

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PAULO HENRIQUE FIRMINO DA SILVA

**REALIDADE AUMENTADA NA PERSPECTIVA DA METODOLOGIA DE  
GAMIFICAÇÃO PARA O APRENDIZADO DE VOLUME DE SÓLIDOS  
GEOMÉTRICOS**

Maceió-AL  
2023

PAULO HENRIQUE FIRMINO DA SILVA

**REALIDADE AUMENTADA NA PERSPECTIVA DA METODOLOGIA DE  
GAMIFICAÇÃO PARA O APRENDIZADO DE VOLUME DE SÓLIDOS  
GEOMÉTRICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Carloney Alves de Oliveira.

Maceió-AL  
2023

**Catálogo na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

G633a Silva, Paulo Henrique Firmino da.  
Realidade aumentada na perspectiva da metodologia de gamificação para o  
aprendizado de volume de sólidos geométricos / Paulo Henrique Firmino da  
Silva. – 2023.

147 f. : il. color. + material adicional (folheto, 16 f.)

Orientador: Carloney Alves de Oliveira.

Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e da matemática) –  
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Maceió, 2023.  
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 120-124.

Apêndices: f. 125-147

1. Realidade aumentada. 2. Gamificação. 3. Geometria espacial. I. Título.

CDU: 372.851.41

### **Dedico**

A minha querida avó Dona Creuza (*in memoriam*) por todos os ensinamentos e incentivos; Aos meus pais Zé Paulo e Silvaní, por toda educação, incentivo e vibração a cada vitória alcançada; A minha esposa Saamara, pelo companheirismo, atenção e compreensão; A minha pequenina filhinha, Ana Helena, por tanta inspiração e estímulo, mesmo que de forma inconsciente; A minha irmã Prissylla, a quem me coloco como sua maior inspiração, por todo sucesso alcançado até aqui. A minha Tia Siverania, por todo carinho, contribuição e apoio; A todos os meus familiares e amigos, por todo companheirismo; A minha grande entusiasta dessa fase, profa. Rosilângela Lucena, que me apoiou a chegar até aqui; Ao meu grande professor de Matemática, Naldinho, a quem me inspiro cotidianamente.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, todo poderoso, pelo dom da vida, inteligência e oportunidades dadas ao longo de toda minha história.

Ao professor Dr. Carloney Alves de Oliveira, por ter apostado na minha ideia e ter mergulhado junto comigo nessa aventura cheia de frutos, por cada conselho e conversa proseada. Toda minha gratidão a Deus por sua vida e sua disponibilidade em querer colaborar com minha formação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM/Ufal), pela oportunidade oferecida por meio de um programa com potencial de alta capacidade de formação acadêmica.

Ao Centro de Educação (Cedu/Ufal), pela oportunidade oferecida por meio de um curso gratuito e de qualidade.

Aos professores do Programa, que tive a possibilidade de compartilhar experiências.

Ao Grupo de Pesquisa em Tecnologias e Educação Matemática (TEMA), pela parceria e contribuições estabelecidas desde sempre.

A Escola Estadual Padre Antônio Duarte, pela parceria institucional possibilitando o desenvolvimento de minha pesquisa.

A minha amiga Claricy Alves, pela inspiração, contribuições e incentivos.

Ao amigo e Psicólogo Douglas, por ter me ajudado a “Apenas começar”.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

*“Educar verdadeiramente não é ensinar fatos novos ou enumerar fórmulas prontas, mas sim preparar a mente para pensar”*

Albert Einstein

## RESUMO

A representação dos sólidos geométricos no espaço tridimensional é uma tarefa que gera dificuldades para o professor que precisa fazê-la e muito mais para o estudante que precisa visualizá-los, muitas das vezes considerando possuir dificuldades relacionadas à abstração e ao sentido de dimensionalidade, e que comumente ocorre no quadro branco ou por meio de recursos que não favorecem essa visualização. Desta forma, o presente trabalho buscou responder a seguinte questão: De que modo o uso do aplicativo VolumAR, na perspectiva da metodologia de Gamificação, pode contribuir para o aprendizado de volume de sólidos geométricos? Para isso, elencamos como objetivo geral compreender de que modo o uso do aplicativo VolumAR, na perspectiva da metodologia de Gamificação, pode contribuir para o aprendizado de volume de sólidos geométricos. Como objetivos específicos buscamos propor um aplicativo de RA para o estudo de sólidos geométricos; identificar quais as perspectivas e limitações do uso do aplicativo VolumAR na perspectiva da Gamificação para o aprendizado do volume dos sólidos geométricos; verificar como a utilização do aplicativo VolumAR colaborou na resolução dos problemas com volume dos sólidos geométricos; e avaliar as percepções dos participantes da pesquisa acerca da experiência do uso do aplicativo VolumAR na perspectiva da metodologia de Gamificação para o aprendizado do volume dos sólidos geométricos. A pesquisa desenvolvida foi do tipo qualitativa, com abordagem da pesquisa intervenção e foi realizada em uma turma de 3ª série do Ensino Médio, composta por 26 estudantes, com idade variando entre 17 e 19 anos, pertencentes a Escola Estadual Padre Antônio Duarte, localizada na cidade de Olho d'Água das Flores, AL. Para a produção dos dados utilizamos como instrumentos o aplicativo VolumAR, as entrevistas semiestruturadas, observações registradas no diário de campo e registro fotográfico, que foram analisados tomando como referência o que propõe a análise de conteúdo proposta por Bardin (2016). A análise de dados foi dividida em três categorias de análise por meio de: caracterização tecnológica dos participantes; análise da RA e gamificação como recursos para aprendizagem do volume de sólidos geométricos; e contribuições do aplicativo VolumAR. Tomando como base os resultados e as constatações estabelecidas, foi possível mostrar que a pesquisa em questão atingiu os objetivos traçados e que atribui muita colaboração para a área da Educação Matemática, pois engloba um cenário cheio de possibilidades para aprendizagem do volume dos sólidos geométricos, associando o uso de tecnologia e metodologia modernas, não recentes, mas capazes de engajar e despertar curiosidade nos estudantes.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada; Gamificação; Geometria Espacial.

## **ABSTRACT**

The representation of geometric solids in three-dimensional space is a task that creates difficulties for the teacher who needs to do it and much more for the student who needs to visualize them, often considering having difficulties related to abstraction and the sense of dimensionality, and which commonly occurs on the whiteboard or through resources that do not favor this visualization. In this way, the present work sought to answer the following question: How can the use of the VolumAR application, from the perspective of the Gamification methodology, contribute to learning the volume of geometric solids? To this end, we set out as a general objective to understand how the use of the VolumAR application, from the perspective of the Gamification methodology, can contribute to learning the volume of geometric solids. As specific objectives, we seek to propose an AR application for the study of geometric solids; identify the perspectives and limitations of using the VolumAR application from a Gamification perspective for learning the volume of geometric solids; verify how the use of the VolumAR application helped in solving problems with the volume of geometric solids; and evaluate the perceptions of research participants regarding the experience of using the VolumAR application from the perspective of the Gamification methodology for learning the volume of geometric solids. The research developed was qualitative, with an intervention research approach and was carried out in a 3rd grade high school class, composed of 26 students, aged between 17 and 19 years old, belonging to the Escola Estadual Padre Antônio Duarte, located in city of Olho d'Água das Flores, AL. For data collection, we used the VolumAR application, semi-structured interviews, observations recorded in the field diary and photographic records as instruments, which were analyzed taking as a reference what the content analysis proposed by Bardin (2016) proposes. Data analysis was divided into three categories of analysis through: technological characterization of participants; AR analysis and gamification as resources for learning the volume of geometric solids; and contributions from the VolumAR app. Taking the results and established findings as a basis, it was possible to show that the research in question achieved the objectives outlined and that it attributes a lot of collaboration to the area of Mathematics Education, as it encompasses a scenario full of possibilities for learning the volume of geometric solids, associating the use of modern technology and methodology, not recent, but capable of engaging and awakening curiosity in students.

**Keywords:** Augmented Reality; Gamification; Spatial Geometry.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1</b> – Resumo da seção.....                                                                                            | 13  |
| <b>Figura 2</b> – Resumo da seção.....                                                                                            | 19  |
| <b>Figura 3</b> – Cubo unitário (adaptado).....                                                                                   | 25  |
| <b>Figura 4</b> – Cubo qualquer preenchido por vários cubos unitários (adaptado).....                                             | 25  |
| <b>Figura 5</b> – Unidades de medida de volume (adaptado).....                                                                    | 26  |
| <b>Figura 6</b> – Paralelepípedo retangular (adaptado).....                                                                       | 28  |
| <b>Figura 7</b> – Cubo (adaptado).....                                                                                            | 28  |
| <b>Figura 8</b> – Apresentação gráfica do Princípio de Cavalieri.....                                                             | 29  |
| <b>Figura 9</b> – Aplicação do Princípio de Cavalieri com Paralelepípedo retangular e Cilindro .....                              | 29  |
| <b>Figura 10</b> – Pirâmide e Cone.....                                                                                           | 30  |
| <b>Figura 11</b> – Esfera.....                                                                                                    | 30  |
| <b>Figura 12</b> – Resumo da seção.....                                                                                           | 39  |
| <b>Figura 13</b> – Esquema de uso da RA.....                                                                                      | 43  |
| <b>Figura 14</b> – Objeto virtual sobreposto ao mundo real.....                                                                   | 44  |
| <b>Figura 15</b> – Solução de exercício em Realidade Aumentada.....                                                               | 48  |
| <b>Figura 16</b> – Prisma.....                                                                                                    | 49  |
| <b>Figura 17</b> – Elementos do prisma.....                                                                                       | 49  |
| <b>Figura 18</b> – Aplicativo Geometry-AR com questões sobre sólidos geométricos.....                                             | 50  |
| <b>Figura 19</b> – Planificação pirâmide.....                                                                                     | 50  |
| <b>Figura 20</b> – Pirâmide quadrangular e sua planificação.....                                                                  | 51  |
| <b>Figura 21</b> – Resumo da seção.....                                                                                           | 67  |
| <b>Figura 22</b> – Mapa conceitual esquematizando a pesquisa na perspectiva de Bardin (2016).....                                 | 71  |
| <b>Figura 23</b> – Vivência dos participantes na Gamificação.....                                                                 | 99  |
| <b>Figura 24</b> – Registro fotográfico de um dos participantes mobilizando as diversas ferramentas disponíveis na proposta ..... | 100 |
| <b>Figura 25</b> – Registro fotográfico evidenciando a tensão, concentração e coletividade.....                                   | 102 |
| <b>Figura 26</b> - Registro fotográfico com a equipe campeã.....                                                                  | 103 |
| <b>Figura 27</b> - Registro fotográfico do menu do VolumAR.....                                                                   | 105 |
| <b>Figura 28</b> - Registro fotográfico das sensações de um grupo ao utilizar o VolumAR.....                                      | 108 |
| <b>Figura 29</b> – Registro fotográfico de equipe resolvendo problema e utilizando o VolumAR....                                  | 109 |
| <b>Figura 30</b> – Registro fotográfico de um participante operando o VolumAR.....                                                | 111 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Quadro 1</b> – Informações de Teses e Dissertações selecionadas do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.....                 | 35  |
| <b>Quadro 2</b> – Conceitos de RA.....                                                                                               | 42  |
| <b>Quadro 3</b> – Informações de Teses e Dissertações selecionadas da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações da ..... | 47  |
| <b>Quadro 4</b> – Conceitos de Gamificação.....                                                                                      | 55  |
| <b>Quadro 5</b> – Informações de Teses e Dissertações selecionadas do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.....                 | 61  |
| <b>Quadro 6</b> – Subcategorias e unidades de registros da Categoria 0.....                                                          | 91  |
| <b>Quadro 7</b> – Subcategorias e unidades de registros da Categoria 1.....                                                          | 97  |
| <b>Quadro 8</b> – Subcategorias e unidades de registros da Categoria 2.....                                                          | 106 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabela 1</b> – Portabilidade de <i>smartphone</i> .....                                                  | 91  |
| <b>Tabela 2</b> – Acesso à internet.....                                                                    | 92  |
| <b>Tabela 3</b> – Ouvir falar na RA.....                                                                    | 93  |
| <b>Tabela 4</b> – Uso de algum APP de RA.....                                                               | 94  |
| <b>Tabela 5</b> – Uso de algum App em aulas de Matemática.....                                              | 94  |
| <b>Tabela 6</b> – Frequência com que joga.....                                                              | 95  |
| <b>Tabela 7</b> – Já participou de algum jogo na aula de Matemática.....                                    | 95  |
| <b>Tabela 8</b> – Percepção da proposta.....                                                                | 98  |
| <b>Tabela 9</b> – Comparação entre a proposta e a aula comum.....                                           | 99  |
| <b>Tabela 10</b> – Sensação de estar em um jogo.....                                                        | 101 |
| <b>Tabela 11</b> – Propostas de mudanças.....                                                               | 104 |
| <b>Tabela 12</b> – Experiência com uso do VolumAR.....                                                      | 107 |
| <b>Tabela 13</b> – Influência do VolumAR para aprendizagem.....                                             | 108 |
| <b>Tabela 14</b> – Importância do VolumAR para resolver os problemas.....                                   | 110 |
| <b>Tabela 15</b> – Satisfação na visualização dos sólidos através do VolumAR.....                           | 110 |
| <b>Tabela 16</b> – Grau de dificuldades com o VolumAR.....                                                  | 111 |
| <b>Tabela 17</b> – Dificuldades com o VolumAR.....                                                          | 112 |
| <b>Tabela 18</b> – Grau de dificuldade de utilizar o VolumAR para resolver os problemas da Gamificação..... | 113 |
| <b>Tabela 19</b> – Dificuldades de utilizar o VolumAR para resolver os problemas da Gamificação.....        | 114 |

