possibilidade de uso pedagógico do aplicativo”, nos permite concluir que a primeira hipótese formulada, ou seja, o aplicativo de smartphone baseado em tecnologia de realidade aumentada favorece o ensino e aprendizagem de geometria, foi validada.

### **c) Funcionalidades do aplicativo PoliedrosRA**

O uso do aplicativo PoliedrosRA, pelos alunos Imigrantes Digitais do PROEJA, foi necessário para verificar se o aplicativo realizava, de forma satisfatória, as quatro tarefas básica dos sistemas de realidade aumentada ou se apresentava falhas nas funcionalidades. Para Alkhamisi e Monowar (2013), os sistemas de realidade aumentada necessitam realizar quatro tarefas: captura de cena, identificação de cena, processamento de cena e visualização de cena aumentada. Além das tarefas descritas anteriormente, o aplicativo PoliedrosRA possui algumas funcionalidades, como botões virtuais, manipulação dos poliedros de Platão por meio de toques com os dedos (transladar, rotacionar e aumentar e diminuir poliedros) e recurso de exibição de vídeo.

Neste item, também foi preciso verificar se o aplicativo estava combinando corretamente objetos reais e virtuais no ambiente real do aluno, funcionando de forma interativa e em tempo real, como deve ser os sistemas de realidade aumentada descritos por Azuma (2001). A fim de validar todos esses elementos descritos acima, foram utilizadas quatro questões fechadas do questionário (ilustração 63).

Os dados obtidos na questão Q3 mostraram que 41% dos alunos discordaram totalmente que o aplicativo apresentou erros durante a atividade, 29% concordaram parcialmente que o aplicativo apresentou erros e outros 29% dos alunos concordaram totalmente que o aplicativo apresentou erros. Em relação aos erros sinalizados pelos alunos, e também baseado nas observações do pesquisador durante a experimentação do produto, foi possível identificar um erro relacionado à tarefa de visualização de cena aumentada (um smartphone da marca LG não exibiu o vídeo), um erro relacionado à tarefa de captura de cena (após reiniciar o smartphone, o aplicativo funcionou normalmente) e dois erros relacionados à funcionalidade de manipular o aplicativo (dois alunos demoram a entender que para girar o poliedros seria necessário girar os dois dedos ao mesmo tempo em qualquer sentido horário ou anti-horário).

**Ilustração 63:** Funcionalidades do aplicativo PoliedrosRA

Fonte: Dados do Questionário B

A visualização correta das formas dos poliedros de Platão, assim como as funcionalidades de manipulação dos poliedros foram imprescindíveis para validar o produto educacional. Para Tori e Kirner (2006), na operação de manipulação de um objeto virtual, os usuários podem alterar a posição (rotação e translação) ou características dos objetos virtuais. Os dados obtidos na questão Q4 mostraram que 88% dos alunos do PROEJA concordaram totalmente que conseguiram visualizar corretamente as diversas formas geométricas, e na questão Q5, 82% dos alunos concordaram totalmente que conseguiram manipular corretamente as figuras geométricas por meio dos toques na tela nos botões virtuais.

Sobre a ajuda para manipular o aplicativo e o Guia de Aprendizagem (questão Q14), 59% dos alunos não precisaram, em nenhum momento, de ajuda e conseguiram realizar as atividades de forma autônoma. Caso os alunos sinalizassem que precisaram de algum tipo de ajuda para manipular o aplicativo ou o guia, eles deveriam escrever em que momento solicitaram ajuda. No total, sete alunos do PROEJA disseram que precisaram de ajuda e foram identificados pela sigla AP (Aluno Proeja) nas respostas. Analisando as respostas, foi possível perceber que três alunos escreveram sobre aspectos relacionados à instalação do aplicativo e download do aplicativo, e não sobre a ajuda para manipular o aplicativo ou o guia.

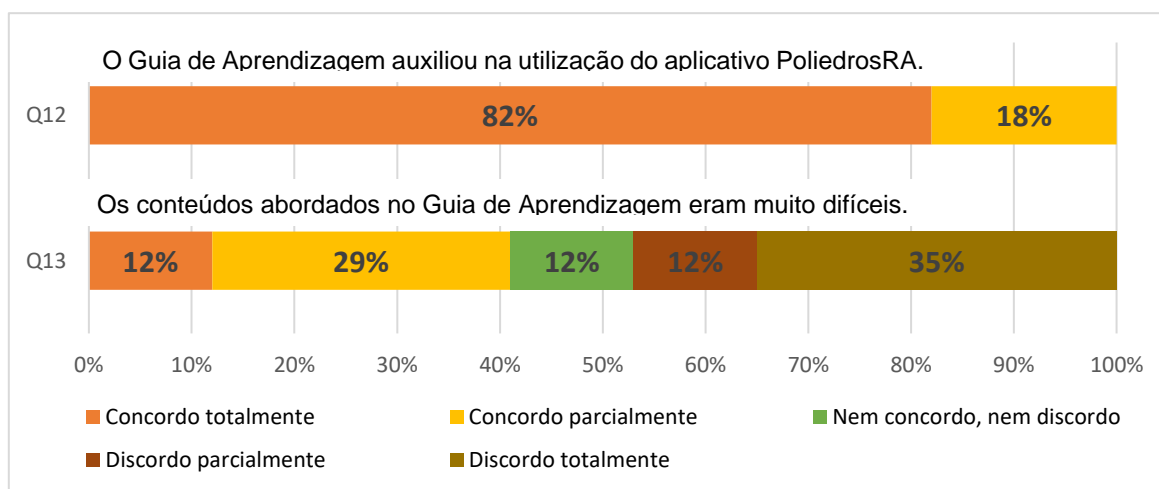
O aluno AP1 disse que “No momento da instalação não consegui com a primeira opção de instalação, mas com o auxílio do professor Alex eu consegui instalar o aplicativo e utilizar”. Já o aluno AP5 disse que “Com a ajuda do professor eu consegui baixar o aplicativo e foi muito bom”, e o aluno AP7 relatou “Sim, até porque eu não consegui instalar no meu celular, mas usei com um colega da turma.”.

Desse modo, o correto é afirmar que apenas quatro alunos, dos 17 que participaram, necessitaram de ajuda para manipular o aplicativo ou o Guia de Aprendizagem. O aluno AP1 teve dificuldade para posicionar a câmera do *smartphone* na posição horizontal, conforme orientação escrita no Guia de Aprendizagem. Após esclarecimento do pesquisador, o aluno procedeu da maneira correta. O aluno AP3 teve dificuldade para tocar corretamente com os dedos na tela do *smartphone* e manipular as figuras virtuais. Isso porque cada tipo de funcionalidade (transladar, rotacionar e escalonar) exige um posicionamento diferente dos dedos na tela do dispositivo. O movimento de rotação de imagens com os dedos não é muito comum no cotidiano dos usuários de *smartphones*, e este aluno em especial, após orientações do professor, conseguiu executar corretamente o movimento.

Após essas análises, foi possível validar a segunda hipótese formulada, na fase de análise a priori, ou seja, a visualização e manipulação de objetos virtuais geométricos em três dimensões, por meio do aplicativo, produz um excelente ambiente de aprendizagem em geometria.

#### **d) Aceitação do Guia de Aprendizagem**

O Guia de Aprendizagem possui três funções no Produto Educacional Instrumento Didático Interativo. Primeiro, fornece explicações sobre os conteúdos relacionados aos Poliedros de Platão. Dessa maneira, o aluno tem um material impresso para estudar os conteúdos de poliedros de Platão, mesmo sem o aplicativo. Segundo, oferece orientações de como usar o aplicativo PolidrosRA e, terceiro, oferece suporte ao aplicativo com os marcadores de realidade aumentada. No “Questionário B” foram utilizadas duas questões fechadas para verificar a aceitação do Guia de Aprendizagem pelos alunos. Na questão Q12, 82% dos alunos (ilustração 64) concordaram totalmente que o Guia de Aprendizagem auxiliou na utilização do aplicativo.

**Ilustração 64:** Guia de Aprendizagem

Fonte: Dados do Questionário B

Para Prensky (2001, 2010), os Imigrantes Digitais possuem um “pé no passado” ou “sotaque”, que os mantêm com algumas características, como preferir o meio físico e analógico (papel) ao meio digital. Além disso, os trabalhos relacionados de Reis e Kirner (2010) evidenciam a necessidade de se ter um material impresso para apoio ao uso de sistemas de realidade aumentada.