## LISTA DE SIGLAS

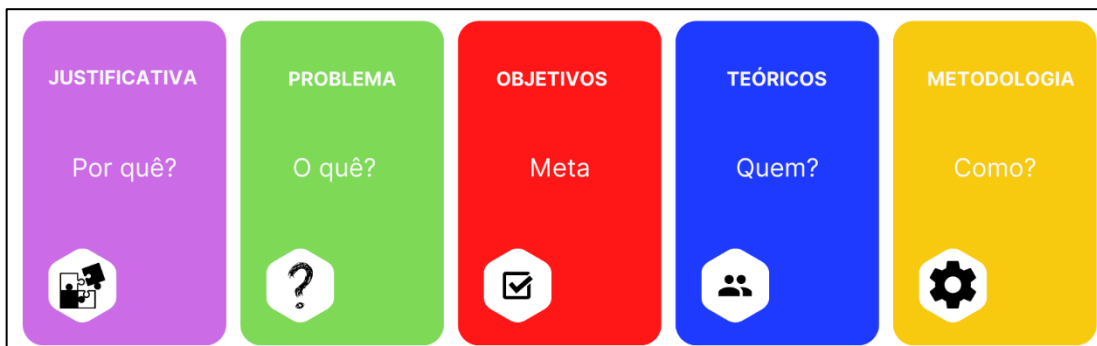
|         |                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------|
| AL      | Alagoas                                                           |
| APP     | Aplicativo                                                        |
| AVA     | Ambiente Virtual de Aprendizagem                                  |
| BDTD    | Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações             |
| BNCC    | Base Nacional Comum Curricular                                    |
| CAPES   | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior      |
| CEP     | Comitê de Ética em Pesquisa                                       |
| CIC     | Centro de Interesse Comunitário                                   |
| EaD     | Educação à Distância                                              |
| ENEM    | Exame Nacional do Ensino Médio                                    |
| IFPE    | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco |
| MA      | Maranhão                                                          |
| PMPEM   | Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática                 |
| PPGECIM | Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática      |
| PPG-MAT | Programa de Pós-Graduação em Matemática                           |
| PSS     | Processo Seletivo Seriado                                         |
| RA      | Realidade Aumentada                                               |
| RV      | Realidade Virtual                                                 |
| ReCAL   | Referencial Curricular de Alagoas                                 |
| RSL     | Revisão Sistemática da Literatura                                 |
| SEDUC   | Secretaria de Estado da Educação                                  |
| TALE    | Termo de Assentimento Livre e Esclarecido                         |
| TCLE    | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido                        |
| TDIC    | Tecnologias digitais da informação e comunicação                  |
| UEPA    | Universidade do Estado do Pará                                    |
| UFAL    | Universidade Federal de Alagoas                                   |
| UNEAL   | Universidade Estadual de Alagoas                                  |
| UNESP   | Universidade Estadual Paulista                                    |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                                   | <b>13</b>  |
| <b>2. VOLUME DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS .....</b>                                                                                               | <b>19</b>  |
| 2.1 A geometria no contexto do ensino .....                                                                                                  | 20         |
| 2.2 Concepções sobre sólidos geométricos.....                                                                                                | 22         |
| 2.3 Volume dos sólidos geométricos .....                                                                                                     | 24         |
| 2.4 Práticas educativas com volume de sólidos geométricos .....                                                                              | 31         |
| <b>3. REALIDADE AUMENTADA E GAMIFICAÇÃO.....</b>                                                                                             | <b>39</b>  |
| 3.1 Realidade Aumentada: conceito e aplicações .....                                                                                         | 41         |
| 3.2 Gamificação: cenários e contextos.....                                                                                                   | 52         |
| <b>4. PERCURSO DA PESQUISA.....</b>                                                                                                          | <b>67</b>  |
| 4.1 Abordagem da pesquisa .....                                                                                                              | 67         |
| 4.2 Tipo de Pesquisa .....                                                                                                                   | 68         |
| 4.3 Lócus da Pesquisa .....                                                                                                                  | 68         |
| 4.4 Participantes da Pesquisa .....                                                                                                          | 69         |
| 4.5 Instrumentos para coleta de dados .....                                                                                                  | 70         |
| 4.6 Método de análise dos dados .....                                                                                                        | 70         |
| <b>5. PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>                                                                                                           | <b>72</b>  |
| <b>6. REALIDADE AUMENTADA NA PERSPECTIVA DA METODOLOGIA DE<br/>GAMIFICAÇÃO PARA O APRENDIZADO DE VOLUME DOS SÓLIDOS<br/>GEOMÉTRICOS.....</b> | <b>88</b>  |
| 6.1 Aplicação da proposta.....                                                                                                               | 88         |
| 6.2 Categorias de análises.....                                                                                                              | 89         |
| 6.3 Caracterização tecnológica dos participantes da pesquisa.....                                                                            | 90         |
| 6.4 RA e Gamificação como recursos para aprendizagem do volume de sólidos<br>geométricos .....                                               | 97         |
| 6.5 Contribuições do aplicativo VolumAR.....                                                                                                 | 106        |
| <b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                                                         | <b>116</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                                                     | <b>120</b> |
| <b>APÊNDICES .....</b>                                                                                                                       | <b>125</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

**Figura 1:** Resumo da seção



Fonte: Autor, 2022.

Algum dia, todo professor de Matemática deve ter ouvido a pergunta: Por que Matemática? E certamente precisou de muito jogo de cintura para conseguir convencer usando seus argumentos. Se estivéssemos juntos, presencialmente, aposto que neste exato momento você estaria sorrindo, esperando minha resposta. Afinal, por que? Vamos lá!

Embora considere que minha formação em Matemática tenha sido uma escolha feita pelo universo, o gosto por ela nasceu cedo e sempre foi muito forte. Desde o início da vida escolar sempre fui bom estudante e engajado com todas as áreas do conhecimento. A verdade é que as primeiras inspirações docentes estavam dentro de casa, já que minha mãe e minha tia foram minhas primeiras professoras. Mas o tempo foi passando e o meu sonho profissional se inclinava mesmo era para a Medicina, eu me via de jaleco branco e ajudando as pessoas com seus problemas de saúde e desvendando os mistérios do corpo humano. Isso sim me fascinava ao ponto de aumentar meu interesse pela Biologia, pela curiosidade com todo o contexto da vida, do corpo, da genética, das doenças, da reprodução e de tantos outros temas associados.

Nascido no Sertão alagoano, egresso da precária escola pública, filho de pai agricultor analfabeto e mãe letrada, porém assalariada, esse sonho era quase impossível, embora na época eu já reconhecia o “quase” com a certeza que de fato se tinha. Em 2010, quando concluía o ensino médio, prestei meu primeiro vestibular para a Universidade Estadual de Alagoas (Uneal), para o curso de Ciências Biológicas, escolhido como a opção que estaria mais próxima daquele sonho que eu iria ter que guardar. No ato da inscrição, por um descuido imaturo, me escrevi na cota de ampla concorrência, e a nota que alcancei não foi suficiente para entrar, já que disputei as vagas com os estudantes das escolas particulares, e a discrepância existia (ou

existe). O detalhe é que com a nota que obtive, teria entrado no curso se a inscrição tivesse sido feita para a cota de estudante de escola pública.

No mesmo ano, prestei o Processo Seletivo Simplificado da Universidade Federal de Alagoas (PSS/Ufal), me inscrevendo, inicialmente, para o curso de Enfermagem e tendo alterado no último dia de inscrição para o curso de Licenciatura em Matemática do Campus Arapiraca, por alguma razão impulsiva e sem uma justificativa que eu me recorde. Fui aprovado em 16º lugar e cursei até o 3º período, quando houve a invasão de reclusos do presídio que era vizinho ao Campus, e as aulas ficaram paralisadas por um longo tempo. Nessa época, fiz transferência para o curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (Ifpe), na modalidade EaD, para o polo de Santana do Ipanema (AL), me formando em 2016.

Ainda no 7º período do curso de Matemática, por ter uma certa resistência em relação a EaD, comecei a me cobrar pela realização de uma graduação presencial. Não arrependido pela transferência, mas também como uma outra alternativa contrária à docência, prestei o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) em 2013 e fui aprovado para o curso de Engenharia Civil na Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Campus do Sertão, em Delmiro Gouveia (AL). Iniciei o curso em setembro de 2014 e conclui em março de 2020, no início da pandemia. Durante a graduação em Engenharia Civil, além de rever todas as cadeiras da Matemática, por motivação própria, tive contato com algumas disciplinas de programação, o que me apresentou uma diversidade de possibilidades para o tratamento da Matemática no âmbito do ensino escolar, sobretudo ao manusear a ferramenta MatLab e também com programação avançada em Excel.

Em 2018, ainda na graduação em Engenharia Civil, fui aprovado no concurso da Secretaria de Estado da Educação de Alagoas (Seduc-AL), para o cargo de Professor de Matemática e fui atuar na Educação Básica. Em 2021, uma nova aprovação aconteceu, então fiquei concursado com 2 matrículas na mesma rede. Entre essas andanças acadêmicas de 2015 a 2019, tive a oportunidade da experiência como docente em uma instituição de ensino superior, onde lecionei disciplinas nas áreas de Matemática, Tecnologias e Práticas de Ensino nos cursos de Pedagogia e Administração. Esta experiência me trouxe um impulso muito significativo ao observar o contexto da formação docente e de um público diferente da educação básica, com outra mentalidade e com experiências compartilhadas. Foi uma fase muito rica.

Desta forma, minha imersão no mundo da Matemática e da tecnologia ocorreu de forma rápida e permanente a partir de todas essas vivências, o que me despertou o olhar crítico para

enxergar o quanto a utilização da tecnologia pode ser eficiente para a aprendizagem da Matemática no âmbito da escola.

Além disso, como todo adolescente nascido na década de 90, meu interesse por jogos existiu e foi bem aguçado. A era do Super Mário, Top Gear, Mortal Kombat, BombarMan entre outros clássicos, marcou minha geração e traz saudades até hoje. Nessa época, sequer imaginávamos que anos à frente, teríamos na palma da mão um aparelho com tantas funcionalidades como o *smartphone*. Na verdade, quando o “tijolão<sup>1</sup>” chegou, só dava mesmo era para telefonar, e já era uma possibilidade inimaginável. Mas o que seriam dos jogos básicos, depois do lançamento do surpreendente Pokémon Go em 2016, pela Nintendo, utilizado em um *smartphone*? O jogo ficou famoso por utilizar a inovadora tecnologia da Realidade Aumentada (RA), como principal elemento, de modo a dar mais qualidade a experiência do jogador, além de despertar o sentimento de aventura, competição, engajamento, entre outros, não à toa tenha sido baixado mais de 678 milhões de vezes em todo o mundo<sup>2</sup>.

Estando entre um dos participantes dessa experiência fantástica com o Pokémon Go, durante a pandemia em 2020, ao decidir participar da seleção do mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM/Ufal), vinculado ao Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, pensei em submeter uma proposta de pesquisa que pudesse engajar todos esses elementos que ao longo de minha jornada pessoal, acadêmica e profissional despertaram meu interesse. Ao pensar no objeto matemático que eu poderia explorar com a RA, recapitulei minha experiência docente, e até mesmo de estudante, e pude recordar das dificuldades que sempre foi realizar as representações dos sólidos geométricos apenas utilizando o quadro branco e o pincel para quadro branco. Sendo assim, ao utilizar a RA, estaria criando uma possibilidade de qualificar a experiência de visualização tridimensional do estudante com os sólidos geométricos, melhorando sua capacidade de compreensão dos elementos e de suas características.

Além do mais, é válido destacar que, uma das fases mais importantes no ensino de Matemática que considero é durante o aprofundamento do contexto abstrato em objetos matemáticos, de modo específico, quando nos remetemos a Geometria no espaço, tratando de sólidos, espaço tridimensional, volume, por exemplo. Nesta fase, normalmente é cobrado do

---

<sup>1</sup> Será que hoje em dia um jovem, por exemplo com 10 anos de idade, sabe do que se trata?

<sup>2</sup> FLOWGAMES. **Sete anos após lançamento, Pokémon Go bate 678 milhões de downloads.** FlowGames, 14 Ago, 2023. Disponível em: <<https://flowgames.gg/7-anos-lancamento-pokemon-go-678-milhoes-downloads/>>. Acesso em 23 Out. 2023.

estudante um grau de abstração que ele costumeiramente não utiliza, e por isso, normalmente, é pouco desenvolvido na sua cognição. Isso pode gerar implicações que podem ir da dificuldade em entender, até a dificuldade em relacionar o conhecimento produzido nos muros da escola com as situações práticas do cotidiano.

Neste sentido, o uso de tecnologias digitais pode representar uma melhora significativa nesta abordagem, trazendo a oportunidade do estudante perceber quatro pilares básicos: o que é? Como é? Porque é? Como funciona? Essa motivação pode ampliar muito mais o interesse de aprender, o desafio de pesquisar e a naturalidade com que irá gerenciar a relação conhecimento/aplicação.

Partindo desse pressuposto, a presente pesquisa pretendeu-se responder ao seguinte questionamento: De que modo o uso do aplicativo VolumAR, na perspectiva da metodologia de Gamificação, pode contribuir para o aprendizado do volume de Sólidos Geométricos?

Como objetivo geral buscamos compreender de que modo o uso do aplicativo VolumAR, na perspectiva da metodologia de Gamificação, pode contribuir para o aprendizado do volume de sólidos geométricos. Além disso, buscou-se propor um aplicativo de RA para o estudo de sólidos geométricos; identificar quais as perspectivas e limitações do uso do aplicativo VolumAR na perspectiva da Gamificação para o aprendizado do volume dos Sólidos Geométricos; verificar como a utilização do aplicativo VolumAR colaborou na resolução dos problemas com volume dos Sólidos Geométricos; e avaliar as percepções dos participantes da pesquisa acerca da experiência do uso do aplicativo VolumAR, na perspectiva da metodologia de Gamificação, para o aprendizado do volume dos Sólidos Geométricos.

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Padre Antônio Duarte, localizada na cidade de Olho d'Água das Flores (AL), com 29 estudantes de uma turma de 3ª série do Ensino Médio, do turno matutino. De acordo com nosso plano metodológico, realizamos uma pesquisa do tipo intervenção, com abordagem qualitativa. A coleta de dados ocorreu através do aplicativo VolumAR, observação, diário de campo, entrevistas semiestruturadas e registros fotográficos.

Para análise dos dados coletados seguimos o fundamento da análise de conteúdo, proposta por Bardin (2016), compreendendo o discurso dos participantes e levando em conta a origem da mensagem, como é emitida, o canal pelo qual ela se propaga e como é recebida, observando os efeitos produzidos no processo. Para isso, seguimos o que propõe a autora, para as três etapas de análise: 1) Pré-análise; 2) Exploração do material; e 3) Tratamento dos resultados: inferência e interpretação.

Construindo uma base teórica, apresentamos uma fundamentação pautada em pesquisas e escritos considerados potenciais e significativos para contribuir com nossas discussões e

aprofundar nossas ideias e hipóteses acerca de nossos objetivos. Para isto, trazemos diversos pesquisadores e teóricos, evidenciando suas obras através de contribuições que implementam pesquisas e experiências agregadas a respeito do tema em questão, a listar: Carmo (2019), Prazeres (2019), Moraes (2018), Moreira (2018), Resende e Müller (2018), Oliveira (2018), Sampaio (2018), Andrade (2017), Alves e Coutinho (2016), Souza (2016), Alves (2015), Costa e Marchiori (2015), Webarch e Hunter (2012), Costa *et al.* (2009), Ferreira (2009), Lima *et al.* (2006), Lima *et al.* (2006), Pais (2006), D'Ambrósio (2001), Duarte (2005), Fainguelernt (1995), Hoffer (1981).

A dissertação está organizada de modo a dar sentido lógico a nossa proposta através da escrita em consonância com o que apresentamos. Sendo assim, na seção 1 trazemos os entes introdutórios e apresentamos as ideias iniciais do trabalho, contendo um breve resumo da trajetória pessoal, acadêmica e profissional do autor, sobretudo das motivações e relevâncias para com a escolha do tema pesquisado, o problema que norteou a pesquisa, os objetivos gerais e específicos que ajudaram a resolver o problema de pesquisa, uma breve descrição acerca do lócus e participantes da pesquisa, tipo e abordagem, bem como instrumentos de coleta e análise dos dados, e por fim os principais autores utilizados para construção das discussões apresentadas aqui.

Na seção 2 apresentamos uma discussão acerca do volume de sólidos geométricos, trazendo contribuições acerca da geometria no contexto do ensino; concepções do volume dos sólidos geométricos, em que elencamos os principais sólidos: Paralelepípedo retangular, Cubo, Cilindro, Pirâmide, Cone e Esfera; e as práticas educativas com volume de sólidos geométricos, onde apresentamos uma revisão sistemática da literatura, em que construímos um recorte de trabalhos publicados no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, sobre as abordagens metodológicas utilizadas por professores de Matemática no ensino do volume de sólidos geométricos nos últimos anos, com o intuito de mapear as produções de trabalhos que englobam a tecnologia digital associada ao ensino do volume de sólidos geométricos.

Na seção 3 trazemos discussões acerca da RA e da Gamificação, enfatizando o histórico de seus surgimentos, conceitos básicos, aplicações e o importante papel que podem desempenhar para o ensino dos sólidos geométricos no contexto da sala de aula de Matemática. Além disso, também trazemos uma revisão sistemática da literatura, em que apresentamos um recorte de trabalhos publicados no repositório de Teses & Dissertações da CAPES sobre essas temáticas, como forma de evidenciar a relevância que o tema desempenha para a Educação Matemática.

A seção 4 dá conta de apresentar os procedimentos metodológicos utilizados, em que descreve, de forma completa, o tipo de pesquisa, a abordagem da pesquisa, lócus da pesquisa, os participantes da pesquisa, os instrumentos para coleta de dados e o método de análise dos dados coletados.

Já na seção 5, trazemos o nosso Produto Educacional (PE), que foi elaborado ao final da pesquisa do conteúdo matemático, para facilitar a resolução do problema de pesquisa proposto e aplicado para a obtenção dos resultados da dissertação. Nosso PE refere-se ao aplicativo VolumAR, que foi desenvolvido para utilização na Gamificação que também desenvolvemos e intitulamos de “O código de Euclides”. Ambos estão descritos nesta seção, acompanhados de um tutorial de acesso formado por uma introdução descritiva, lista de materiais, *links* para acessar as aplicações e roteiro metodológico de utilização, valendo ressaltar que ambos estão disponíveis de forma gratuita e acessível.

Na seção 6, já levando em consideração a utilização do método da análise de conteúdo adotada (BARDIN, 2016), são apresentados os resultados produzidos durante a pesquisa que foram divididos em 03 categorias de análise. A categoria de análise 0 refere-se à caracterização tecnológica dos participantes da pesquisa, levantada por meio da entrevista inicial (Apêndice E) e das anotações feitas no diário de campo. A categoria de análise 01 está vinculada a análise da RA e da Gamificação como recursos para aprendizagem do volume dos sólidos geométricos. E a categoria de análise 02, importa-se em analisar a colaboração do aplicativo VolumAR para o aprendizado do volume dos Sólidos Geométricos.

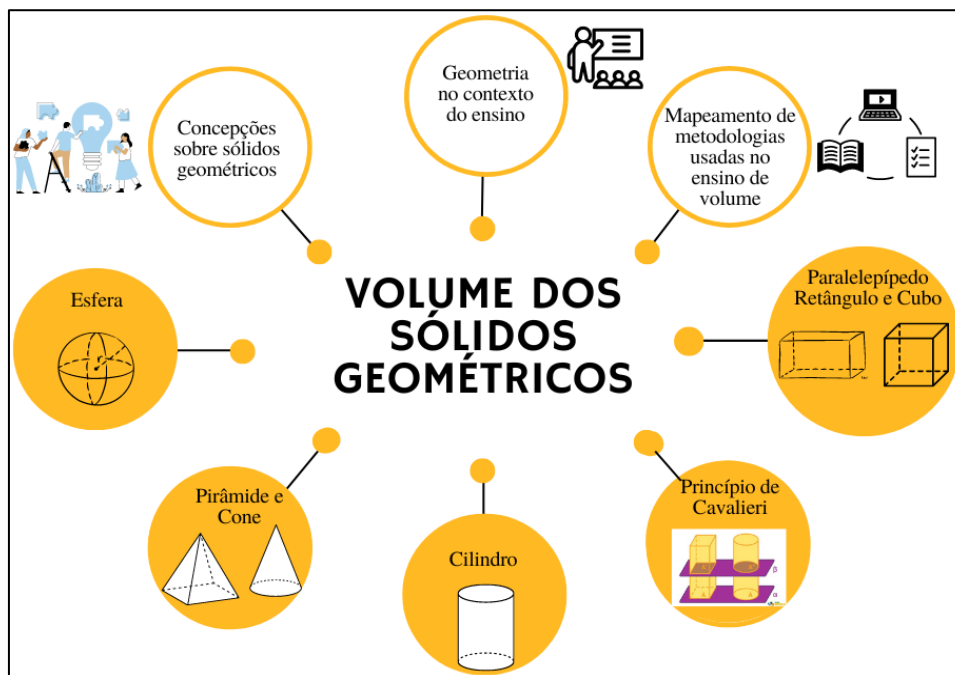
Por fim, apresentamos as considerações finais do trabalho, as referências e os apêndices. De modo a prestar organização bibliográfica e de documentos que foram utilizados ao longo de nossa pesquisa.

## 2. VOLUME DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

*“O céu deve ser necessariamente esférico, pois a esfera, sendo gerada pela rotação do círculo, é, de todos os corpos, o mais perfeito.”*

Aristóteles

**Figura 2:** Resumo da seção



**Fonte:** Autor, 2022.

O estabelecimento da Geometria dentro da Matemática está intimamente ligado a um campo específico, com uma abordagem peculiar, evidenciando a comum confusão de acreditar ser uma área isolada e distinta. Neste aspecto, a Geometria:

“É a ciência que investiga as formas e as dimensões dos seres matemáticos, ou ainda um ramo da matemática que estuda as formas, plana e espacial, com as suas propriedades, ou ainda, ramo da matemática que estuda a extensão e as propriedades das figuras (geometria plana) e dos sólidos (geometria no espaço)”. (Ferreira, 2009, p. 983)

Como descreve Ferreira (2009), a Geometria encontra-se dividida e está diretamente ligada a percepção de plano e espaço. Enquanto o primeiro relaciona o plano bidimensional, o segundo enfoca o espaço tridimensional, com conceitos e teorias em comum, mas com particularidades bem definidas.

Neste sentido, a seguir abordamos o contexto da Geometria dentro do processo de ensino deste conteúdo em sala de aula, no Ensino Médio.

## 2.1 A Geometria no contexto do ensino

O ensino da Geometria desempenha um papel significativo para o desenvolvimento do estudante, pois agrega ampliação da capacidade de abstração, problema comum do cotidiano, interpretação, comparação e estimação de resultados. Neste sentido, seu tratamento deve ter fundamento direto com as demais áreas da Matemática, não podendo ser tratada como uma área isolada.

No tratamento da Geometria Espacial, essa sistemática é muito mais significativa, por relacionar o espaço tridimensional, e, por sua vez, mobilizar ainda mais a abstração do estudante, considerado um grande empecilho para compreensão de conceitos mais específicos.

Neste sentido,

Precisamos analisar como os alunos têm percebido e explorado os conceitos geométricos espaciais quanto à abstração e a realidade; e como eles estabelecem a relação entre conceitos e fórmulas estudadas em Geometria Espacial. Precisamos, ainda, analisar a percepção do professor quanto à aprendizagem e quanto a avaliação dos seus procedimentos metodológicos. (Costa *et al.*, 2009, p. 1)

Há enfoque do papel do professor no tratamento da Geometria Espacial, considerando as percepções que eles criam e o reflexo disso em relação a compreensão do estudante, e a funcionalidade disso em situações práticas, que demandam aplicação da teoria e análise da situação. Neste sentido, o ensino da Geometria Espacial está embasado em um processo muito mais amplo que a memorização e aplicação de fórmulas, já que se estende a uma dimensão analítica e sistemática para dar sentido ao objeto estudado e as referências destes para construção de competências e habilidades que possam se tornar instrumentos utilizáveis fora do contexto escolar.

Por essa razão,

O ensino da Geometria não deve ser reduzido à mera aplicação de fórmulas e de resultados estabelecidos por alguns teoremas, sem a preocupação da descoberta de caminhos para sua demonstração, como também para dedução de suas fórmulas. (Fainguelemt, 1995, p. 46).

Uma compreensão ampla é trazida ao relacionar a Geometria de um modo geral, mas se for especificado o contexto por trás da Geometria Espacial é possível entender a importância

que o amadurecimento da abstração e do sentido prático dos conceitos reflete em relação ao uso de fórmulas. Essa realidade é complexa e cheia de obstáculos, parte do princípio da conscientização, mas muito mais do ensino pautado no sentido, no prático, no real, de modo que o estudante se sinta confiante e motivado a questionar uma situação, extrair informações sobre um problema e interpretar seus dados, construindo possíveis caminhos para solucioná-lo.

Muitas dessas dificuldades do estudante, consideradas como responsabilidade do professor, tem interpretação direcionada a importância dada ao conteúdo do tema e a abordagem com que o ensino é conduzido, levando em conta metodologias e recursos que estejam de acordo com os objetivos estabelecidos, mas também de acordo com a adaptação ao público que viverá o planejamento.

Dentre estas deficiências, decorrem alguns fatores: apontam alguns fatores que decorrem:

1. Ausência de trabalho com a Geometria de posição; 2. Ausência de trabalho com o Desenho Geométrico; 3. Desvalorização, por parte de muitos professores, das representações bidimensionais e tridimensionais de figuras geométricas, com a valorização da aprendizagem mecânica de conceitos e princípios geométricos; 4. Ausência de trabalho com a Geometria Espacial Métrica, em que os alunos são levados ao estudo dos poliedros e corpos redondos e têm a possibilidade de fazer suas representações planas. 5. Ausência, na maioria das escolas, de um trabalho com a percepção. (Hoffer, 1981; *apud* Costa *et al.*, 2009, p. 3 e 4).

Neste sentido, tais questões, quando unidas as dificuldades e defasagens de compreensão dos estudantes e às limitações no trato do ensino representativo, que leva em conta os recursos e metodologias pouco atrativos, representam desmotivação e comprometimento na qualidade da compreensão do conteúdo abordado. O papel de novas metodologias e recursos digitais é imprescindível para que se alcance objetivos mais ousados, de modo a abordar um ensino que envolva o interesse e que motive a curiosidade do estudante, assim como possibilite que ele realize relações diretas com as situações que vivencia em seu cotidiano.

Com isso, o papel das tecnologias digitais, através do uso de recursos modernos, enfatizamos o termo moderno porque não necessariamente precisa ser digital, assume papel importante, com a função de atrair e prender a atenção e promove a motivação em aprender, por meio de um contexto inovador e com maior dinamismo. O leque dessas possibilidades é amplo e diversificado, por isso é preciso que exista atenção e planejamento na escolha, de modo que seja um instrumento a mais para colaborar com o processo de aprendizagem da Geometria.

A Geometria Espacial traz uma peculiaridade, já que envolve o estudo de objetos matemáticos no espaço tridimensional, sendo, talvez, a primeira área da Matemática que faça isso, e, na maioria dos casos, a responsável para introduzir esse conceito ao estudante.

O estudo da Geometria Espacial, no contexto do Volume dos sólidos geométricos aborda um caminho simples, do ponto de vista prático, porém complexo do ponto de vista didático/pedagógico, já que seu tratamento envolve o uso de fórmulas, que surgem como uma ferramenta que facilita a realização do cálculo, mas que acaba sendo temida pelos estudantes que não conseguem relacioná-las com as situações que precisam ser aplicadas.

Tratamos, a seguir, sobre a concepção de sólidos geométricos, aprofundando conceitos e experiências no ensino.

## 2.2 Concepções sobre Sólidos Geométricos

A natureza e tudo o que nela existe é um retrato fiel, senão muito semelhante, do que conhecemos por sólidos geométricos. No entanto, listar as características que os tornam semelhantes não parece uma tarefa óbvia, sobretudo se essa caracterização precisar de conceitos específicos que a justifique. Afinal, o que é um sólido geométrico?

Embora existam características que construam uma zona de convergência para a conceituação dos sólidos geométricos, existem diversas abordagens conceituais a depender do ponto de vista considerado. Para Iezzi *et al.* e Dante (2016, 2012), “os sólidos geométricos são como algo maciço, não oco, limitado por polígonos planos e pertencentes aos poliedros”. Já para Lopes (2009, p. 5) “Os sólidos geométricos são volumes que têm na sua constituição figuras geométricas e podem ser poliedros, se só tiverem superfícies planas, ou não poliedros, se tiverem superfícies planas e curvas”. Nessa dissertação assumimos que sólidos geométricos são elementos tridimensionais que possuem volume, que é a quantidade de espaço ocupado pelo corpo estudado.

Mas por que é importante estudar os sólidos geométricos? Por vezes, essa pergunta é feita por estudantes que não conseguem compreender o significado do conhecimento matemático, produzindo um processo inverso a respeito da relação estabelecida com questões que eles vivem em seu cotidiano.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC),

[...] a Geometria não pode ficar reduzida a mera aplicação de fórmulas de cálculo de área e de volume nem a aplicações numéricas imediatas de teoremas sobre relações de proporcionalidade em situações relativas a feixes de retas paralelas cortadas por retas secantes ou do teorema de Pitágoras. (Brasil, 2018, p. 272).

Esse entendimento trazido pela BNCC, evidencia a justificativa que o professor de Matemática insiste em transmitir, mas que muitas das vezes não é compreendida: *ensinamos*

*Matemática para que o estudante possa adquirir competências significativas que o ajude a resolver problemas do seu dia a dia.* De um modo geral, a falta desse entendimento nem é tão somente pela falta de percepção do estudante, mas também de como ele é, e para o que é preparado. Essa confusão de objetivos acerca da formação, também acaba criando dúvidas com relação à forma que o estudante deve utilizar para estudar, pois o objetivo final acaba limitando o alcance e a importância que pode, e deve ser dada.

Neste sentido, Souza (2016, p. 19) aponta que

As diversas habilidades que os estudantes poderiam adquirir para seu desenvolvimento acabam sendo limitadas à memorização de fórmulas e definições para a resolução de exercícios e uma futura avaliação. (Souza, 2016, p. 19)

Continuando, o autor propõe uma constatação idealizada pelo professor:

Isso precisa ser mudado, pois a própria natureza do conhecimento geométrico é oposta a esse tipo de situação e é importante que as mudanças no pensamento geométrico dos alunos sejam provocadas ainda na escola, desde a Educação Infantil. (Souza, 2016, p.19)

Este mesmo autor enfatiza que, talvez, a mudança de mentalidade a respeito da significação do conhecimento geométrico precisa ocorrer principalmente dentro da escola, sobretudo desde o início da vida escolar do estudante, constituindo um processo contínuo e permanente.