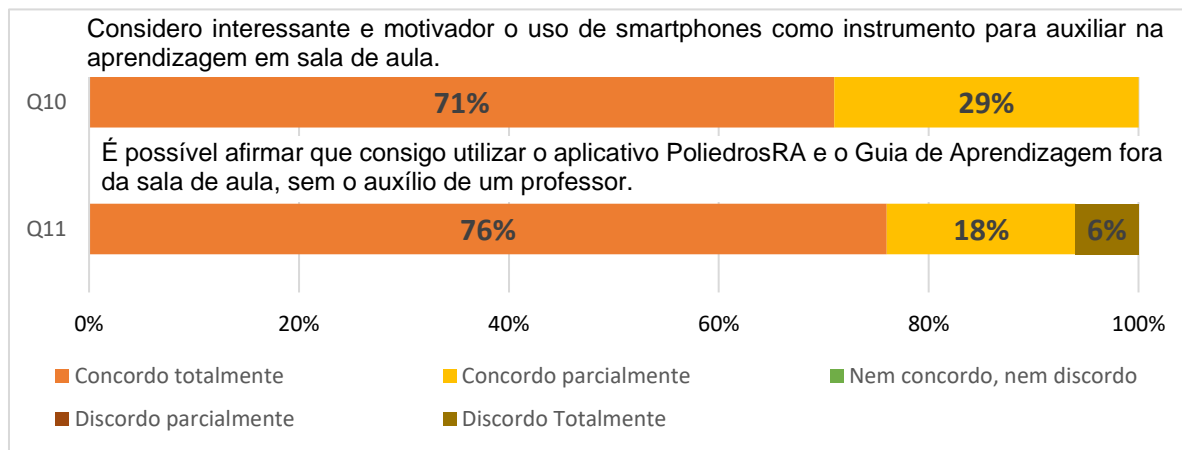
Sobre o nível de dificuldade do conteúdo de geometria (questão Q13), presente no guia, 35% dos alunos discordaram totalmente que o conteúdo era muito difícil, 12% dos alunos discordaram parcialmente e outros 12% dos alunos não concordaram e nem discordaram que era difícil. Era importante saber esse nível de dificuldade do conteúdo de poliedros de Platão pois caso os alunos indicassem que o conteúdo fosse muito difícil, muito provavelmente os alunos do PROEJA não iriam aceitar o produto.

### e) Benefícios e implementação do ambiente de aprendizagem móvel

A aprendizagem móvel, definida pela Unesco (2013) como sendo o envolvimento do uso de tecnologias móveis a fim de permitir a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar, inclui também 13 benefícios particulares. Com os dados obtidos nas questões Q10 e Q11 (ilustração 65) é possível afirmar que o uso do aplicativo PoliedrosRA contribuiu para reafirmar dois benefícios da aprendizagem móvel. O benefício “permitir a aprendizagem a qualquer hora, em qualquer lugar” pode ser confirmado na questão Q10, uma vez que 71% dos alunos consideraram interessante e motivador o uso de *smartphones* como instrumento para auxiliar na aprendizagem. O benefício “apoiar a aprendizagem fora da sala de aula” pode ser constatado na questão

Q11, pois 76% dos alunos conseguiram utilizar o aplicativo e o Guia de Aprendizagem fora da sala de aula, sem o auxílio do professor.

**Ilustração 65:** Aprendizagem móvel



Fonte: Dados do Questionário B

Ainda foi possível identificar mais três benefícios da aprendizagem móvel, por meio do uso do aplicativo PoliedrosRA, pelos alunos Imigrantes Digitais do PROEJA. Na questão Q6 (ilustração 62), foi possível identificar o benefício “facilitar a aprendizagem individualizada”, uma vez que 65% dos alunos concordaram totalmente que o aplicativo PoliedrosRA facilitou a aprendizagem. Baseado nas observações do pesquisador, foi possível identificar os benefícios “fornece retorno e avaliação imediatos”, uma vez que os alunos conseguiram ver em tempo real os poliedros de Platão e ter um retorno imediato das atividades propostas, e “assegurar o uso produtivo do tempo em sala de aula”, pois os alunos usaram o produto educacional fora da sala da aula e o professor teve a possibilidade de tirar as dúvidas dos alunos, reforçar um conteúdo ou priorizar atividades práticas.

Vale ressaltar que os dados obtidos na fase de análise a priori, referente ao “Questionário A”, também permitiu identificar um cenário favorável para a implementação de um ambiente de aprendizagem móvel para os Imigrantes Digitais. Esses dados mostraram que somente um aluno da turma não possuía *smartphone*, alguns alunos já usaram mais de 3 vezes o *smartphone* em atividades pedagógicas dirigidas pelo professor, mais da metade dos alunos costuma utilizar o *smartphone* para aprendizagem fora da sala de aula e quase metade dos alunos já ouviu falar em tecnologia de realidade aumentada. De uma maneira geral os dados obtidos foram muito positivos.

Apresentamos na próxima seção, os resultados da coleta de dados e as análises referentes às questões abertas.

## 6.2. Análise da experiência dos alunos do PROEJA no uso do Produto Educacional

A fim de compreender como foi a experiência dos alunos Imigrantes Digitais do PROEJA na utilização do Produto Educacional Instrumento Didático Interativo, e de que modo essa experiência contribuiu para verificar outros elementos desta pesquisa, foram propostas duas questões abertas neste questionário B (quadro 09). Os alunos foram identificados pelo pesquisador pela sigla AP (Aluno PROEJA), seguido do número do questionário (exemplo: AP1, AP2, AP3). A primeira questão Q15 se referiu ao uso do aplicativo PoliedrosRA, e a segunda questão Q16 abordou o uso do Guia de Aprendizagem.

**Quadro 09:** Questões abertas

Nº Questão	Questão
<b>Q15</b>	Escreva como foi a sua experiência com a utilização do Aplicativo.
<b>Q16</b>	Escreva como foi a sua experiência com a utilização do Guia de Aprendizagem.

Fonte: questionário B

Com o suporte do *software* IRAMUTEQ, conseguimos obter estatísticas, por meio da lematização, das palavras mais utilizadas nessas duas questões abertas. As respostas dos alunos do PROEJA foram digitadas no *software* de edição de textos OpenOffice Writer, e o arquivo com as informações textuais foram inseridas no *software* IRAMUTEQ a fim de que este último gerasse as estatísticas e gráficos, conforme mostrados a seguir.

**Ilustração 66:** Lematização das palavras

formes	eff
	eff 
muito	17
bom	11
facil	11
aplicativo	10
bem	8
guia	7
interessante	6
experiencia	6
gostar	6
forma	5
achar	4
esperar	3
didatico	3
entender	3
aprender	3
porque	3