Essa dificuldade é comum e pode ter raízes com soluções simples, muitas das vezes apenas com mudança de postura, planejamento e até mesmo do sentido dado a aula e também ao objeto matemático. Além disso,

Um dos fatores que talvez contribuam para esse fato, é que, muitas vezes, os professores não costumam incentivar os alunos a explorar o espaço a sua volta e acabam apresentando os conteúdos sem nenhuma relação com o cotidiano dos alunos (Souza, 2016, p. 23).

Com isso,

As aulas, que poderiam ser interessantes, muitas vezes acabam sendo somente expositivas através da explicação do professor, fazendo uso apenas do recurso quadro e pincel para apresentação de fórmulas e aplicação das mesmas na resolução de exercícios (Souza, 2016, p. 23).

Notamos que essa constatação reflete diretamente o comportamento adotado pelo professor durante o seu planejamento, e até mesmo quando o leva a execução. Tais construções tendem a limitar o alcance da referência construída e também da importância

aplicada pelo estudante. Os recursos utilizados podem atingir dois extremos, referenciando a possibilidade de partir do envolvimento e da aproximação até chegar no distanciamento do estudante na aula, no sentido figurado.

Mas será que o problema é resumido unicamente nesta questão levantada por Souza (2016, p. 23)? Naturalmente não, pois o aprendizado é uma variável complexa, que depende de diversos fatores, dos mais distintos possíveis, mas é útil perceber que, na maioria das vezes, essa dificuldade nasce na origem da vida escolar, e acaba sendo cultivada até a chegada do estudante no Ensino Médio.

A seguir, construímos um tópico contendo conceitos explicativos e matemáticos acerca do volume dos sólidos geométricos que trazemos em questão, a saber: Cone, Cilindro, Cubo, Esfera, Paralelepípedo e Pirâmide. Além disso, trazemos também uma rápida explanação acerca do Princípio de Cavalieri, condição necessária para a compreensão das fórmulas matemáticas utilizadas no cálculo do volume de alguns desses sólidos. Vale destacar que nosso objetivo não é o de reescrever conceitos, muito menos demonstrar fórmulas matemáticas. No entanto achamos útil e viável trazermos uma caracterização que colabora com nossa pesquisa, trazendo recortes que agregam a compreensão do objeto matemático que estamos abordando neste trabalho.

### **2.3 Volume dos sólidos geométricos**

Como pertencem ao espaço tridimensional, os sólidos geométricos possuem comprimento, largura e profundidade, e isso implica comentar que estes possuem um volume associado à sua geometria. No entanto, determinar esse volume, embora pareça uma tarefa simples, por meio das relações matemáticas pré-determinadas, não é algo trivial, sobretudo se levarmos em conta as especificidades de cada sólido e o contexto intuitivo a que se atrela a geometria de sua forma. Ou seja, não estamos nos referindo apenas a atribuir o significado numérico de volume, mas a uma grandeza muito mais significativa que apenas uma quantidade.

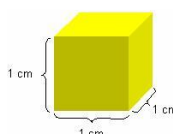
Dentro dessa perspectiva, para que possamos construir a ideia efetiva do cálculo de volume dos sólidos, é imprescindível determinar o conceito intuitivo de volume, ou seja, o que, de fato, significa o volume de um sólido e como ele pode ser denotado a partir de um sistema comparativo entre elementos de dimensões semelhantes, mas com proporções diferentes.

De acordo com Lima *et al.*,

“Intuitivamente, o volume de um sólido é a quantidade de espaço por esse ocupado. Para exprimir essa “quantidade de espaço” através de um número, devemos compará-la com uma unidade; e o resultado dessa comparação será chamado de volume” (2006, p. 279)

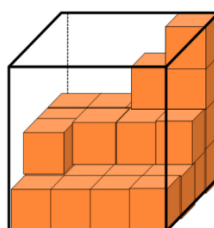
Neste sentido, (Lima *et al.*, 2006) atrelam a noção de volume a uma comparação numérica por meio de uma unidade adotada. Afim de apresentar o conceito de volume, Lima *et al* (2006, p.280) apontam que o volume dos sólidos pode ser comparado ao volume de um cubo unitário, com arestas medindo 1 unidade de comprimento (u.c.), onde para cada unidade de comprimento, haverá proporcionalmente uma unidade de volume, ou seja  $1(\text{u.c.})^3$ . Para estabelecer uma melhor compreensão, trazemos um sistema de comparação entre um cubo unitário e um cubo qualquer:

**Figura 3** – Cubo unitário (adaptado)



**Fonte:** Volume De Cubo 1 cm – Pesquisar (bing.com), 2022.

**Figura 4** – Cubo qualquer preenchido por vários cubos unitários (adptado)



**Fonte:** Volume De Cubo – Pesquisar (bing.com), 2022.

Observando as figuras 3 e 4, acima, perceba que o cubo da figura 4 é constituído pela junção de 64 cubos semelhantes ao da figura 3, que, naturalmente, é menor. Ou seja, estamos a preencher o cubo da figura 4, com 64 cubos unitários semelhantes ao da figura 3. Observando que o cubo unitário da figura 3 possui volume de  $1 \text{ cm}^3$ , o volume do cubo da figura 4, será dado pela soma do volume de todos os cubos unitários da figura 3, que será necessário utilizar para formar o cubo da figura 4.

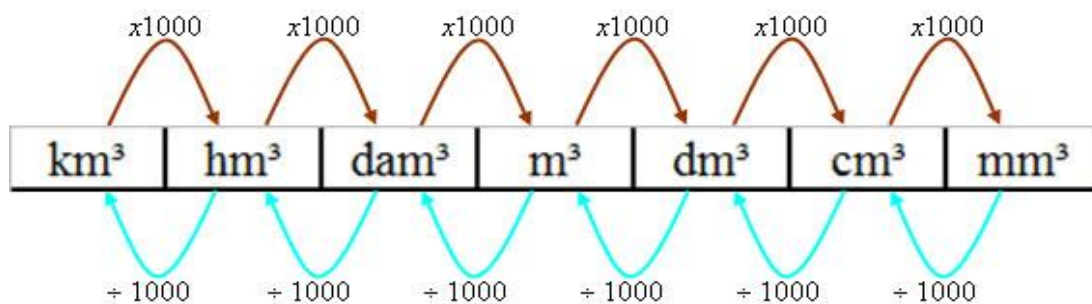
Sendo assim, podemos entender que “o volume de um sólido S deve ser o número que exprime quantas vezes o sólido S contém o cubo unitário”. (Lima *et al.*, 2006, p. 280)

O exemplo anterior traz uma referência ao cubo unitário, tomando suas arestas com dimensão de 1 cm, e por isso indicando o volume em  $\text{cm}^3$ . No entanto, de acordo com o SI,

existem múltiplos e submúltiplos que podem ser utilizados para representar o volume de um sólido geométrico, variando de acordo com a geometria do corpo.

A figura a seguir, apresenta essa relação entre as unidades e os critérios de transformação utilizados para representação no sistema métrico e adotado no Brasil:

**Figura 5** – Unidades de medida de volume (adaptado) <sup>3</sup>



**Fonte:** Unidades de Medida de Volume - Mundo Educação (uol.com.br), 2023.

Podemos notar que as unidades de medida de volume estão relacionadas com as unidades de medida de comprimento que representam as dimensões do sólido. Além disso, é possível perceber que o  $\text{m}^3$  é o ponto central do eixo, onde à sua esquerda estão os chamados múltiplos (unidades maiores que o  $\text{m}^3$ ) e à sua direita estão os chamados submúltiplos (unidades menores que o  $\text{m}^3$ ). Por fim, é possível estabelecer uma relação entre essas unidades utilizando o fator 1.000, que será multiplicado se o volume passar para uma escala métrica maior, ou dividido se o volume passar para uma escala métrica menor.

A seguir, apresentaremos, de forma conceitual, o cálculo do volume dos principais sólidos geométricos, a listar: Paralelepípedo Retangular, Cubo, Cilindro, Pirâmide, Cone, Esfera.

É válido destacar que não se pretende trazer uma abordagem técnica, nem tampouco demonstrar fórmulas, embora mostremos elementos e informações que auxiliam essa finalidade com o intuito de apresentar esses conceitos de forma sintética. Portanto, essa abordagem pretende colaborar diretamente com o aprofundamento básico e elementar de nossa proposta.

<sup>3</sup>  $\text{km}^3$  - quilômetro cúbico ;  $\text{hm}^3$  - hectômetro cúbico;  $\text{dam}^3$  - decâmetro cúbico;  $\text{m}^3$  - metro cúbico;  $\text{dm}^3$  - decímetro cúbico;  $\text{cm}^3$  - centímetro cúbico;  $\text{mm}^3$  - milímetro cúbico.

### 2.3.1 Volume do Paralelepípedo Retângulo e do Cubo

De acordo com Lima *et al* (2006, p.282), o volume do Paralelepípedo retangular é representado por  $V(a, b, c)$ , onde  $a$ ,  $b$  e  $c$  são as dimensões desse sólido. Se o Cubo possuir dimensões 1 (cubo unitário), isso implica que  $V(1, 1, 1) = 1 \text{ u.v.}$  (unidade de volume).

Além disso, de acordo com o Teorema fundamental da proporcionalidade, se for mantida constantes duas dimensões de um paralelepípedo retângulo, seu volume é proporcional à terceira dimensão, correspondendo a uma função do 1º grau. Isto é, se mantivermos constantes a área da base, o volume será proporcional a profundidade do sólido, da mesma forma, se mantermos constante a profundidade do sólido, o volume será proporcional à área da base.

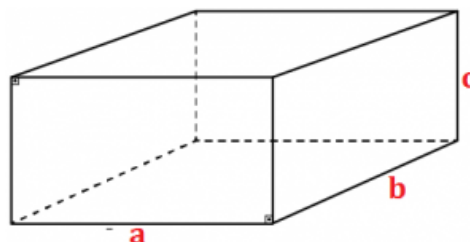
Em outras palavras:

**TEOREMA FUNDAMENTAL DA PROPORCIONALIDADE:** “Sejam  $x$  e  $y$  grandezas positivas. Se  $x$  e  $y$  estão relacionadas por uma função crescente  $f$ , tal que para todo natural  $n$ ,  $f(nx) = nf(x)$ , então, para todo real  $r$ , tem-se que  $f(rx) = rf(x)$ .” (Lima *et. al.*, 2006, p. 283).

Logo, levando em conta o Teorema apresentado acima, sendo  $a$ ,  $b$  e  $c$  as dimensões de um paralelepípedo, temos que:

$$\begin{aligned} V(a, b, c) &= V(a \cdot 1, b, c) \\ &= aV(1, b \cdot 1, c) \\ &= abV(1, 1, c) \\ &= abV(1, 1, c \cdot 1) \\ &= abcV(1, 1, 1) \\ &= abc \cdot 1 \\ &= abc \end{aligned}$$

Desta forma, conclui-se que o volume de um Paralelepípedo retangular será dado pelo produto de suas dimensões. Além disso, a face composta por duas dimensões é conhecida como base e esta pode ser assumida por quaisquer faces do sólido, o que justifica a afirmação de que *o volume do paralelepípedo retângulo é o produto da área da base pela altura*. Na figura abaixo, nota-se que a base do Paralelepípedo retangular é composta pelas dimensões  $a$  e  $b$ .

**Figura 6** – Paralelepípedo retangular (adaptado)

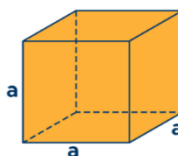
Fonte: Paralelepípedo retângulo – Pesquisar (bing.com), 2022.

Portanto, teremos que:

$$V = \text{Área da base} \cdot h$$

Equação 1 - Volume do Paralelepípedo

O Cubo é um caso especial de Paralelepípedo Retangular, formado por seis faces quadrangulares, logo com arestas de comprimentos iguais, conforme figura 05, abaixo. Por este motivo, para o cálculo de seu volume, é possível utilizar o que preconiza a equação 01.

**Figura 7** – Cubo (adaptado)

Fonte: [Cubo volume \(bing.com\)](#), 2022.

$$V = \text{Área da base} \cdot h$$

Equação 02 - Volume do cubo

$$V = a^3$$

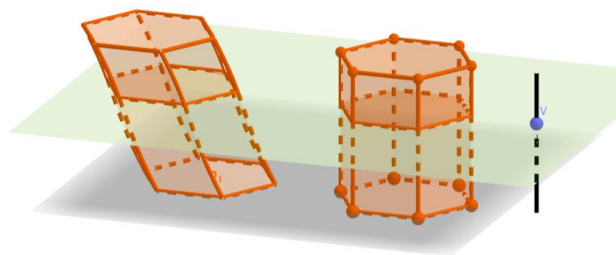
### 2.3.2 O Princípio de Cavalieri

A construção do modo de cálculo do volume do Paralelepípedo retangular foi simplificada com o Teorema Fundamental da Proporcionalidade. No entanto, para o cálculo do volume de outros sólidos geométricos, é necessário utilizar ferramentas e estratégias que sejam o mais abrangentes possível. Sendo assim, utilizaremos o Princípio de Cavalieri, que é um axioma, diz que:

**PRINCÍPIO DE CAVALIERI (Axioma)** – São dados dois sólidos e um plano. Se todo plano paralelo ao plano dado secciona os dois sólidos segundo figuras de mesma área, então, esses sólidos têm mesmo volume (Lima et. al., 2006, p. 285).

Esse Axioma é simbolizado, graficamente, na figura 06, abaixo:

**Figura 8** – Apresentação gráfica do Princípio de Cavalieri



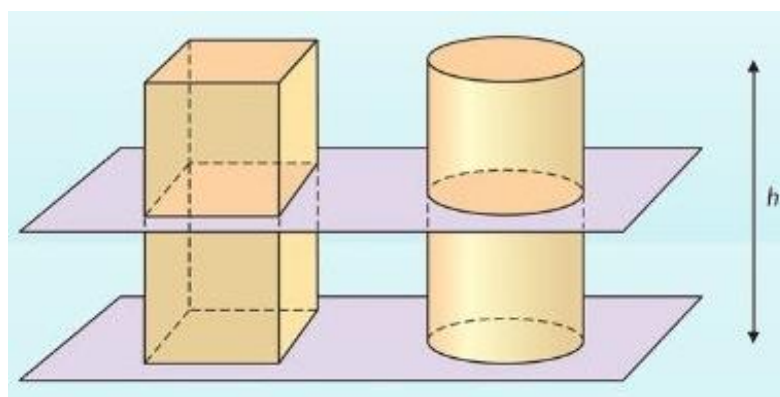
Fonte: GeoGebra, 2023.

O Princípio de Cavalieri é uma ferramenta muito importante, pois torna possível calcular o volume de alguns prismas que possuem geometria desconhecida comparando-os com outros já conhecidos. Cavalieri percebeu que a mesma razão que existe entre as áreas seccionadas pelos planos paralelos nos dois prismas, também existe para o volume destes. Com isso, é possível determinar o volume do prisma de geometria desconhecida.

### 2.3.3 Volume do Cilindro

Para o cálculo do volume do Cilindro, recorreremos ao Princípio de Cavalieri, onde podemos compará-lo a um sólido conhecido. Esta relação de igualdade mantém o conceito de volume, comparando-o a um sólido conhecido, com plano secante constituindo bases de mesma área, porém valendo ser observado que a base do cilindro é um círculo.

**Figura 9** – Aplicação do princípio de Cavalieri com Paralelepípedo retangular e Cilindro



Fonte: Cilindro e Princípio de Cavalieri - Bing images., 2023.

Desta forma, o volume do Cilindro será calculado através do produto entre a área da base e a sua altura. Considerando que a área do círculo é  $\pi r^2$ , o volume será dado por:

$$V = \text{Área da base} \cdot h$$

$$\text{Equação 03 - Volume do Cilindro}$$

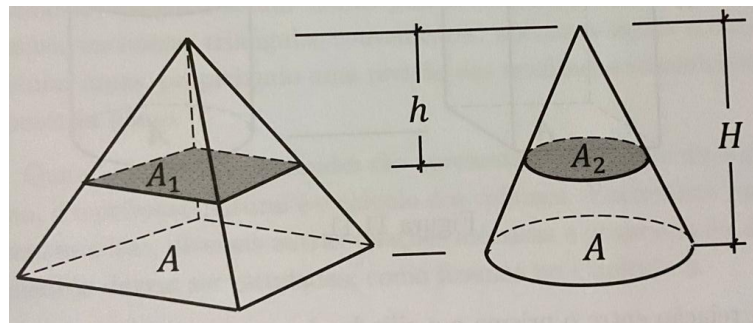
$$V = (\pi r^2) \cdot h$$

$$V = \pi r^2 h$$

### 2.3.4 Volume da Pirâmide e do Cone

Ao considerarmos o Princípio de Cavalieri, observa-se, também, sua aplicação para os casos da Pirâmide e do Cone, o que determina que os volumes de ambos são obtidos partindo do mesmo princípio. Como nosso foco não é a demonstração das fórmulas, não iremos aprofundá-las, mas deixamos você ciente de que, para esses casos, a demonstração também existe.

**Figura 10** – Pirâmide e Cone



Fonte: Lima *et al.*, 2006.

Analogamente ao caso dos prismas apresentados anteriormente, usando como referência o Cilindro, para a Pirâmide e o Cone, calcula-se o volume através do produto entre a terça parte da área base e a altura.

Para a Pirâmide, teremos que:

$$V = \frac{1}{3} \text{Área da base} \cdot h$$

Equação 04 - Volume da Pirâmide

Para o Cone, teremos que:

$$V = \frac{1}{3} \text{Área da base} \cdot h$$

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

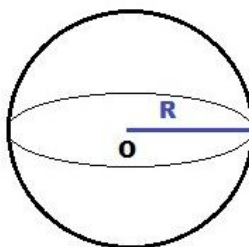
Equação 05 – Volume do Cone

### 2.3.5 Volume da Esfera

Ao considerarmos o Princípio de Cavalieri, observa-se também sua validade para o caso da Esfera, comparada a um Cilindro. Existe um caminho para chegar até a fórmula matemática,

mas não nos ateremos a essa atividade. A seguir, é possível observar a representação de uma esfera por meio do espaço bidimensional, com a utilização de recurso gráfico simplista:

**Figura 11 – Esfera**



**Fonte:** Volume da esfera – (bing.com), 2022.

Observe que o volume da esfera é proporcional apenas ao raio. Neste sentido, o volume da esfera é dado por:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

**Equação 06 - Volume da Esfera**

A seguir, apresentaremos algumas considerações acerca das práticas educativas com volume de sólidos geométricos, com o intuito de exibir algumas práticas utilizadas pelos professores em suas aulas.

## **2.4 Práticas educativas com volume de sólidos geométricos**

Ao consolidar tais informações acerca do volume dos sólidos geométricos (Paralelepípedo Retangular, Cubo, Cilindro, Pirâmide, Cone, Esfera), uma dúvida deve permear sua mente: Qual a melhor abordagem e a luz de quais instrumentos, o ensino do volume desses sólidos pode proporcionar uma aprendizagem que gere significado ao estudante? Essa é uma questão ampla e complexa, sem uma resposta pronta. Analisá-la também passa a ser uma necessidade nossa, pois entendemos que o meio é responsável por determinar os resultados, e os melhores meios podem gerar melhores resultados.

Como já mencionamos anteriormente, o ensino de sólidos geométricos traz a abordagem do espaço tridimensional, e isso exige do estudante um grau de abstração que, em muitas das vezes, não está preparado para colocar em prática. Essa necessidade surge, principalmente, para que consiga visualizar os sólidos no espaço, percebendo características e elementos que estão apenas em sua imaginação.

Em referência a isso,

“A Geometria Métrica, especialmente no cálculo de volume de sólidos geométricos é considerada de difícil entendimento porque necessita de visualização e, geralmente no ensino tradicional, o professor utiliza-se apenas de configurações geométricas, ou seja, desenhos geométricos para apresentar aos alunos e propiciar melhor entendimento do assunto, limitando esse entendimento, resultando num trabalho mecânico, limitado e que não estimula a reflexão” (Pais, 2006, p. 111).

Tais necessidades abordadas, refletem diretamente no nível e tempo de desenvolvimento a que se submetem os estudantes, levando em conta que as limitações impostas são requisitos fundamentais para que se efetive o aprendizado, com plena eficiência, mas também eficácia (Pais, 2006).

Acreditamos que a tecnologia assume um papel fundamental, sobretudo a que aqui destacamos, a Realidade Aumentada (RA), pois esta permite uma exploração visual dinâmica e de qualidade, aproximando-se, significativamente, da experiência com o mundo real, já que os objetos virtuais qualificam a visualização de características e elementos desses sólidos.

Em outras vertentes, a de se questionar a ausência da tangibilidade na tecnologia, mas é possível defender que vivemos em uma era digital, em que a tecnologia bate em quase todas as portas, e a qualificação da experiência tecnológica das pessoas reúne atributos que estão cada vez mais próximos de seu cotidiano.

Além disso, também defendemos que a tecnologia é capaz de proporcionar dinamismo a experiência, quando, em tempo real, o usuário pode, com um simples clique, aumentar ou diminuir a dimensão de um sólido, e, assim, simultaneamente, também modificar o volume deste, fato não tão simples de manipular se nos referirmos a objetos concretos, por exemplo.

Além disso, a Matemática ensinada dentro da sala de aula precisa ser funcional,

[...] chama-se a atenção para a necessidade de se relacionar a matemática com os demais setores da sociedade, sobretudo reconhecendo os novos desenvolvimentos das ciências e da tecnologia. O grande desafio que nós, educadores matemáticos encontramos é tornar a matemática interessante, isto é, atrativa, relevante, isto é, útil; e atual, isto é, integrada no mundo de hoje (D’Ambrósio, 2001, p. 14-15).

D’Ambrósio (2001) chama atenção para uma questão muito pertinente e antiga, acerca de um grande, senão o maior desafio que o professor de Matemática possui em sua prática docente, que é de fazer com que o conteúdo esteja alinhado com os interesses do estudante, sobretudo no caráter da utilidade, do sentido e do objetivo concreto, naquilo que faz com que ele mesmo perceba que é importante aprender simplesmente por suas necessidades enquanto pessoa. E principalmente como ele irá aprender, já que as demandas do meio com que o conhecimento deve chegar até o estudante parece-nos estar em um processo de modificação,

levando em conta a nova era digital e tecnológica emergida pela banalização dos *smartphones* e da internet.

Tais limitações metodológicas acabam produzindo um efeito mecânico no ensino, construindo uma barreira estrutural entre o objeto matemático e a aprendizagem do estudante. Neste sentido, acredita-se que:

Hoje os materiais didáticos como livros e apostilas contribui muito para a aprendizagem ser deficiente, faltam contexto, aplicações da realidade, imagens e mostrar como o educando possa aplicar determinado conteúdo no seu cotidiano. Os conteúdos geométricos propostos pela maioria dos livros privilegiam a álgebra na sua resolução e poucos exigem raciocínio dedutivo ou demonstração, e também não tem muito a passagem da geometria empírica para a dedutiva (Moraes, 2018, p. 23).

Levando em conta a disseminação tecnológica, ao relacionarmos a contribuição de Moraes (2018) ao ensino do volume dos sólidos geométricos, destacamos que tais limitações se potencializam, sobretudo quando da fixação de paradigmas de ensino já ultrapassados, se assim nos permite ousar tratar. Entre outras observações, é possível destacar que algumas práticas fomentam tal problema, principalmente quando: o quadro branco e o pincel para quadro branco são as principais ferramentas na mão, o livro didático é utilizado com o fundamento da representação, onde as figuras ali simbolizadas limitam a experiência na visualização do espaço tridimensional, há ausência de conexões com o mundo em volta do estudante, a aula é mais focada no resultado do que no caminho para alcançá-lo, e os recursos utilizados não são diversificados, insistindo sempre nos mesmos caminhos.

Há a complementação que:

Está faltando mostrar metodologias apropriadas ao que ele está estudando, dá significado a conteúdos e propor estratégias que melhorem seu aprendizado, pois em muitas situações o educando não tem dificuldade para aprender, mas sim desinteresse; pois não conseguem usar a matemática como ferramenta que facilita e sim pensam a matemática como uma barreira (Moraes, 2018, p. 23).

Nesse aspecto, Moraes (2018) traz uma constatação acerca dessas dificuldades dentro do processo de aprender do estudante, muito mais ligadas ao desinteresse, pela forma com que a aula está conduzida, do que das suas dificuldades. Essa constatação é significativa para que percebamos o quão necessário se torna ampliar a forma com que o conteúdo é tratado na sala de aula, em prol da eficiência necessária para o alcance do êxito nos objetivos, tanto do ensino, por parte do professor, quanto da aprendizagem, por parte do estudante.

Todavia, tais constatações requerem soluções que colaborem com a superação dos problemas aqui apresentados, compostas por possibilidades que estejam à disposição do professor e que sejam efetivas e eficientes nesse processo.

Como forma de criar um panorama de possibilidades já construídas no meio científico, resolvemos mapear pesquisas que apresentem abordagens acerca das aplicações do ensino de volume de sólidos geométricos na sala de aula. Para isso, consultamos o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES através da busca de trabalhos realizados entre o período de 2018 a 2022, apresentado a seguir.

#### **2.4.1 Revisão de literatura de estudos correlatos**

Para realização desse mapeamento, utilizou-se a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) proposta por Kitchenham (2004), que estabelece como método de identificação, avaliação e interpretação de pesquisas relevantes acerca da problemática abordada, compreendida como meio secundário de estudo e necessário para construir um panorama histórico, sistemático e resumido dessas produções.

Quatro etapas metodológicas são adotadas em sequência:

**I. Identificação e planejamento da pesquisa** – Neste primeiro momento, foi elencada uma questão para nortear a pesquisa, como forma de estabelecer o problema a ser investigado. Desta forma, foi escolhida a seguinte questão base:  
Quais abordagens metodológicas são utilizadas por professores de Matemática no ensino de volume de sólidos geométricos?

Foram realizadas buscas na base de dados do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES; O período de busca correspondeu aos anos de 2018 a 2022, por termos considerados o intervalo dos últimos 5 anos; Como critério de seleção usou-se os filtros “ensino” e “ensino de Ciências e Matemática”, ligados à área do conhecimento; para realização da busca na base de dados, utilizou-se o termo “volume”. Como critério de inclusão optou-se por observar os títulos em que apareciam termos relacionados a “ ensino de volume”, e a partir daí foram escolhidos aqueles que apontavam abordagens com recursos tecnológicos e digitais relacionadas ao ensino de volume de sólidos geométricos.

**II. Seleção de estudos primários** – Foram escolhidos aqueles trabalhos que possuíam palavras-chave relacionadas a “volume” e que continham o termo “ensino de volume” no seu título. Como critério de exclusão foi feita a leitura dos resumos e descartados aqueles que não foram aplicados à Educação Básica.

**III. Extração e monitorização dos dados** – Após a fase de seleção, foram realizadas as leituras dos trabalhos escolhidos como forma de constatar a pertinência com o tema investigado.

**IV. Síntese de dados** – Após identificar os trabalhos a serem utilizados, fizemos a análise e apresentação dos dados, como forma de sistematizar as produções num contexto histórico. Em relação a busca realizada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES com a palavra-chave “volume”, foram identificados 14 trabalhos. Após a leitura dos títulos, sendo a presença das palavras-chave “cálculo do volume”, “ensino de volume” ou “conceito de volume” o critério de inclusão, foram selecionados 12 trabalhos. Em seguida, como critério final de exclusão, foi realizada a análise dos resumos para retirar aqueles que não abordavam o ensino de volume na Educação Básica e que não enfatizavam a utilização de algum tipo de recurso tecnológico digital, chegando ao número final de três trabalhos selecionados.

**V. Resultados** - A seguir, apresentamos um quadro resumo com as pesquisas selecionadas e categorizadas após aplicação do método da RSL:

**Quadro 1:** Informações de Teses e Dissertações selecionadas do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES

| N. | Título da pesquisa                                                 | Autor/Ano                       | Abordagem metodológica | Modalidade  | Programa de Pós-Graduação |
|----|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------|---------------------------|
| 01 | Geometria e visualização: ensinando volume com o software GeoGebra | Raissa Samara Sampaio (2018)    | USO DO GEOGEBRA        | Dissertação | PPG-MAT (UNESP)           |
| 02 | Geometria Espacial – Cálculo de Volume usando App Inventor         | Daniel Monteiro da Silva (2018) | USO DO APP INVENTOR    | Dissertação | PMPEM (UEPA)              |
| 03 | O Geogebra permeando o ensino de volume de sólidos                 | Allan Miranda do Carmo (2019)   | USO DO GEOGEBRA        | Dissertação | PMPEM (UEPA)              |

**Fonte:** Autor, 2022.

Observa-se que dos 14 trabalhos selecionados com a busca pela palavra-chave “volume”, apenas 3 abordavam o ensino de volume na Educação Básica com a utilização de algum recurso tecnológico e digital. As pesquisas que foram selecionadas, foram realizadas nos anos 2018 e 2019, chamando a atenção para a baixa produção de trabalhos com essas características e o espaço de tempo dessas produções em detrimento das urgências emergidas para esse contexto, tendo a produção mais recente datada de três anos atrás, havendo escassez nesse tipo de produção.

Outro fator que merece destaque é o fato da ausência de teses de doutorados, de modo que todos os três trabalhos selecionados são provenientes de dissertações de Mestrado. Essa falta de produção em nível de Doutorado mostra diretamente a baixa produção de novos materiais e ferramentas que possam colaborar com o ensino do volume de sólidos geométricos

na perspectiva das ferramentas tecnológicas e digitais, limitando o leque de ferramentas disponíveis para o professor de Matemática.

Dentre os três trabalhos selecionados, dois utilizaram o *Software GeoGebra* e um utilizou a oficina de aplicativos do *App Inventor*. Nesse aspecto, nota-se que 02 trabalhos enfocaram recursos de apresentação e de manuseio dinâmico, no contexto de exploração das ferramentas estabelecidas no *software*, enquanto um trabalho trouxe a perspectiva do trabalho integrado a perspectiva de “mão na massa”, onde os estudantes foram levados a produzir o recurso, e que a medida que fixaram os conceitos necessários para manipular a construção do aplicativo, compreenderam os conceitos e elementos do objeto matemático, aliado as funcionalidades disponíveis na ferramenta por ele construída.