Fonte: Dados do Questionário B



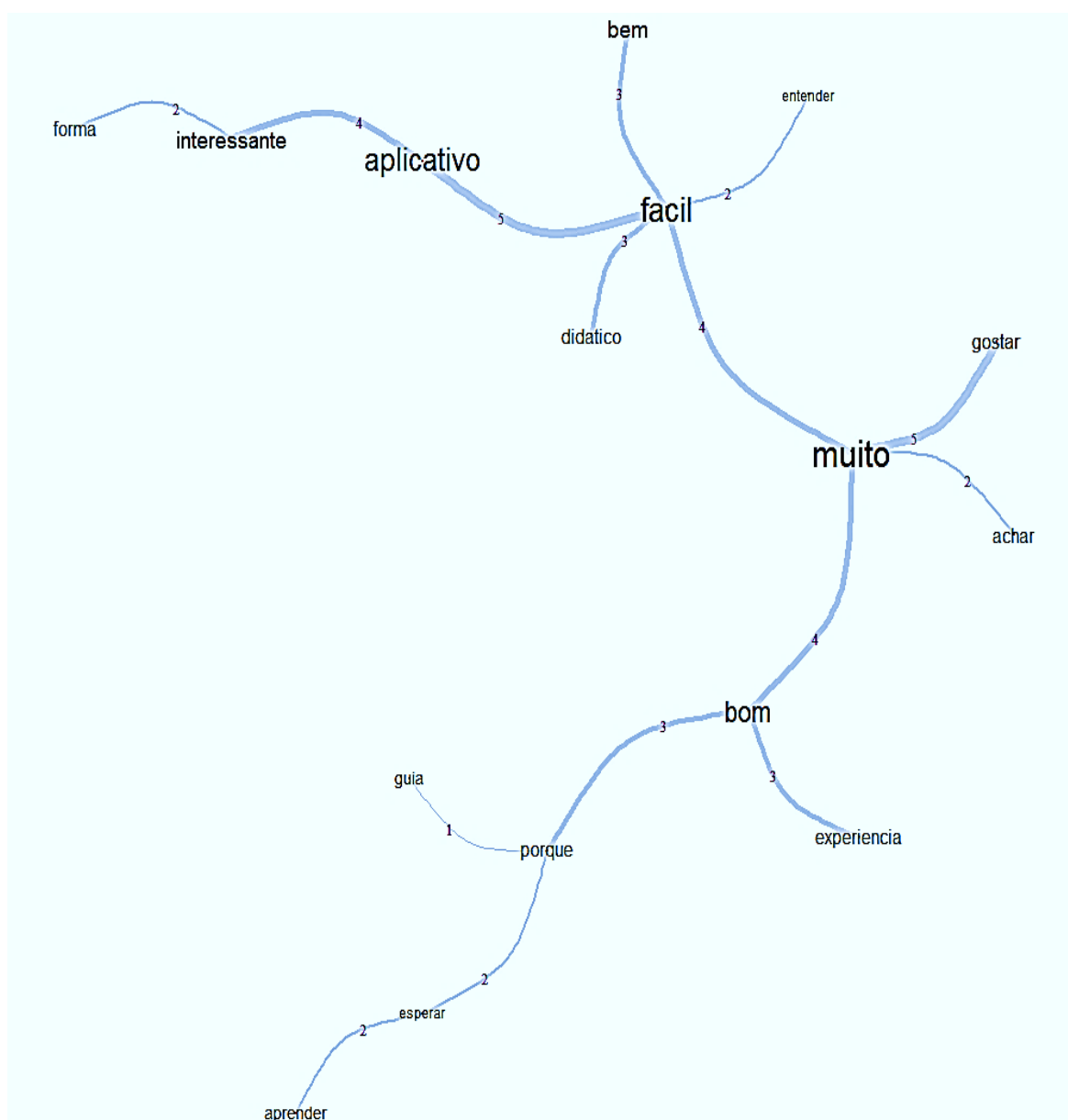
Podemos perceber que as palavras ditas com mais frequência nas repostas dessas duas questões abertas foram “muito”, “bom”, “fácil”, “aplicativo” e “bem”. O gráfico baseado em nuvem de palavras possibilitou uma rápida visualização das palavras utilizadas com maiores índices de frequências. Essas palavras tiveram destaques mais perto do centro do gráfico e foram geradas com fonte maiores.

**Ilustração 67:** Nuvem de palavras



Fonte: Dados do Questionário B

Os dados coletados nas duas questões abertas permitiram também, a partir da identificação das ocorrências entre as palavras, realizar uma análise e entender a estrutura de construção das respostas e os temas de relativa importância. Com o gráfico de análise de similitude mostrado na ilustração a seguir, gerado pelo *software* IRAMUTEQ, conseguimos associar as palavras e compor as seguintes frases que permitem uma avaliação positiva do produto educacional: “aplicativo fácil”, “aplicativo muito bom”, “aplicativo interessante”, “muito boa a experiência”, “fácil de aprender” “espero aprender”, “gostei muito”, “achei muito interessante”.

**Ilustração 68:** Análise de similitude

Fonte: Dados do Questionário B

Após a leitura de todas as respostas coletadas, foi possível identificar as principais ideias contidas nas respostas. Podemos perceber que essas ideias, mostradas no quadro a seguir, foram muito positivas e demonstraram o quanto os alunos do PROEJA ficaram satisfeitos com o Produto Educacional Instrumento Didático Interativo.

**Quadro 10:** Principais ideias contidas nas respostas dos alunos

Nº Questão	Principais dados
<b>Q15:</b> experiência no uso do aplicativo	Muito interessante Forma diferente e interessante de aprendizagem Mexe com a curiosidade Ajudou muito na aprendizagem de Geometria Divertido Fácil de manusear Super interessante Parecia mágica Aprendizado de maneira fácil e versátil Incrível Aprendemos algo muito bom Surpresa Novidade Muito didático
<b>Q16: Experiência no uso do Guia</b>	Fácil de entender e usar Esclarecedor e bem explicado Aprendizado de algo bom Manuseio fácil Autoexplicativo e informativo Bem didático Orientou na utilização do aplicativo Bastante interessante Complementou o uso do aplicativo

Fonte: questionário B

Após a elaboração do quadro anterior, foi possível realizar um agrupamento constituído por vocabulário homogêneo (quadro 11) com vistas a melhor realizar o tratamento dos resultados. Na questão Q15, referente à experiência dos alunos Imigrantes Digitais do PROEJA no uso do aplicativo PoliedrosRA, as principais ideias contidas nestas respostas permitiram realizar três agrupamentos de palavras: (a) fascinação e novidade, (b) interessante e aprendizagem e (c) facilidade de uso. Em relação à questão Q16, referente à experiência dos alunos Imigrantes Digitais do Proeja no uso do Guia de Aprendizagem, foi possível realizar dois agrupamentos: (a) conteúdo didático e (b) suporte ao aplicativo, conforme descrito no quadro a seguir.

**Quadro 11:** Agrupamento dos vocabulários homogêneos

Nº Questão	Agrupamentos
<b>Q15</b>	(a) Fascinação e novidade (b) Interessante e aprendizagem (c) Facilidade de uso
<b>Q16</b>	(a) Conteúdo Didático (b) Suporte ao aplicativo

Fonte: questionário B

- **Fascinação e novidade**

Os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA demonstraram fascínio e compreenderam como uma novidade a experiência com uso do aplicativo PoliedrosRA, conforme demonstrado a seguir:

Foi incrível. Pareceria mágica ilusionista. Pode ver quase a ilustração geométrica na palma das minhas mãos. (AP6)

Para Prensky (2001), os Imigrantes Digitais, em algum momento de suas vidas, ficaram fascinados pelas tecnologias e passaram a adotá-las. Esse fascínio e predisposição em adotar a tecnologia de realidade aumentada ficou evidente em algumas respostas.

Foi uma experiência divertida. (AP9)  
A experiência foi uma surpresa, que eu não esperava que via-se (*sic*) tão bom, até porque aprendemos algo muito bom, que no presente espero que todos venha (*sic*) gostar. (AP10)

Ao relatarem “experiência divertida” e “surpresa”, os alunos Imigrantes Digitais parecem revelar o encantamento não só pelos recursos de realidade aumentada do aplicativo PoliedrosRA, mas também pelo aprendizado de Poliedros de Platão suportado pelo uso do aplicativo, o que evidencia a possibilidade pedagógica e o benefício da aprendizagem móvel. O aluno AP2 gostou tanto da novidade que mostrou o aplicativo para outras pessoas fora do colégio.

Foi ótimo. Todo mundo que eu mostrei gostou muito. Achou muito legal. (AP2)  
Foi uma novidade ótima pois eu não imaginava que poderia ser (*sic*) manipulado os polígonos dessa maneira. (AP12)

O aluno AP12 relatou que não esperava manipular os poliedros pelo smartphone. Isso demonstra também o fascínio e novidade pelo uso do aplicativo. A sensibilidade nas ponta dos dedos, os recursos de mover, girar, aumentar e diminuir os poliedros encantaram o aluno, pois ele teve essa liberdade para manipular o poliedro de Platão, como se tivesse realmente tocando esses sólidos.

- **Interessante e aprendizagem**

Alguns alunos do PROEJA consideraram o aplicativo interessante e disseram que o seu uso favoreceu a aprendizagem de poliedros de Platão proposta.

É um aplicativo diferente para mim, achei superinteressante e recomendo para ser usado durante as aulas. Fácil de ser usado. (AP5)

Foi legal. Uma forma diferente e interessante (sic) de aprendizagem, onde mexe com a nossa curiosidade. (AP3)

Foi uma experiência muito interessante principalmente por ser o primeiro contato com o aplicativo de R.A. (AP1)

Foi excelente, aprendi de maneira bem fácil e versátil. (AP8)

Achei interessante, um aplicativo que ajuda muito na aprendizagem sobre geometria. (AP4)

O conteúdo de Geometria é pouco ensinado na educação básica e os alunos apresentam bastante dificuldade (PAVANELLO, 2004; SOUZA; BULOS, 2011). Oferecer aos alunos Imigrantes Digitais uma ferramenta como esse aplicativo, pode auxiliar a enfrentar as dificuldades e barreiras apresentadas na aprendizagem de Geometria. A partir do momento que os alunos consideram interessante o uso desse aplicativo e enxergam a possibilidade de aprendizagem, os professores de matemática possuem também mais um recurso de ensino e aprendizagem desse conteúdo. Vale ressaltar que os alunos consideraram didático o uso do aplicativo e, mais do que isso, conseguiram associar aprendizagem, didático e diversão.