Além disso, observamos ainda que nenhum trabalho fez utilização da RA para o ensino de volume, o que confirma nossa hipótese destacada anteriormente de que, embora a RA não seja recente, sua utilização na educação ainda o é, o que justifica a baixa produção de materiais dentro dessa perspectiva tecnológica, disponíveis para utilização na sala de aula.

A seguir, apresentamos um pequeno resumo dos trabalhos selecionados, de modo a expor os recursos utilizados pelos pesquisadores e suas principais ideias:

- Sampaio (2018) utilizou o *software GeoGebra* em aulas relacionadas a ideia de volume com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública e integral da rede municipal de São José dos Campos (SP), buscando compreender como a visualização pode ser potencializada com a tecnologia em aulas de geometria. Como resultado, a pesquisadora constatou que “Movimento é uma possibilidade para a compreensão do objeto geométrico, a visualização é relevante para que aluno possa realizar investigações de propriedades geométricas e para a formação da ideia geométrica de volume. Estas são as Categorias de Análise que, ao serem discutidas, nos levam à compreensão de que há uma potencialidade para a aprendizagem geométrica com as tecnologias por haver a intenção do sujeito em compreender os desafios que o professor lhe propõe” (Sampaio, 2018, p. 5).
- Moreira (2018) realizou sua pesquisa com estudantes da 3ª série do Ensino Médio, em uma escola da rede estadual do Maranhão, localizada na cidade de Maracáçumé (MA), buscando verificar se a construção de aplicativos utilizando a oficina do *App Inventor*, voltada para o ensino de geometria espacial, torna a aprendizagem desse assunto mais eficaz. Como resultado satisfatório, o autor confirma que pôde observar uma “excelente superação de dificuldades ao fim do experimento, no que concerne em realizar operações com diversos tipos de números, e também em interpretação e conversão de

questões, bem como a fundamentação algébrica e estruturação lógica operacional das fórmulas matemáticas que é exigida no momento de programar o aplicativo” (Moreira, 2018, p. 4).

- Carmo (2019) utilizou a Engenharia Didática como forma de sistematizar sua pesquisa, que foi realizada com estudantes da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual do Pará, localizada na cidade de Belém. O autor utilizou o *GeoGebra* como ferramenta tecnológica para o ensino de volume de sólidos geométricos, em que buscou compreender se a utilização de uma sequência didática com apoio dessa ferramenta favorece uma melhor compreensão sobre o cálculo de volume. Como resultado, o autor afirma que a aplicação de sua proposta foi favorável no aprendizado dos estudantes, uma vez que possibilitou a estes a descoberta e entendimento de conceitos e propriedades do volume dos sólidos geométricos de forma objetiva, em oposição com os meios tradicionais que costumeiramente os professores utilizam em suas aulas.

## VI. **Constatações gerais**

A produção científica a respeito do uso de recursos tecnológicos e digitais para o ensino de volume de sólidos geométricos ainda é muito limitada e escassa, necessitando de mais pesquisas que possam contribuir para uma base sólida, para estabelecer o uso desses mecanismos num cenário de normalidade e naturalidade. Além disso, é necessário destacar a ausência de trabalhos que enfoquem o uso da RA nesse cenário, o que deixa clara a ideia da prematuridade desse tipo de tecnologia dentro da perspectiva do ensino de Matemática, em especial no que diz respeito ao ensino do volume de sólidos geométricos.

De um modo geral, é possível observar que todos os trabalhos selecionados apresentam a preocupação em destacar a importância da utilização de um recurso tecnológico e digital como elemento significativo no processo de ampliação das possibilidades de aprendizagem de volume para os estudantes, tomando como premissa a ideia de que tratam-se de ferramentas que podem melhorar a visualização dos sólidos tridimensionais, e assim, por meio da dinâmica e interação promovidas, despertar o interesse e a motivação nos estudantes, de forma a melhorar as práticas de ensino da Matemática, sobretudo na compreensão do volume dos sólidos geométricos.

Neste sentido, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), se apresentam com significativo destaque por relacionar elementos que são característicos dessa nova geração, envolvida nas tecnologias e mídias digitais, capaz de produzir um ensino de Matemática pautado em elementos do mundo digital, sendo um contexto já conhecido pelos

estudantes, referenciando, com certeza, o novo e o surpreendente como estratégia para dar importância ao conhecimento estabelecido neste processo.

As abordagens de aplicações representam uma diversidade sistemática que se transformam num pilar para o uso desses artefatos tecnológicos, pois os meios de utilização estendem ao professor uma diversidade de modelos. De uma forma geral, embora com contextos e propostas distintas, é possível descrever que todas as pesquisas selecionadas e analisadas apresentam objetivos comuns, ligados ao interesse em promover um aprendizado inovador e dinâmico.

Essa realidade mostra a grande preocupação sentida pelo professor de Matemática, com o interesse de favorecer a abstração, o pensamento geométrico, a capacidade de relacionar teoria e prática e de correlacionar situações práticas a partir do conhecimento escolar adquirido, apresentando um ensino matemático emancipado e que favorece sentido e interesse dentro de sua construção individual.

Por fim, levando em conta nosso destaque acerca da utilização da RA para o ensino de Matemática, sobretudo no que diz respeito aos sólidos geométricos, refletindo dentro da sala de aula, tem-se que:

A possibilidade de visualizar e explorar sólidos geométricos nos *smartphones* dos próprios alunos, sob o contexto apresentado pelo livro didático, permitiu a independência necessária para que cada discente buscasse as informações que lhe eram relevantes. Ademais, a mobilidade possibilitada por estes aparelhos foi determinante para permitir que cada aluno explorasse o seu próprio ponto de vista e manipulasse os objetos virtuais conforme lhe era necessário (Andrade, 2017, p. 70).

Essa constatação trazida pelo autor vislumbra alguns dos benefícios adquiridos para os estudantes quando se utiliza a RA na sala de aula, já que considera, além de tudo, a independência que se oferece ao estudante quando o mesmo é levado a utilizar a tecnologia a partir do seu próprio equipamento dando-lhe, sobretudo, autonomia em suas escolhas.

A seguir, trataremos de dois elementos que são os pilares de nossa proposta de pesquisa: a RA e a Gamificação. Faremos uma abordagem acerca dos conceitos, propriedades, características, aplicações e como sua utilização pode colaborar no processo de aprendizado do estudante, sobretudo de conteúdos que requerem a utilização da abstração e do dinamismo na visualização, no caso mais específico para a geometria espacial, já que nosso foco se refere ao volume dos sólidos geométricos.

### 3 REALIDADE AUMENTADA E GAMIFICAÇÃO

*“A Geometria faz com que possamos adquirir o hábito de raciocinar, e esse hábito pode ser empregado, então, na pesquisa da verdade e ajudar-nos na vida”*

*Jacques Bernoulli*

**Figura 12:** Resumo da seção.



**Fonte:** Autor, 2022.

A educação e os processos de ensino já não são mais os mesmos. Nascimento Junior (2022, p. 48) afirma que “As tecnologias digitais estão por toda parte, de modo que se torna imprescindível pensar o processo educacional sem o auxílio das mais diversas tecnologias”.

De fato, acreditamos que na era tecnológica, as possibilidades cresceram e evoluíram, sistematizando novas formas de ensinar e de aprender, pautadas em experiências que precisam estar mais próximas aos interesses dos estudantes e rodeadas de novidades que despertem a curiosidade e explorem o diferente.

Nessa perspectiva, Kenski (1998, p. 60) aponta que:

As velozes transformações tecnológicas da atualidade impõem novos ritmos e dimensões à tarefa de ensinar e aprender. É estar em permanente estado de aprendizagem e de adaptação ao novo. Não existe mais a possibilidade de considerar a pessoa totalmente formada, independente do grau de escolarização alcançado.

Há referência para a necessidade de acompanhar as constantes transformações ocorridas no mundo a partir do novo paradigma tecnológico, envolto do acesso banalizado da internet e do *smartphone*, sobretudo com o acesso mais livre a esses recursos tecnológicos,

principalmente quando olhamos para a era da mobilidade dos *smartphones*. Com isso, é preciso integrar tais mudanças aos novos desafios do fazer pedagógico e assim estar em progresso páreo, acerca da evolução tecnológica, também com a sala de aula e os processos de ensino com essas tecnologias.

Não obstante, o ensino de Matemática também está incluído nesse contexto. Embora sempre reconhecido pela dificuldade e complexidade, se abre a uma nova era cheia de funcionalidades e de novos interesses, arquitetados por novos recursos e metodologias, sobretudo aqueles ligados ao mundo digital.

Sendo assim,

É preciso substituir os processos de ensino que priorizam a exposição, que levam a um receber passivo do conteúdo, através de processos que não estimulem os alunos á participação. É preciso que eles deixem de ver a Matemática como um produto acabado, cuja transmissão de conteúdos é vista como um conjunto estático de conhecimentos e técnicas. (D'Ambrósio, 1996, p. 9)

Já se estabelecia a necessidade de rever o modo com que se promove o ensino da Matemática na sala de aula, de forma que se permita ao estudante mais participação no processo por meio do dinamismo e da utilização de recursos diversos. Assim, possibilita a ele enxergar a Matemática por outro viés, diferente daquele imposto por meio da transmissão de conteúdos, por um canal estático com técnicas antigas, colocando-o como agente central no processo. Neste meio, a tecnologia surge como aliada que permite que o processo passe de mera transmissão de conteúdos para se conceber como canal que favorece mais participação do estudante.

Por sua vez:

A tecnologia, especificamente os softwares educacionais, disponibiliza oportunidade de motivação e apropriação do conteúdo estudado em sala de aula, uma vez que em muitas escolas de rede pública e particular, professores utilizam recursos didáticos como lousa e giz para ministrarem suas aulas, este é um dos diversos problemas que causam o crescimento da qualidade não satisfatória de ensino (Romero, 2006, p. 1).

É fato que,

Alunos curiosos e motivados facilitam enormemente o processo, estimulam as melhores qualidades do professor, tornam-se interlocutores lúcidos e parceiros na caminhada do professor-educador. Alunos motivados aprendem e ensinam, avançam mais, ajudam o professor a ajuda-los melhor (Moran *et al.*, 2000, p. 25)

É possível vislumbrar que existe influência significativa entre o engajamento no processo de aprendizagem e os recursos utilizados na aula, e que isso pode ser determinante para o sucesso ou o fracasso dentro do processo. Observando as contribuições de Romero (2006) e Moran *et al.* (2000), constatamos que defendem a importância de diversificar o uso de

recursos para o ensino, pois essa prática significa um importante fortalecimento da atividade pedagógica.

Nesse contexto, apresentaremos, a seguir, uma “nova” tecnologia, que vem ganhando espaço no contexto da sala de aula, tornando-se uma ótima referência pelo cenário inovador em que se constitui e por abordar um universo muito próximo da nova geração tecnológica de estudantes. Traremos comentários acerca da RA e suas possíveis contribuições para o ensino de Matemática.

E na sequência, abordaremos a Gamificação e as possibilidades de aprendizagem proporcionadas com a implementação dessa metodologia, associando as características dos jogos em atividades pedagógicas na sala de aula de Matemática.

### **3.1 Realidade Aumentada: conceito e aplicações**

Dentre tantas outras tecnologias, a RA vem surgindo como uma ferramenta tecnológica digital que pode potencializar o ensino de Matemática, uma vez que consegue proporcionar ao estudante uma experiência inovadora, através de funcionalidades diferentes daquelas que são usadas costumeiramente, sobretudo no aspecto da visualização de sólidos no espaço tridimensional. A seguir, apresentaremos o que é a RA e como sua utilização pode colaborar positivamente para a sala de aula de Matemática.

#### **3.1.1 O que é Realidade Aumentada?**

Embora sua imersão no meio educacional esteja ocorrendo há pouco tempo, a tecnologia de RA não é nova, já existindo em outras aplicações da sociedade a algum tempo atrás. Assim,

[...] por volta de 1990, duas décadas após os primeiros protótipos de interface para RV, Tom Caudell e David Mizell constroem uma interface capaz de projetar imagens virtuais sobre objetos reais. Em síntese, seu objetivo era auxiliar os mecânicos da Boeing na realização de seu trabalho (Nascimento Júnior, 2022, p. 50).

Além disso,

A interface era capaz de mostrar a exata posição de furos, valores de diâmetros, especificação de brocas, referências de cabos que deveriam ser passados através da fuselagem dos aviões da empresa Boeing (Nascimento Júnior, 2022, p. 50).

A criação da Realidade Virtual antecedeu a RA, que surgiu cerca de 20 anos depois, com a intenção de atender as necessidades do setor aeronáutico. Havia a necessidade de uma tecnologia que pudesse facilitar suas demandas, mantendo a segurança e celeridade por meio

de uma tecnologia avançada, implementando esses processos dentro dos serviços executados nessa montadora de aeronaves.

É possível observar que, de modo geral, a RA já possui cerca de 33 anos desde sua criação, o que representa uma jornada de progresso, inserção em diversos setores da sociedade e também de avanços em relação a sua estrutura de funcionamento, sobretudo de equipamentos e softwares. (Nascimento Júnior, 2022)

Para ampliação do uso dessa tecnologia, foi fundamental o aprimoramento de sua operação, sobretudo dos dispositivos de acesso a esta. Sobre isso, Júnior destaca que: “O mais importante desses avanços foram as lentes das câmeras digitais que, atualmente, embarcadas em *Smartphones* são capazes de reproduzir com fidelidade e em tempo real o mundo à nossa volta. (2022, p. 51)”

A disseminação do uso dos dispositivos móveis, com o avanço dos *smartphones*, representa significativo avanço no acesso à tecnologia RA, já que a era dos aplicativos facilita, de forma rápida e prática, a utilização de qualquer aplicação por meio de poucos comandos. Para termos uma noção precisa de como esses aparelhos estão cada vez mais presentes na vida das pessoas, a Forbes<sup>4</sup> (2022) apresentou uma estimativa de um levantamento feito pela Plataforma Cuponation apontando que somente em 2022, cerca de mais que 1,5 bilhão de *Smartphones* novos seriam vendidos pelo mundo. Esse número representa cerca 18,8% da população mundial, que atualmente é de mais de 8 bilhões de habitantes, de acordo com o site WorldOMeters<sup>5</sup> (2023).

Existem muitos conceitos para a RA. Como forma de comparar alguns destes, vamos apresentar um panorama de alguns apontados por diferentes autores em anos diferentes, e também diferentes conceitos que são apresentados pelos mesmos autores, como forma de listar as diferentes percepções do termo:

**Quadro 2 – Conceitos de RA**

| ORDEM | CONCEITO                                                                                                                                                                       | AUTOR                | ANO  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|
| a     | "[...] é a mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua, que conecta ambientes completamente reais e ambientes completamente virtuais" | KIRNER;<br>SISCOUTTO | 2007 |
| b     | "[...] é um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e                                             | KIRNER;<br>SISCOUTTO | 2007 |

<sup>4</sup> FORBES. **Mais de 1,5 bilhão de smartphones serão vendidos em 2022**. EUA: Forbes, 08 Jan. 2022. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/01/mais-de-15-bilhao-de-smartphones> . Acesso em 20 Mar. 2023.