Foi muito interessante e divertida. Muito didático. (AP13)

Aprender de uma forma divertida pode estar começando a fazer parte da educação dos Imigrantes Digitais, pelo menos em relação ao uso de realidade aumentada. Nesse caso, temos um contraponto ao que descreve Prensky (2001), ao afirmar que “os Imigrantes Digitais acham que a aprendizagem não pode (ou não deveria) ser divertida” (PRENSKY, 2001, p. 3).

- **Facilidade de uso**

Os alunos imigrantes digitais também relataram que tiveram facilidade para usar o aplicativo PoliedrosRA. Para Prensky (2001, 2010), os Imigrantes Digitais preferem ler o manual ao deixar que o próprio dispositivo ensine-o na prática. No entanto, nos dados coletados por meio do questionário e nas observações do pesquisador, foi possível perceber que os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA preferiram aprender a utilizar o aplicativo na prática, investigando ou interagindo com o colega.

O aplicativo é bem fácil de manusear. (AP11)

Foi muito boa (sic) o material. Muito bom de usar. (AP7)

Boa, fácil de lidar. (AP14)

Os dados coletados confirmam que os alunos Imigrantes Digitais conseguiram utilizar a tecnologia de realidade aumentada sem dificuldades, da mesma maneira que os Nativos Digitais. Apesar de Prensky (2001, 2010) apontar que os Imigrantes Digitais

possuem certa dificuldade na relação e uso das tecnologias, houve indícios que contrapõem essa afirmação, em se tratando do uso específico da realidade aumentada.

Além disso, não foi preciso nenhum treinamento prévio para usar o aplicativo e o Guia de Aprendizagem, confirmando o que diz Tori, Kirner e Siscouto (2006). Esses autores entendem que não é necessário a utilização de recursos complexos e nem a necessidade de adaptação e treinamento para a sua utilização. Assim, a hipótese de que os alunos Imigrantes Digitais do PROEJA conseguem utilizar facilmente o aplicativo desenvolvido, sem necessidade de adaptação ou treinamento, pode ser validada também.

- **Conteúdo didático**

Em relação à experiência dos alunos do PROEJA no uso do Guia de Aprendizagem, o resultado foi agrupado em conteúdo didático e suporte ao usuário. Sobre o agrupamento conteúdo didático, os alunos gostaram do design e escrita do guia, consideram bem explicado e compreensível.

Bem compreensiva de entender. Fácil de entender. (AP1)

Achei o guia bem explicado, bem claro e esclarecedor (AP3).

A minha experiência foi muito boa, porque eu aprendi algo muito bom, espero que meus amigos tenham gostado como eu gostei. (AP4)

O guia foi auto explicativo e bem informativo demonstra de forma bem clara. (AP6)

O Guia foi muito didático, tem muito detalhe fácil de entender. (AP7)

Boa, desenhos e leituras bem visível. (AP15)

Podemos perceber também que os alunos aprenderam sobre o conteúdo de poliedros de Platão por meio do uso do Guia de Aprendizagem. E o mais interessante foi ter encontrado a palavra didático, mostrando que o guia está bem organizado nos conteúdos e bem claro nas explicações.

- **Suporte ao aplicativo**

Sobre o agrupamento suporte ao aplicativo, algumas respostas demonstraram que o guia conseguiu oferecer suporte ao uso do aplicativo PoliedrosRA.

Eu gostei, foi muito fácil o manuseio. (AP5)

O guia orientou de forma fácil, a posicionar a câmera e a colocar os objetos em tamanho maior ou menor, a contar os lados, os vértices, etc. (AP8)

O guia ajudou muito a usar o aplicativo, super didático e fácil de interpretar. (AP9)

Ajuda muito no uso do aplicativo e é fácil de ler e usar. Gostei bastante. (AP10)

Foi boa demais pq (sic) sem a utilização do guia eu não ia conseguir mecher (sic) no aplicativo PoliedrosRA. (AP12)

Foi fácil e complementou o aplicativo deixando mais fácil a utilização e ficou didático. (AP13)

Desse modo, o Guia de Aprendizagem cumpriu o seu papel de fornecer explicação sobre os conteúdos relacionados aos Poliedros de Plantão, propiciar orientações de como usar do aplicativo PolidrosRA e oferecer suporte ao aplicativo com os marcadores de realidade aumentada. Esses dados coletados nos diversos agrupamentos ofereceram subsídios para validar a última hipótese da pesquisa, isto é, o produto educacional elaborado possibilita um ambiente de aprendizagem de fácil implementação.

## 7. CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como principal objetivo investigar as implicações do uso da tecnologia de realidade aumentada para a aprendizagem de geometria pelos alunos Imigrantes Digitais do PROEJA e, como embasamento metodológico para a condução desta investigação, adotamos a metodologia da Engenharia Didática. O primeiro objetivo específico foi desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis, baseado em tecnologia de realidade aumentada, e o segundo objetivo específico foi propor atividades pedagógicas para auxiliar na aprendizagem de geometria. A conclusão desses dois objetivos específicos originou um produto educacional, denominado Instrumento Didático Interativo, constituído de um aplicativo para *smartphones*, baseado em tecnologia de realidade aumentada, e um Guia de Aprendizagem, para auxiliar nas atividades de Geometria.

O terceiro objetivo específico foi avaliar as implicações no processo de implementação da tecnologia de realidade aumentada no ensino e na aprendizagem de geometria. Após o uso do produto educacional, os alunos responderam um questionário de experimentação e validação do produto. Os dados coletados e as observações do pesquisador nos fizeram retomar a pergunta de partida desta pesquisa: como a tecnologia de realidade aumentada contribui para a aprendizagem de geometria dos alunos Imigrantes Digitais? Diante disso, conseguimos encontrar alguns elementos para responder à referida pergunta de partida.

A tecnologia de realidade aumentada favoreceu a criação de um ambiente de aprendizagem móvel, podendo ser utilizada pelos alunos Imigrantes Digitais sem dificuldades. Da mesma maneira, a tecnologia de realidade aumentada produziu um ambiente facilitador, interessante e interativo, com potencial pedagógico para a aprendizagem de geometria. Houve indícios também de que a realidade aumentada requer procedimentos metodológicos e infraestrutura tecnológica simples para dinamizar uma aula sobre poliedros de Platão.

Este produto educacional foi implementado na prática pedagógica de forma simples. Ao todo foram utilizados três encontros de 80 minutos. Os alunos Imigrantes Digitais conseguiram instalar o aplicativo facilmente e de forma autônoma. O aplicativo PoliedrosRA não necessita de internet (pode ser disponibilizado e compartilhado pelos alunos via bluetooth), e o Guia de Aprendizagem pode ser impresso exibido em telas de computadores nos laboratórios ou mesmo em projetores na sala de aula. Não foi preciso nenhum tipo de treinamento prévio para uso do aplicativo de realidade aumentada e não foi necessária a utilização de recursos complexos.



Como última constatação, foi possível perceber, tanto pelas observações do pesquisador, quanto pelos dados coletados, que os Imigrantes Digitais, alunos da educação básica, estão mudando em relação ao uso das tecnologias. Aquelas características dos Imigrantes Digitais, descritas por Prensky, podem estar se alterando. Os Imigrantes Digitais usam bastante a internet para realizar pesquisas, se comunicam por meio de aplicativos de mensagens, utilizam as redes sociais com mais frequência e ainda continuam fascinados com as tecnologias digitais. Apesar de oferecermos um Guia de Aprendizagem que orienta como utilizar o aplicativo PoliedrosRA, os alunos Imigrantes Digitais parecem que estão, assim como os Nativos Digitais, deixando que o próprio aplicativo ensine-os a utilizá-lo. Para Prensky, os Imigrantes Digitais preferem aprender a utilizar um determinado equipamento lendo primeiro o manual. Os alunos Imigrantes Digitais ainda não se aproximam dos Nativos Digitais, mas acreditamos que com a popularização das tecnologias digitais, os alunos Imigrantes Digitais já não têm tantas dificuldades no uso das tecnologias, mas continuam fascinados com elas.

Por fim, esta pesquisa tornou-se essencial para a compreensão das relações entre realidade aumentada, aprendizagem de Geometria e Imigrantes Digitais. Foi possível identificar e destacar novos elementos que contribuem para produzir novas descobertas e narrativas sobre esse tema, apesar de não expressar na sua totalidade. Assim, consideramos ainda um longo caminho a percorrer e, uma vez que não esgotamos um assunto significativo e relevante para a educação.

## REFERÊNCIAS

ALKHAMISI, Abrar Omar; MONOWAR, Muhammad Mostafa. Rise of Augmented Reality: Current and Future Application Areas. **International Journal of Internet and Distributed Systems**. p. 25-34. 2013.

ALMOULOUD, Saddo Ag; QUEIROZ, Cileda de; COUTINHO, Silva. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 3, n. 1. 2008. p. 62-77.

ALMOULOUD, Saddo Ag; SILVA, Maria José Ferreira da. Engenharia didática: evolução e diversidade. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 7, n. 2. 2012. p. 22-52.

ARAÚJO, Fonseca; MAIA, Dennys Leite; DA COSTA, Rodolfo Morais. **Revisão de Literatura sobre Práticas com Smartphones na Sala de Aula a partir de Anais de Congressos de Informática na Educação**. III Congresso Sobre Tecnologias na Educação (CTRL+E 2018) Cultura Maker na Escola. Fortaleza-Ceará, 2018.

AZUMA, Ronald et al. Recent advances in augmented reality. **IEEE computer graphics and applications**, v. 21, n. 6, p. 34-47, 2001.

AZUMA, Ronald T. **A survey of augmented reality**. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.

BIANCHI, Serique Meiguins; OIKAWA, Marina Atsumi. **Cartões Marcadores Reconfiguráveis em Ambientes de Realidade Aumentada**. VIII Symposium on Virtual Reality. Pará. 2008.

BRAGA, Junior de Carvalho Fidelis. **Integrando tecnologias no ensino de inglês nos anos finais do ensino fundamental**. São Paulo: Edições SM, 2012.

BRASIL, Decreto nº 5.840, de 13 de julho de 2006. **Institui o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos - PROEJA**, e dá outras providências. [Diário Oficial da União], Brasília, DF, 14 jul. 2006. Acesso em: 25 jul. 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. Parecer CNE/CEB nº 11. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação de Jovens e Adultos**. [Diário Oficial da União], Brasília, DF: MEC, 2000.

BRASIL, Ministério da Educação. Resolução nº 3, de 15 junho de 2010. **Institui diretrizes operacionais para a Educação de Jovens e Adultos nos aspectos relativos à duração dos cursos e idade mínima para ingresso nos cursos de EJA; idade mínima e certificação nos exames de EJA; e Educação de Jovens e Adultos desenvolvida por meio da Educação a Distância**. [Diário Oficial da União]. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Constituição Federal 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 2019.

BRASIL. Lei nº 11.741, de 16 de julho de 2007. **Altera dispositivos da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para redimensionar, institucionalizar e integrar as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica.** [Diário Oficial da União], Brasília, DF, 17 jul. 2008.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências.** [Diário Oficial da União], Brasília, DF, 25 jul. 2014.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Brasília, DF, 1996.

CAPELLA, Sebastião; BARBA, Carme. **Computadores em sala de aula: métodos e usos.** Porto Alegre: Penso, 2012.

CAPUCHO, Vera. **Educação de jovens e adultos: prática pedagógica e fortalecimento da cidadania.** São Paulo: Cortez, 2012.

CARNEIRO, Vera Clotilde Garcia. Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de matemática. **Zetetike**, v. 13, n. 1. 2005. p. 87-120.

CARVALHO, Bruno Alves de; GUIMARÃES, Marcelo de Paiva; MARTINS, Valeria Farinazzo. **Ferramenta de empacotamento de conteúdos de realidade aumentada no formato de objetos de aprendizagem.** Workshop de Realidade Virtual e Aumentada. 2015.

CASTRO, Claudio de Moura. **A prática da pesquisa.** - 2ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

CAUDELL, Thomas P; MIZELL, David W. **Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes.** System Sciences, Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on. 1992. p. 659-669.

CERATTI, Márcia Rodrigues Neves. **Políticas públicas para a educação de jovens e adultos.** SEED/PR, 2007.

CGI. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC educação 2017 - São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2018.**

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais.** 12ª edição. Cortez Editora, 2018.

COSTA, Marcus Vinicius Pinheiro. **A fidelização dos alunos no PROEJA do Colégio Pedro II: avaliação nos cursos do Campus Realengo II.** Dissertação de Mestrado. Cesgranrio. Disponível em [http://mestrado.cesgranrio.org.br/pdf/dissertacoes2016/28%20de%20abril%202016\\_Marcus%20Costa\\_Turma%202014%20Final.pdf](http://mestrado.cesgranrio.org.br/pdf/dissertacoes2016/28%20de%20abril%202016_Marcus%20Costa_Turma%202014%20Final.pdf). 2016.

DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. **Fundamentos de matemática elementar - geometria espacial**. Vol. 10. 7ª ed. Atual Editora, 2013.

GASQUE, Kelley Cristine Gonçalves Dias. O papel da experiência na aprendizagem: perspectivas na busca e no uso da informação. **Transinformação** [online]. vol.20, n.2. 2008, p.149-158.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDENBERG, Miriam. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 8ª ed. - Rio de Janeiro: Record, 2004.

GOMES, Laurentino. **1889: como um imperador cansado, um marechal vaidoso e um professor injustiçado contribuíram para o fim da monarquia e a proclamação da República no Brasil**. 1. ed. - São Paulo: Globo, 2013.

HAND, C. **Other faces of virtual reality**. In: Brusilovsky P., Kommers P., Streitz N. (eds) Multimedia, Hypermedia, and Virtual Reality Models, Systems, and Applications. MHVR 1996. Lecture Notes in Computer Science, vol 1077. 1996.

HORIZON. NMC Horizon Reports. Disponível em <http://www.nmc.org/publications/horizon-report-2012-higher-ed-edition>. 2012.

JUNIOR, João Batista Bottentuit. Do computador ao Tablet: Vantagens Pedagógicas na Utilização de Dispositivos Móveis na Educação. **Revista Educação Online**. Vol. 6, nº 1, Jan/Abr - 2012.

KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. **Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada**. Livro do XIII Pré-Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, Uberlândia, 2011. p. 10-25.

KRUEGER, Myron W. **Responsive Environments**. AFIPS 46 National Computer Conference Proceedings. Dallas, Texas. Pages 423-433. 1977.

LEIVAS, José Carlos Pinto; GOBBI, Juliana Aparecida. O *Software* GeoGebra e a Engenharia Didática no estudo de áreas e perímetros de figuras planas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2014.

LIMA, Álvaro José Rodrigues de; CUNHA, Gerson Gomes; HAGUENAUER, Cristina Jasbinschek. Realidade aumentada no ensino de geometria descritiva. **Virtual Reality and Scientific Visualization Journal**. 2008. Vol.1 Ed.2 p. 28-41.

LUFT, Celso Pedro. **Minidicionário Luft**. 21 ed. - São Paulo: Ática, 2005.

Macêdo et. All. **Desenvolvendo o pensamento proporcional com o uso de um objeto de aprendizagem**. IN Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico – Brasília: MEC, SEED, 2007.

MARTINS, Thetielle Demski; GOLDONI, Viviane. **Minicurso Descobrimos os Poliedros de Platão**. XVI Encontro regional de estudantes de matemática da região sul. Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul. 2010.

MATTAR, João. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2010.

MEC. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Programa de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA: educação profissional técnica de nível médio / ensino médio: documento base. Brasília, DF: MEC, 2007.

MEC. Planejando a próxima década. Conhecendo as 20 Metas do Plano Nacional de Educação. Secretaria de Articulação com os Sistemas de Ensino. Ministério da Educação, 2014.

MERIJE, Wagner. **Mobimento: educação e comunicação mobile**. São Paulo: editora Peirópolis, 2012.