<sup>5</sup> WORLDOMETERS. **População mundial**. EUA: World o Meters, 22 Nov. 2023. Disponível em: <https://www.worldometers.info/br/>. Acesso em 22 Nov. 2023.

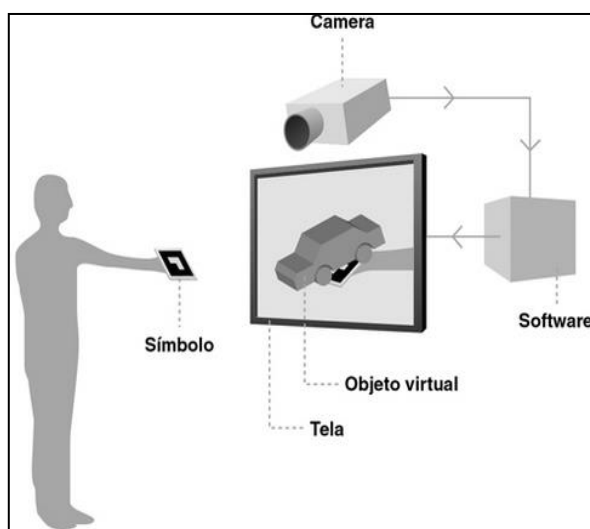
|   |                                                                                                                                                                                     |                      |      |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|
|   | apresentando as seguintes propriedades: combina objetos reais e virtuais no ambiente real; executa interativamente em tempo real; alinha objetos reais e virtuais entre si”         |                      |      |
| c | “[...] é uma melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador”                                                                                 | KIRNER;<br>SISCOOTTO | 2007 |
| d | “[...] é o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real”                                                   | KIRNER;<br>SISCOOTTO | 2007 |
| e | “[...] é uma tecnologia capaz de inserir conteúdos digitais de forma mapeada sobre objetos reais, capturados por um sistema óptico, geralmente uma câmera, em tempo real”           | NASCIMENTO<br>JÚNIOR | 2022 |
| f | “A RA sobrepõe conteúdo à realidade do mundo físico com elementos digitais ou digitalizados projetados na tela 2D de algum aparelho e pode trazer qualquer conteúdo para o usuário” | DUARTE               | 2021 |

Levando em consideração os conceitos trazidos acima, é possível perceber que, embora as abordagens mostrem haver um grande leque de percepções, apontam para o mesmo processo, que consiste na sobreposição de objetos virtuais sobre o mundo real por meio de mecanismo tecnológico e com possibilidade de interação dinâmica.

Ainda observando os conceitos do quadro 2, podemos constatar que o uso da RA no ensino de Matemática permite ao estudante uma experiência de visualização tridimensional, que relaciona o mundo real e o mundo virtual dentro de um paradigma capaz de oferecer opções peculiares e mais avançadas em relação aquelas que normalmente são utilizadas pelo professor.

Como forma de resumir intuitivamente como funciona a tecnologia de RA, apresentamos a figura 10, onde é feita uma representação simbólica descritiva:

**FIGURA 13** – Esquema de uso da RA



**Fonte:** <http://www.agenciadda.com.br/realidade-aumentada-ra>, 2022.

De acordo com o esquema acima, destaca-se que a RA funciona da seguinte forma: o aplicativo que utiliza a tecnologia RA é ativado por meio da câmera de um dispositivo que

identifica um símbolo de referência, chamado de marcador. Em seguida é processado por um *software* que reconhece o marcador em seu banco de dados e correlaciona ao objeto tridimensional correspondente, que por fim é apresentado na tela sobreposto ao mundo real.

De maneira simplificada, o objeto virtual tridimensional é apresentado na tela do dispositivo sobre o marcador, dando ao usuário a possibilidade de interação dinâmica, tanto com relação a manipulação do objeto quanto a funcionalidades que podem ser implementadas ao *software*. A seguir, apresentamos a figura 11, contendo um caso prático em que é apresentado o objeto virtual sobre o mundo real, conforme estabelece a RA.

**Figura 14** – Objeto Virtual sobreposto ao mundo real



**Fonte:** Autor, 2023.

É possível perceber que ao fundo da imagem existe o marcador, representado por uma imagem em formato de *QR-Code*, que foi associada ao banco de dados do aplicativo. Após apontar a câmera para o marcador, o aplicativo correlacionou o marcador ao objeto Cilindro e o apresentou sobreposto ao mundo real, neste caso sobre a imagem do marcador.

Considerando a descrição apresentada do funcionamento da RA, é possível destacar o poder da ferramenta ao possibilitar que o estudante pode, também, interagir diretamente com o objeto virtual por meio de comandos dinâmicos, além de visualiza-lo de vários ângulos diferentes, o que pode significar maior sentido e movimento para a aprendizagem promovida com o uso do recurso. Esta tecnologia tem vindo a tornar-se cada vez mais acessível, permitindo aos utilizadores não serem meros consumidores, mas também potenciais criadores de elementos

de RA. Neste sentido, a seguir apresentaremos um pouco sobre a RA e o ensino de Matemática escolar, destacando o potencial dessa tecnologia e os possíveis vínculos com essa ciência.

### **3.1.2 Realidade Aumentada e o ensino de Matemática**

O contexto da RA aplicada ao fazer pedagógico, permite ao professor a construção de um ensino pautado na diversidade de ferramentas a partir de um elemento contemporâneo e muito familiar aos estudantes, de modo que estes possam vivenciar uma experiência diferente e inovadora do saber matemático.

Com isso,

O potencial pedagógico da RA permite e oferece aos seus usuários acesso à informação, conversação com os sujeitos envolvidos e a liberdade de navegabilidade em tempo e espaço, possibilitando, de forma integrada, o desenvolvimento de tarefas, veiculação de dados, ajustes às necessidades e aos objetivos de cada curso, na organização, reorganização e flexibilização curricular, a fim de atender às novas exigências para a construção do conhecimento sistematizado, que instiguem à investigação e à curiosidade do sujeito em formação (Oliveira, 2018, p. 5).

A utilização da RA abre outras portas para os estudantes, relacionando a sua liberdade e autonomia dentro da construção do seu próprio conhecimento, o que demanda planejamento e eficiência no uso da ferramenta (Oliveira, 2018).

Ao utilizar a RA no ensino de Matemática, o professor tem a possibilidade de desconstruir o conceito de dificuldade e complexidade implantados historicamente, além de favorecer um ensino pautado na realidade e capaz de promover curiosidade e interesse em aprender. Com isso, acaba potencializando áreas que ficam restritas no ensino de Matemática em decorrência do desinteresse, dificuldades e até mesmo da limitação das ferramentas do professor, promovendo uma melhor abordagem para abstração, pensamento geométrico, visualização tridimensional.

Logo,

Assim, entende-se que ao inserir essas tecnologias, atividades e explorações com o mundo cibernético, interagindo com a realidade mundana na esfera educacional matemática, serão criadas possibilidades de potencializar o ensino e a aprendizagem desta disciplina (Resende e Müller, 2018, p. 3).

Por isso,

Aproveitar-se dos recursos da RA e aplicá-los na educação é uma forma de construir alternativas de ensino e de aprendizagem ao lado dos livros, fotos, ilustrações, vídeos

e das aulas expositivas. Atividades com RA podem contribuir para um ambiente de conexão não só entre tecnologia e matemática, mas com outras áreas de ensino ou ciência (Resende e Müller, 2018, p. 3).

No trecho acima, é possível observar que existe uma compreensão sobre RA que vai muito além das funcionalidades disponíveis para o ensino de Matemática, de modo que sistematiza possibilidades como a interdisciplinaridade e as conexões com outros recursos e áreas, de modo a torná-la uma ferramenta adaptável e utilizável em diversas outras situações.

Desta forma, o uso da RA no ensino vem se tornando uma utilidade possível e uma necessidade cabível, já que existe carência de ferramentas que aliem interesse, motivação e curiosidade, efetivamente, colocando o estudante como centro do processo, ao possibilitar uma participação ativa e autônoma com o uso da ferramenta, além de uma experiência individual e possível para todos, já que evidencia o uso através de aparelhos móveis.

Sendo assim, como forma de analisar o cenário de utilização da RA no contexto da sala de aula de Matemática, apresentaremos a seguir uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) contendo um mapeamento de pesquisas que abordam a utilização da RA no ensino de Matemática na Educação Básica, por meio do banco de dados do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, entre os anos de 2018 a 2023.

### 3.1.3 Revisão de literatura de estudos correlatos

Para realização desse mapeamento, utilizou-se a Revisão Sistemática de Literatura - RSL proposta por Kitchenham (2004), seguindo a mesma metodologia adotada na seção 2.4.1.

Para construção da RSL, quatro etapas metodológicas foram seguidas:

I. **Identificação e planejamento da pesquisa** – Neste primeiro momento, foi elencada uma questão para nortear a pesquisa:

De que forma as pesquisas abordam a utilização da Realidade Aumentada para o ensino de Matemática na Educação Básica?

Foram realizadas buscas na base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD, com período correspondente aos anos de 2018 a 2023, utilizando-se o termo “Realidade Aumentada e Matemática”. Como critério de seleção, usou-se os filtros: “Ano de defesa: 2018-2023”; e “Assunto: Realidade Aumentada”. Como critério de inclusão, optou-se por observar os títulos dos trabalhos que traziam referência a conteúdos de Matemática da Educação Básica, e a partir daí foram escolhidos aqueles que apontavam abordagens com a utilização da Realidade Aumentada em aulas de Matemática.

II. **Seleção de estudos primários** – Na seleção dos trabalhos, foram escolhidos aqueles que possuíam palavras-chave relacionadas a “Realidade Aumentada” e que traziam algum conteúdo de Matemática ou similar no seu título; como critério de exclusão, foi feita a leitura dos resumos e descartados aqueles que não foram aplicados na Educação Básica.

III. **Extração e monitorização dos dados** – Após a fase de seleção, foram realizadas as leituras dos trabalhos escolhidos como forma de constatar a pertinência com o tema investigado. A partir daí pudemos obter um retrato acerca das experiências trazidas por cada autor de trabalho selecionado, a ser apresentado nos resultados levantados nesta revisão sistemática.

IV. **Síntese de dados** – Após identificar os trabalhos a serem utilizados, fizemos a análise e apresentação dos dados, como forma de sistematizar as produções num contexto histórico. Em relação a busca realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) com a palavra-chave “Realidade Aumentada e Matemática”, foram identificados 15 trabalhos. Após a leitura dos títulos, sendo a presença de conteúdos de Matemática da Educação Básica no título o critério de inclusão, foram elencados oito trabalhos. Em seguida, como critério final de exclusão, foi realizada a análise dos resumos para excluir aqueles que não abordavam a aplicação na Educação Básica, chegando ao número final de sete trabalhos selecionados.

V. **Resultados** - A seguir, apresentamos um quadro resumo com as pesquisas selecionadas e categorizadas após aplicação do método da RSL:

**Quadro 3:** Informações de Teses e Dissertações selecionadas da BDTD

| N. | Título do Dissertação                                                                                                                                   | Autor                                    | Ano  | Modalidade  | Programa de Pós-Graduação |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------|-------------|---------------------------|
| 1  | O uso de software e seu impacto no tipo de resolução de exercícios de geometria                                                                         | Helber dos Santos Ferreira               | 2018 | Dissertação | PROFMAT (UFG)             |
| 2  | Uso da Realidade Aumentada no Ensino da Geometria Espacial                                                                                              | Elania Hortins Dantas                    | 2018 | Dissertação | PROFMAT (UEPB)            |
| 3  | Ensino e aprendizagem de Geometria por meio da Realidade Aumentada em dispositivos moveis: Um estudo de caso em colégios públicos do litoral paranaense | Alex de Cássio Macedo                    | 2018 | Dissertação | PRPPG (UFPR)              |
| 4  | Realidade Aumentada como interface para a aprendizagem de poliedros do tipo prismas                                                                     | Roberto Carlos Delmas da Silva           | 2019 | Dissertação | PPGECIMA (UFS)            |
| 5  | Criação de um aplicativo de Realidade Aumentada para o ensino de Geometria                                                                              | Paulo Nelson de Oliveira                 | 2019 | Dissertação | PPGMPPM (UNICAMP)         |
| 6  | A utilização do smartphone com intermédio de um aplicativo de Realidade Aumentada para a aprendizagem de Estatística                                    | Mateus Augusto Ferreira Garcia Domingues | 2019 | Dissertação | PPGMAT (UTFPR)            |
| 7  | Um aplicativo de smartphone como alternativa metodológica para o ensino de Semelhança de Triângulos e Pirâmides                                         | Fabício José Oliveira Caliani            | 2021 | Dissertação | PROFMAT (UNESP)           |

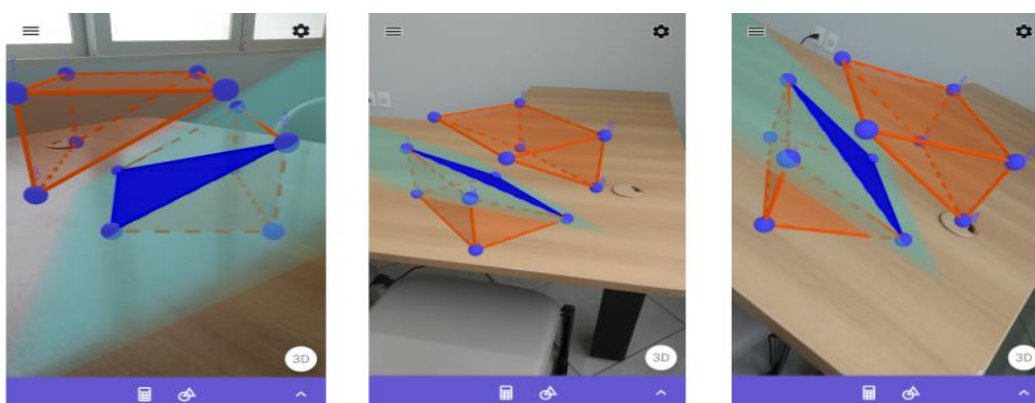
**Fonte:** Autor, 2023.

É possível observar que dos 15 trabalhos selecionados com a busca pela palavra-chave “Realidade Aumentada e Matemática”, apenas 7 abordavam essa temática na educação básica. Além do baixo número de produções acadêmicas vinculadas a essa temática, disponíveis na BDBTD-CAPES, as que foram localizadas são todas provenientes de pesquisas de mestrados, e nenhuma refere-se a Tese de Doutorado. Além do mais, o intervalo de tempo também é um fator que chama a atenção, já que a RA não é uma tecnologia tão recente, mas as pesquisas mapeadas são, em sua maioria, publicadas entre 2018 e 2019, e a mais recente em 2021.