MORAN, José Manuel. **Novas Tecnologias e mediação pedagógica**. 19ª ed. - Campinas, SP: Papyrus, 2012.

MORAN, José Manuel. **Tecnologias digitais para uma aprendizagem ativa e inovadora**. In: A Educação que Desejamos: novos desafios e como chegar lá. Papyrus, 5ª ed, cap. 4. 2019.

NUNES, Sergio; Muhlbeier, ANDREIA Rosangela Kessler; COSTA, Carla. **Uma Beyblade em Realidade Aumentada: suas potencialidades pedagógicas no ensino de geometria espacial**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, vol. 26. Ed. 1. p. 559. 2015.

PALFREY, John; GASSER, Urs. **Nascidos na era digital: entendendo a primeira geração de nativos digitais**. Porto Alegre: Grupo A, 2011.

PAULA, Cláudia Regina de; OLIVEIRA, Marcia Cristina de. **Educação de Jovens e Adultos -a educação ao longo da vida**. Curitiba: Ibpex, 2011

PAVANELLO, Regina Maria. **Por que ensinar/aprender geometria**. VII Encontro Paulista de Educação Matemática, 2004.

PRENSKY, Marc. Digital Natives, Digital Immigrants, Part II: Do They Really Think Differently? On the Horizon. NBC University Press, Vol. 9, No. 6, dezembro 2001.

PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants. On the Horizon. NBC University Press, Vol. 9, No. 5, outubro 2001.

PRENSKY, Marc. **Não me atrapalhe, mãe - eu estou aprendendo! como os videogames estão preparando nossos filhos para o sucesso do século XXI – e como você pode ajudar!** São Paulo: Phorte, 2010.

PROEJA. Conclusões e encaminhamentos - Fórum PROEJA 2018. Memorando nº 027/2018/CPII/PROEN/DEFM/SET, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.cp2.g12.br/images/comunicacao/2018/JUNHO/Memorando%20nº%20027-2018%20-%20%20%20CONCLUSÕES%20DEMANDAS%20FORUM%20PROEJA.pdf>. Acessado em 24/07/2019.

REIS, Alessandro Vieira dos; GONÇALVES, Berenice dos Santos. Interfaces Tangíveis: Conceituação e Avaliação. **Estudos em Design**. v. 24, n. 2. Ano 2016.

REIS, Fernanda Maria Villela; KIRNER, Tereza Gonçalves. Percepção de Estudantes quanto à Usabilidade de um Livro Interativo com Realidade Aumentada para a Aprendizagem de Geometria. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**. Vol. 10. Ed. 1. 2010.

RODRIGUES, Rodrigo L; SOARES, Monique; SOUZA, Gabriela G; LACERDA, Anselmo; Souza, Cleice; GOMES, Alex Sandro; ALVES, Carina. **Realidade aumentada para o ensino de geometria espacial**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2010.

RODRIGUES, Rodrigo Lins; MOITA, Filomena M. G. da Silva C. **Prototipagem de um quadro interativo utilizando técnicas Hand Tracking para ambientes de realidade aumentada**. In: SOUSA, RP., et al., orgs. Teorias e práticas em tecnologias educacionais [online]. Campina Grande: EDUEPB. p. 175-194. 2016.

SALVIATI, Maria Elisabeth. Manual do Aplicativo Iramuteq. Compilação, organização e notas. Planaltina, março de 2017. Disponível em <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati>

SANTOS, Beatriz Boclin Marques do et al. Memória histórica do Colégio Pedro II: 180 anos de história e educação do Brasil. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, 2018.

SILVA, Marco. **Internet na escola e inclusão**. IN: Integração das Tecnologias na Educação. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2005. p. 65.

SOARES, Leôncio; GIOVANETTI, Maria Amélia; Gomes, NILMA Lino: **Diálogos na educação de jovens e adultos**. 4. ed. – Belo Horizonte: autêntica editora, 2011.

SOUZA, Eliane Santana de; BULOS, Adriana Mascarenhas Mattos. **A ausência da geometria na formação dos professores de matemática: causas e consequências**. XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática – CIAEM. Recife, Brasil. 2011.

SOUZA, Marcos de; CORREIA, Vasti Gonçalves de Paula; SOUZA, Carlos Henrique Medeiros de. O real Nativo e Imigrante Digital nas redes sociais. **InterScience Place**. ed. 24, vol.1, artigo nº 1. 2013.

SUTHERLAND, I. A head-mounted three dimensional display. Proceedings of the Fall Joint Computer Conference 1968. Pages 757-764. Thompson Books, 1968.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na Educação - Novas Ferramentas Pedagógicas para o Professor na Atualidade**. ed. 9. Editora Érica. 2012.

TEIXEIRA, Anísio. **A pedagogia de Dewey**. In: Westbrook, Robert B; Teixeira, Anísio. Jonh Dewey. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

TORI, R; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Livro do pré-simpósio VIII Symposium on Virtual Reality". Porto Alegre: Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2006.

TORI, Romero. **Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem**. 1 ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOUTO, Robson. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Aumentada e Virtual**. Editora SBC. Porto Alegre, 2006.

UNESCO. Declaração de Hamburgo sobre Aprendizagem de Adultos. Adult education: the Hamburg Declaration; the Agenda for the Future. V Conferência Internacional de Educação de Jovens e Adultos (Confitea V). Hamburgo, Alemanha, 1998.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel. 2013. Disponível em <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227770>. Acesso em: 20/01/2019.

VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. 6ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

**ANEXOS**



## Anexo 1. Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa Unigranrio

UNIVERSIDADE DO GRANDE  
RIO PROFESSOR JOSÉ DE  
SOUZA HERDY - UNIGRANRIO



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Realidade Aumentada no Proeja: uma estratégia pedagógica para o ensino-aprendizagem de Geometria

**Pesquisador:** ALEX DE SANTANA RODRIGUES

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 02199818.7.0000.5283

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE UNIGRANRIO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.082.046

#### Apresentação do Projeto:

O projeto a ser realizado como pesquisa no Mestrado em Ensino de Ciências tem como tema o "uso de recursos de tecnologia de realidade aumentada como ferramenta de apoio na aprendizagem de geometria". O público alvo é formado, segundo a apresentação do projeto, por "alunos do 3º ano do ensino médio do curso técnico de administração do Proeja (Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos). O projeto está em segunda análise, após ser posto em pendência para ajustes e detalhamentos.

#### Objetivo da Pesquisa:

De acordo com o projeto, os objetivos são:

"Objetivo Primário: Investigar as implicações do uso da tecnologia de realidade aumentada para o ensino-aprendizagem de geometria no Proeja.

Objetivo Secundário: 1) Desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis, baseado em tecnologia de realidade aumentada. 2) Propor atividades pedagógicas no Proeja, para auxiliar no ensino-aprendizagem de geometria. 3) Avaliar as implicações no processo de implementação da tecnologia de realidade aumentada no ensino de geometria. "

**Endereço:** Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160

**Bairro:** 25 de Agosto

**CEP:** 25.071-202

**UF:** RJ

**Município:** DUQUE DE CAXIAS

**Telefone:** (21)2672-7733

**Fax:** (21)2672-7733

**E-mail:** cep@unigranrio.com.br

UNIVERSIDADE DO GRANDE  
RIO PROFESSOR JOSÉ DE  
SOUZA HERDY - UNIGRANRIO



Continuação do Parecer: 3.082.046

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos são mínimos, se a pesquisa for cuidadosamente realizada, por se tratar de questões educacionais que envolvem o uso de tecnologia. A pesquisa poderá beneficiar o ensino de matemática e trata de temática atual. A pesquisa deve ser submetida futuramente a revistas acadêmicas e a congressos na área.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O trabalho apresenta dois questionários, mais detalhados que na versão anterior, o que permite entender melhor os objetivos da pesquisa e a função dos questionários.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O projeto apresenta TCLE modificado da submissão, carta de anuência, cronograma e orçamento. O proponente explica em arquivo anexado que a autorização final por parte do colégio onde será realizada a pesquisa depende da aprovação do projeto pelo CEP.

**Recomendações:**

O projeto apresenta maior detalhamento e sinaliza com a intenção e disposição de esclarecer pontos levantados na análise anterior pelo CEP.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

A submissão apresenta maior clareza, detalhamento e questionários mais completos. Não foram identificadas inadequações, que comprometam a sua aprovação.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Prezado (a) Pesquisador (a),

O Comitê de Ética em Pesquisa da UNIGRANRIO atendendo o previsto na Resolução 466/12 do CNS/MS APROVOU o referido projeto na reunião ocorrida em 13 de dezembro de 2018. Caso o (a) pesquisador (a) altere a pesquisa será necessário que o projeto retorne ao Sistema Plataforma Brasil para uma futura avaliação e emissão de novo parecer. Lembramos que o (a) pesquisador (a) deverá encaminhar o relatório da pesquisa após a sua conclusão, como um compromisso junto a esta instituição e o Sistema Plataforma Brasil.

Cordialmente,  
CEP/Unigranrio.

**Endereço:** Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160  
**Bairro:** 25 de Agosto **CEP:** 25.071-202  
**UF:** RJ **Município:** DUQUE DE CAXIAS  
**Telefone:** (21)2672-7733 **Fax:** (21)2672-7733 **E-mail:** cep@unigranrio.com.br

## Anexo 2. Parecer Pró-reitoria de pós-graduação do Colégio Pedro II



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
COLÉGIO PEDRO II  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

Processo nº 23774.000125/2018-11

### PARECER

Comunico, para os devidos fins, que a pesquisa **Realidade aumentada no Proeja: Uma estratégia pedagógica para o ensino-aprendizagem de Geometria** a ser elaborada por Alex de Santana Rodrigues, mestrando do Programa de Pós Graduação em Ensino das Ciências, da Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO, sob a orientação de Jurema Rosa Lopes Soares conta com a aprovação da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura para sua realização no Colégio Pedro II.

O projeto será desenvolvido junto a alunos do Proeja – Campus Duque de Caxias do Colégio Pedro II, e tem o objetivo de Investigar as implicações do uso da tecnologia de realidade aumentada para o ensino-aprendizagem de geometria no Proeja.

O pesquisador se compromete a solicitar a todos(as) a autorização para uso de informações obtidas, tais como o uso de imagem e depoimentos, por meio do preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O pesquisador também se compromete a preservar a identidade dos mesmos, bem como o bom nome da Instituição na redação de seu trabalho e em materiais futuros que vier a publicar ou apresentar, seguindo os princípios éticos de pesquisa.

O pesquisador, conforme o Termo de Compromisso assinado no requerimento, deverá dar ciência a esta Pró-Reitoria da conclusão de seu trabalho, bem como fazer a entrega de 2 (duas) cópias do material conclusivo (DISSERTAÇÃO) referentes à pesquisa realizada no Colégio Pedro II e, caso esta julgue necessário, divulgar os resultados em evento a ser agendado pela PROPGPEC.

Rio de Janeiro, 07 de Janeiro de 2019.

PROF.ª MARCIA MARTINS DE OLIVEIRA  
Pró-Reitora de Pós-Graduação  
Matr. SIAPE N.º 1263298  
Colégio Pedro II



Fundado em 2 de dezembro de 1837

## Apêndice 1. Questionário A - Perfil alunos e verificação diagnóstica



Universidade do Grande Rio (Unigranrio)  
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC)  
Mestrado Profissional de Ensino das Ciências na Educação Básica  
Professor Alex de Santana Rodrigues  
Colégio Pedro II – Campus Duque de Caxias

### Questionário A – Perfil alunos e verificação diagnóstica

Prezado (a) aluno (a),

Este primeiro questionário faz parte da pesquisa “Realidade Aumentada no Proeja: uma estratégia pedagógica para o ensino-aprendizagem de Geometria”, que tem por objetivo investigar os impactos do uso de aplicativo de tecnologia de realidade aumentada, como suporte na aprendizagem de geometria, na educação de jovens e adultos.

Você está sendo convidado (a) a responder os itens abaixo, onde os dados coletados serão importantes para (1) identificar o perfil dos alunos e (2) verificar os conhecimentos prévios sobre o conteúdo de geometria. Os registros das suas respostas não contêm nenhuma identificação sobre você, garantindo assim a confidencialidade e o anonimato. As suas respostas são sigilosas e seu nome em nenhum momento aparecerá na pesquisa.

Os dados coletados serão utilizados no estudo realizado pelo mestrando do Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio. É muito importante que você responda todas as questões, pois estará contribuindo para o desenvolvimento de um estudo sobre aprendizagem de matemática dos alunos atendidos pelo Proeja no Colégio Pedro II.

Instruções:

- 1). As questões devem ser respondidas a partir da sua própria experiência, com total sinceridade e liberdade;
- 2). Para cada questão a seguir, faça um X dentro dos parênteses que corresponda à opção de resposta que mais lhe atenda;
- 3). Evite rasuras;

### Parte 1 - Perfil alunos:

**Q1. Qual é o seu sexo:**

Masculino  Feminino

**Q2. Qual é a sua faixa etária:**

De 18 a 35 anos.  Acima de 36 anos.

**Q3. Que formação escolar você possuía antes de ingressar no Proeja?**

Ensino Fundamental  Ensino Médio incompleto  Ensino Médio completo

**Q4. O seu ensino fundamental foi cursado em qual modalidade?**

Regular, com duração de 9 anos  Supletivo/EJA, com duração de menos de 9 anos

**Q5. Em que tipo de escola você realizou seus estudos anteriores?**

Pública  Privada  Misto, parte pública e parte privada

**Q6. Há quanto tempo você está afastado da escola?**

Menos de 1 ano.  De 1 a 4 anos.  De 5 a 10 anos.  Mais de 10 anos.

**Q7. Na sua opinião, as informações e notícias que merecem mais credibilidade, crédito ou confiança, devem estar:**

Na Internet  Impressa em papel

**Q8. Você consegue ouvir música, utilizar smartphone ou assistir televisão E estudar ao mesmo tempo? *( ) Sim ( ) Não***

**Q9. Ao adquirir um produto novo (por exemplo: aplicativo de celular, smartphone, equipamento eletrônico), você prefere aprender a utilizá-lo primeiro:**

Na prática, mexendo, investigando  Na teoria, lendo o manual para aprender a melhor usá-lo.

**Q10. Você se considera um usuário ativo nas redes sociais (posta, compartilhada, acessa, curti, produz, comenta, denuncia)?**

Sim  Não

**Q11. Você possui Smartphone (celular) ou Tablet?**

Sim  Não

**Q12. Alguma vez você utilizou o Smartphone (celular), durante uma aula, em que seu uso fosse permitido para fins pedagógicos pelo seu professor**

Uma vez  2 a 3 três vezes  mais de 3 vezes  Nunca usei

**Q13. Com que frequência você utiliza o smartphone (celular), fora do colégio, para aprendizagem de algum conteúdo escolar?**

Uma vez por semana,  Duas a três vezes por semana  Mais de três vezes por semana  somente na semana de provas  Não costumo usar o smartphone como fonte de estudos

**Q14. Você já utilizou algum programa ou aplicativo com tecnologia de realidade aumentada?**

Não sei o que é realidade aumentada  Já usei para lazer  Já usei para aprender sobre um conteúdo ou tema  Já ouvi falar ou já vi, mas nunca utilizei

**Q15. Quantas horas por dia você utiliza aplicativos que funcionam com internet (redes sociais, internet, e-mail, aplicativos que usam internet)?**

Até 2 horas  De 2 a 4 horas  Acima de 4 horas

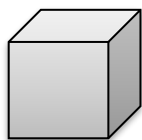
**Q16. Marque as atividades que você costuma realizar no celular com mais frequência?**

Pesquisa  Calculadora  Redes Sociais  Jogos  ler sites de jornal

fazer ligação  Não utilizo celular

**Parte 2 – Verificação diagnóstica:**

**Q17. Escreva, nos espaços abaixo reservado, os nomes das figuras geométricas.**  
(escreva sua resposta em letra de imprensa ou fôrma, para facilitar a leitura.)



( \_\_\_\_\_ )



( \_\_\_\_\_ )



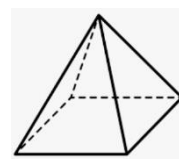
( \_\_\_\_\_ )



( \_\_\_\_\_ )



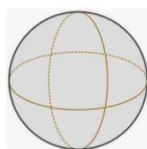
( \_\_\_\_\_ )



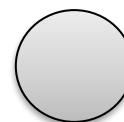
( \_\_\_\_\_ )



( \_\_\_\_\_ )

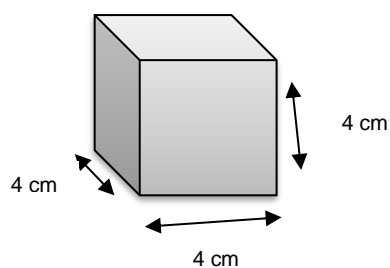


( \_\_\_\_\_ )



( \_\_\_\_\_ )

Observe a figura abaixo e responda as questões de Q18 até Q24.



**Figura 1**

**Q18. Quantas Faces a figura 1 possui?** ( ) 4 ( ) 6 ( ) 8 ( ) 10 ( ) 12

**Q19. Quantas Arestas a figura 1 possui?** ( ) 4 ( ) 6 ( ) 8 ( ) 10 ( ) 12

**Q20. Quantos Vértices a figura 1 possui?** ( ) 4 ( ) 6 ( ) 8 ( ) 10 ( ) 12

**Q21. Qual é o valor do volume da figura 1?** \_\_\_\_\_ ( ) não consigo determinar

**Q22. Qual é o valor da área de uma face da figura 1?** \_\_\_\_\_ ( ) não consigo determinar

**Q23. Qual é o valor da área total da figura 1?** \_\_\_\_\_ ( ) não consigo determinar

## Apêndice 2. Questionário B - Experimentação e validação do produto educacional

Comitê de Ética em Pesquisa



Universidade do Grande Rio (Unigranrio)  
 Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências  
 Mestrado Profissional de Ensino das Ciências na Educação Básica  
 Professor Alex de Santana Rodrigues  
 Colégio Pedro II – Campus Duque de Caxias

### Questionário B – Experimentação e Validação do Produto Educacional






Prezado (a) aluno (a),

Este segundo questionário faz parte da pesquisa “Realidade Aumentada no Proeja: uma estratégia pedagógica para o ensino-aprendizagem de Geometria”, que tem por objetivo investigar os impactos do uso de aplicativo de tecnologia de realidade aumentada, como suporte na aprendizagem de geometria, na educação de jovens e adultos. Os dados coletados serão utilizados no estudo realizado pelo mestrando do Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio.

Você está sendo convidado (a) a responder os itens abaixo, onde os dados coletados serão importantes para validar o produto final (aplicativo PoliedrosRA e o Guia de Aprendizagem). Os registros das suas respostas não contêm nenhuma identificação sobre você, garantindo assim a confidencialidade e o anonimato. É muito importante que você responda todas as questões, pois estará contribuindo para o desenvolvimento de um estudo sobre aprendizagem de matemática dos alunos atendidos pelo Proeja no Colégio Pedro II.

Instruções:

- 1). As questões devem ser respondidas a partir da sua própria experiência no uso do aplicativo PoliedrosRA e do Guia de Aprendizagem, com total sinceridade e liberdade;
- 2). Para cada questão a seguir, faça um X dentro dos parênteses que corresponda à uma das cinco opções de respostas objetivas que mais lhe atenda, onde a nota máxima representa “Concordo totalmente” e a nota mínima representa “Discordo totalmente”.

				
<i>Concordo totalmente</i>	<i>Concordo parcialmente</i>	<i>Não concordo, nem discordo</i>	<i>Discordo parcialmente</i>	<i>Discordo totalmente</i>

- 3). Evite rasuras;
- 4). Para as questões discursivas Q14, Q15 e Q16 escreva sua resposta de forma clara, objetiva e em letra de imprensa ou forma, para facilitar a leitura.

Questões:

**Q1. Você conseguiu instalar o aplicativo PoliedrosRA em seu Smartphone?**

( ) Sim ( ) Não

**Q2. Tive facilidade para instalar o aplicativo PoliedrosRA em meu Smartphone.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q3. O aplicativo PoliedrosRA apresentou erros durante a atividade na sala de aula.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q4. Consegui visualizar corretamente as diversas formas das figuras geométricas pelo aplicativo PoliedrosRA.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q5. Consegui manipular corretamente as figuras geométricas, por meio dos toques na tela e botões virtuais do aplicativo PoliedrosRA.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q6. O uso do aplicativo PoliedrosRA facilitou a aprendizagem de geometria proposta.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q7. Recomendaria o uso do aplicativo PoliedrosRA para aprendizagem de geometria.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q8. O aplicativo PoliedrosRA proporcionou um interesse pelo aprendizado de geometria.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q9. O aplicativo PoliedrosRA proporcionou um aprendizado interativo com o conteúdo de geometria.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q10. Considero interessante e motivador o uso de smartphones como instrumento para auxiliar na aprendizagem em sala de aula.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q11. É possível afirmar que conseguiria utilizar o aplicativo PoliedrosRA e o Guia de Aprendizagem fora da sala de aula, sem o auxílio de um professor.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q12. O Guia de Aprendizagem auxiliou na utilização do aplicativo PoliedrosRA.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

**Q13. Os conteúdos abordados no Guia de Aprendizagem eram muito difíceis.**

( ) concordo totalmente ( ) concordo parcialmente ( ) nem concordo, nem discordo  
( ) discordo parcialmente ( ) discordo totalmente

Legenda:



Concordo totalmente



Concordo parcialmente



Nem concordo, nem discordo



Discordo parcialmente



Discordo totalmente



**Q14. Em algum momento você precisou de ajuda para manipular o aplicativo PoliedrosRA ou o Guia de Aprendizagem? ( ) Sim ( ) Não**

**Caso a resposta tenha sido “Sim”, detalhe um pouco mais esse momento, qual foi a dificuldade e se com a ajuda você conseguiu vencer esse desafio:**

---



---



---



---



---



---

**Q15. Escreva como foi a sua experiência com a utilização do Aplicativo:**

---



---



---



---



---



---

**Q16. Escreva como foi a sua experiência com a utilização do Guia de Aprendizagem**

---



---



---



---



---



---

**Muito obrigado novamente!**

Legenda:



Concordo totalmente



Concordo parcialmente



Nem concordo, nem discordo



Discordo parcialmente



Discordo totalmente

### Apêndice 3. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



(De acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012)

(Em 2 vias, firmado por cada participante-voluntário (a) da pesquisa e pelo responsável)

Eu \_\_\_\_\_, tendo sido convidado (a) a participar como voluntário (a) do estudo **“Realidade Aumentada no Proeja: uma estratégia pedagógica para o ensino-aprendizagem de Geometria”**, recebi do professor Alex de Santana Rodrigues, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

- ✓ Que o estudo se destina a ensino e aprendizagem de geometria por meio de aplicativo de realidade aumentada.
- ✓ Que a importância deste estudo é a de analisar as implicações que o uso de aplicativos com realidade aumentada tem no ensino de geometria para alunos do Proeja.
- ✓ Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: desenvolvimento de aplicativo de smartphone com uso de realidade aumentada e implantação de ambiente educacional com uso de tecnologias digitais.
- ✓ Que esse estudo começará em 01 de abril de 2019 e terminará em 15 de julho de 2020.
- ✓ Que o estudo será feito da seguinte maneira: exercícios e atividades usando aplicativo de smartphone.
- ✓ Que eu participarei das seguintes etapas: avaliação diagnóstica, experimentação e avaliação.
- ✓ Que os incômodos que poderei sentir com a minha participação são os seguintes: Nenhum.
- ✓ Que os possíveis riscos à minha saúde física e mental são: nenhum.
- ✓ Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: aprendizagem de conteúdos de geometria.
- ✓ Que a minha participação será acompanhada do seguinte modo: durante a execução das aulas de matemática.
- ✓ Que, sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
- ✓ Que eu serei informado sobre o resultado final da pesquisa.
- ✓ Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- ✓ Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.
- ✓ Que o estudo não acarretará nenhuma despesa para o participante da pesquisa.
- ✓ Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
- ✓ Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

**Endereço do responsável pela pesquisa:** Alex de Santana Rodrigues

Domicílio: Rua Coronel Carlos Miguel, nº 95 – Casa 1

Bairro: 25 de Agosto – Duque de Caxias/RJ – Cep: 25071-250

Ponto de referência: próximo ao cemitério tanque do Anil

Telefone: (21) 98761-6395

Instituição: Colégio Pedro II – Campus Centro

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNIGRANRIO, localizado na Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160 – CEP 25071-202 TELEFONE (21).2672-7733 – ENDEREÇO ELETRÔNICO: cep@unigranrio.com.br

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.



\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) voluntário(a) ou  
responsável legal e rubricar as  
demais folhas

\_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura do responsável pelo estudo  
(Rubricar as demais páginas)