A seguir, apresentamos um resumo detalhado de cada um dos trabalhos selecionados nesta RSL, trazendo elementos como: objetivos e resultados, abordagem, metodologia, e ao fim traçamos alguns pontos de convergência acerca do uso da RA para o ensino da Matemática na Educação Básica, por meio dos dados obtidos pelas pesquisas citadas.

- Ferreira (2018) utilizou a RA em conjunto com o GeoGebra na resolução de exercícios de Geometria, de modo a estabelecer as diferentes percepções entre a resolução de exercícios, através de deduções abstratas e por meio da visualização geométrica com utilização da RA. Por fim, concluiu que a RA tem papel fundamental como facilitador no processo de ensino-aprendizagem, sobretudo para os alunos com dificuldades de abstração. Por isso acredita que há um prospecto positivo para uma maior usabilidade dessa tecnologia no futuro. A seguir, apresentamos a figura 15, retirada do trabalho do autor e que apresenta o recurso utilizado por ele:

**Figura 15** – Solução de exercício em Realidade Aumentada



**Fonte:** Ferreira, 2018.

- Dantas (2018) desenvolveu uma proposta didática com a utilização da RA para o estudo da Geometria Espacial. A aplicação da proposta ocorreu em uma turma do Ensino Médio do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) – Campus Caicó, e se mostrou uma ferramenta atrativa, capaz de trazer a atenção e curiosidade do aluno, promovendo a

autonomia no aprendizado. A seguir, trazemos a figura 16, retirada do trabalho da autora, como forma de apresentar visualmente sua experiência:

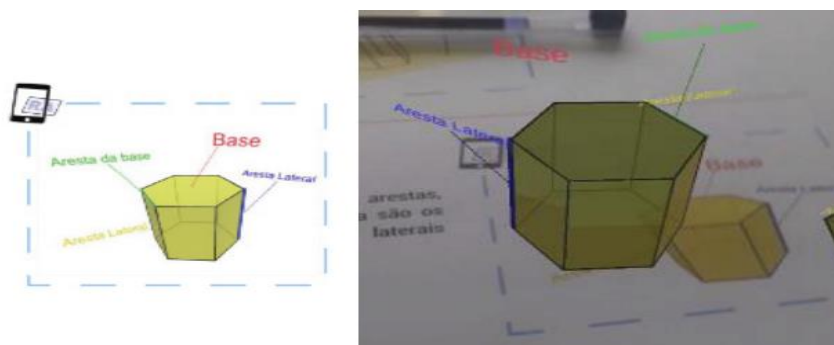
**Figura 16 - Prisma**



**Fonte:** Dantas, 2018.

- Macedo (2018) criou um material didático interativo e o associou a um aplicativo de RA, com o objetivo de observar a influência dessa integração no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial com uso de dispositivos móveis. Em sua proposta a RA foi uma ferramenta que possibilitou a criação de um clima de cooperação, confiança e autonomia, de modo a enriquecer o material didático e as interações entre os participantes. Além do mais, a proposta favoreceu a integração de mídias, a visualização de objetos geométricos e as reflexões sobre eles, dando destaque ao aspecto lúdico envolvido. Abaixo, a figura 17 foi extraída do trabalho do autor e é apresentada como forma de exemplificar sua produção:

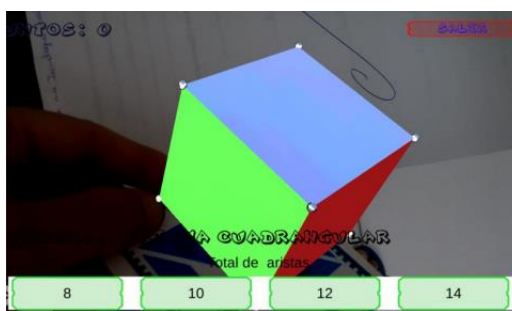
**Figura 17: Elementos do prisma**



**Fonte:** Macedo, 2018.

- Silva (2019) utilizou o aplicativo de Realidade Aumentada Geometry-AR dentro de uma sequência didática para o ensino de poliedros do tipo prismas, com estudantes da 2ª série do Ensino médio. Ressalta a baixa produção de pesquisa com essa temática e o quanto os estudantes que participaram da pesquisa se mostraram motivados e interessados pela atividade durante todo o processo, já que se tratava do manuseio de um recurso diferente. Por fim, como resultado principal, o autor destaca que parte considerável dos alunos consideraram relevante a utilização do aplicativo de RA para a aprendizagem dos prismas, bem como gostariam de vivenciar o uso das tecnologias digitais em outras disciplinas do currículo escolar. A figura 18 apresenta uma referência visual de sua pesquisa:

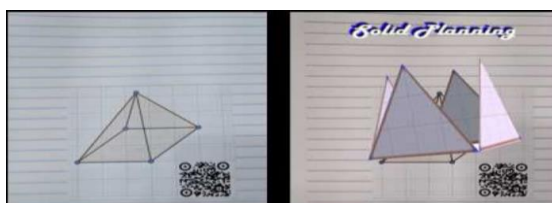
**Figura 18** – Aplicativo Geometry-AR com questões sobre sólidos



**Fonte:** Silva, 2019.

- Oliveira (2019) desenvolveu um aplicativo de RA ao qual deu o nome de *Solid Planning*, com a finalidade de colaborar com o ensino de Geometria Espacial, sobretudo no auxílio à visualização, enfocando à planificação de sólidos. Além da criação do aplicativo, a pesquisa traz um tutorial apresentando ferramentas necessárias para construção de aplicativos de RA semelhantes ao que o autor construiu. Por fim, em seus resultados, enfatiza que os estudantes consideraram o aplicativo relevante e de fácil manuseio, tornando o conteúdo mais significativo. A seguir apresentamos uma figura retirada desta dissertação, referente ao aplicativo desenvolvido por ele:

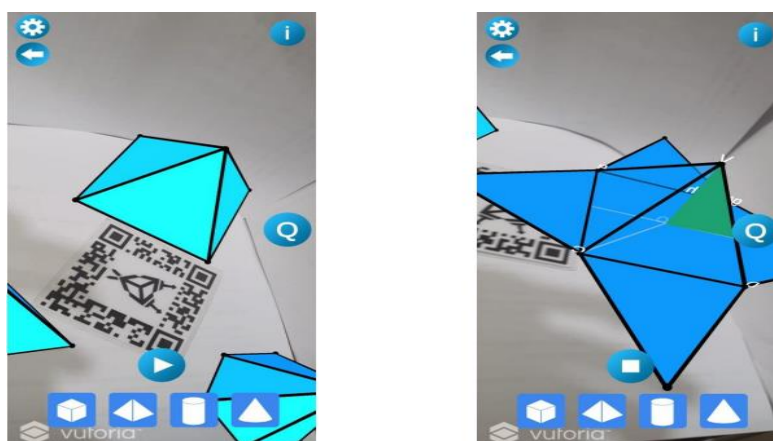
**Figura 19** – Planificação pirâmide



**Fonte:** Oliveira, 2019.

- Domingues (2019) desenvolveu um livro interativo aumentado, em que utilizou a tecnologia de RA em paralelo ao acesso de vídeos para o ensino de Estatística com estudantes do Ensino Fundamental. O Livro interativo e o celular inteligente juntamente, ao aplicativo de RA, tem um grande potencial para dinamizar as aulas de Matemática, podendo explorar o trabalho colaborativo e assim melhora a comunicação entre os agentes participantes, canais e objetos da aprendizagem.
- Caliani (2021) desenvolveu um aplicativo de RA chamado “Educação Estendida”, que tem a finalidade de ensinar Matemática e outras áreas. Além disso, propõe uma sequência metodológica para o ensino de semelhança de triângulos e introdução a pirâmides, trazendo fatos históricos acerca deste conteúdo. A seguir, é apresentado a figura 20 oriunda do aplicativo desenvolvido:

**Figura 20** – Pirâmide quadrangular e sua planificação



Fonte: Caliani, 2021.

## VI. Constatações gerais

As pesquisas em destaque possuem em comum a ótima aceitação para os estudantes que a vivenciaram durante as aulas de Matemática, o que revela o quanto isso pode se tornar significativo para a aprendizagem. Além disso, outro fato que chama a atenção na grande maioria dos relatos é o sentimento de surpresa que os estudantes demonstram ao ter contato com a RA. Isso revela que ainda temos muitas ferramentas capazes de surpreender positivamente os estudantes, podendo assim tornar significativas suas aprendizagens.

E não é só isso, a utilização da Realidade Aumentada através do uso dos dispositivos móveis, os *smartphones*, tem se mostrado uma saída emergente para outros dois grandes problemas existentes e enfrentados pela escola: dar sentido ao uso do *smartphone*; ausência de

estrutura tecnológica. Este segundo ponto é uma problemática que acaba limitando a diversificação de utilização dos recursos nas aulas, mas que pode ser posto como um desafio possível de ser corrigido de forma delineada em consonância com o aspecto da modernidade, aproveitando as facilidades que estão acessíveis e na palma da mão.

A produção acadêmica encontrada na BDTD, acerca do uso da RA para o ensino de Matemática, revela o quanto ainda temos e devemos contribuir para evolução da Educação Matemática por meio dessa temática, sobretudo se pensarmos no quanto se mostra produtiva do ponto de vista didático, lúdico e inovador.

Por fim, outro ponto observado nos trabalhos analisados e que merece destaque é o de que a funcionalidade da RA se referencia dentro do contexto da visualização tridimensional, sobretudo da qualificação dessa experiência, mas a maioria das pesquisas não fazem aplicação da RA. É importante salientar que diversas outras possibilidades podem ser exploradas através de sua implementação, não tão somente por meio de sua utilização como ferramenta individual para ensinar, mas é possível de ser engajada a outros recursos que podem permitir associar potencialidades capazes de melhorar o aprendizado de Matemática. Esse é um desafio que trazemos na proposta de nossa pesquisa ao implementarmos a RA em conjunto com a Gamificação. Tendo essa perspectiva em vista, a seguir abordamos alguns diálogos relacionados a Gamificação, evidenciando sua conceituação, aplicações e perspectivas para o ensino de Matemática.

### **3.2 Gamificação: cenários e contextos**

Evidenciando os novos contextos educacionais atuais, é imprescindível destacar o papel da tecnologia como elemento propulsor das novas formas de ensinar e de aprender, fazendo referência ao seu papel frente as dificuldades enfrentadas na sala de aula de Matemática. Embora pareça trivial, consideramos que esse conceito de tecnologia associa uma realidade ainda não muito clara para muitos professores, sobretudo aqueles que a associam a utilização de algum equipamento ou meio digital, unicamente.

Júnior Nascimento (2022, p. 31) comenta que “[...] se compreende tecnologia como um recurso promovido a partir da intervenção intelectual humana e a materialização dessa intervenção”. Conforme destaca o autor, tecnologia refere-se à associação entre a modificação de um contexto proposto através da ação humana diante de uma realidade existente, e isso não necessariamente se dá exclusivamente por meio da utilização de equipamentos e/ou canais digitais.

A verdade é que

Estamos muito acostumados a nos referir a tecnologias como equipamentos e aparelhos. Na verdade, a expressão “tecnologia” diz respeito a muitas outras coisas além de máquinas. O conceito de tecnologias engloba a totalidade de coisas que a engenhosidade do cérebro humano conseguiu criar em todas as épocas, suas formas de uso, suas aplicações (Kenski, 2007, p. 22).

Trazemos essa discussão inicial para enfatizar que a tecnologia não se refere unicamente a equipamentos e/ou abordagens digitais, já que o professor ao se deparar com essas ausências em sua sala de aula, acredita ser um elemento limitador para que possa utilizar a tecnologia como metodologia de inovação em seu planejamento.

A seguir apresentamos um paralelo entre Gamificação e Jogos, de modo a construir um recorte sobre similaridades e diferenças conceituais, técnicas e metodológicas e sua influência para a aula de Matemática.

### **3.2.1 Gamificação e *Games*: semelhanças e paralelos**

O ensino de Matemática é pautado historicamente com a ideia de dificuldade, sobretudo pelo desinteresse e pela falta do gosto que os estudantes demonstram ter. Entendemos que essa realidade aflinge a atividade pedagógica do professor, que precisa buscar alternativas que (re)signifiquem esse contexto, de modo a intervir diretamente nessa realidade e assim dar outro sentido à Matemática escolar.

Tais alternativas precisam associar uma diversidade de fatores que estão intimamente relacionadas ao que chamamos de metodologias ativas, que dizem respeito a métodos que, segundo Júnior Nascimento (2022, p.26) “[...] estão relacionados à concepção de colocar no foco do processo de ensino e aprendizagem o discente, buscando que exerçam autonomia e assumam um papel de protagonista de sua aprendizagem”.

Essa realidade não é distinta nem tampouco distante dos condicionantes necessários para que a aprendizagem ocorra efetivamente. De um modo geral, é preciso associar mais dinamicidade, maior prazer e dar mais sentido ao que está sendo levado para a sala de aula. Em outras palavras,

“ensinar e aprender exige muito mais flexibilidade do planejamento, menos conteúdos fixos e um professor menos preso aos conteúdos programáticos e processos de ensino que sejam abertos para a pesquisa e para a comunicação”. (Moran, 2015, p. 16).

Nessa perspectiva, o sucesso da aprendizagem passa diretamente por fatores que estão vinculados a atividade docente e ao fazer pedagógico, de modo que somente reproduzir

conteúdos por meio de métodos diretivos e generalizados é um modo simplista de pautar o ensino e, por conseguinte, o aprendizado, que acaba sendo condicionado a um sistema limitado e caracterizado pelo desinteresse, que pouco agrega para mudar a realidade da sala de aula de Matemática.

Neste sentido, acreditamos que o papel das metodologias ativas apresenta novas possibilidades capazes de proporcionar engajamento, novas zonas de interesses e maior promoção da auto responsabilidade do estudante dentro do processo. Todos esses fatores aliados a objetivos pedagógicos bem delineados, pode significar grande passo para o sucesso da aprendizagem no contexto da Matemática, sobretudo na reconstrução da crença quanto a seu papel e sua importância.

Acredita-se que

Alguns componentes são fundamentais para o sucesso da aprendizagem: a criação de desafios, atividades, jogos que realmente trazem as competências necessárias para cada etapa, que solicitam informações pertinentes, que oferecem recompensas estimulantes, que combinam percursos pessoais com participação significativa em grupos, que se inserem em plataformas adaptativas, que reconhecem cada aluno e ao mesmo tempo aprendem com a interação, tudo isso utilizando as tecnologias adequadas (Moran, 2015, p. 18).

Levando em consideração os componentes trazidos por Moran, abordamos o uso da Gamificação como metodologia ativa capaz de agregar parte destes e por envolver a utilização das características dos *Games* como fundamento básico, o que pressupõe experiências que podem relacionar engajamento, protagonismo, foco, colaboração, emoções entre outros, que aliadas a objetivos de aprendizagem bem definidos pode significar importante ganho para o fazer pedagógico dentro da sala de aula de Matemática.

Entretanto, a confusão comum criada entre os conceitos de Gamificação e de *Game* pressupõe haver uma falha conceitual para esse “novo” termo, que embora tenha surgido já nos anos 2000, só ganhou destaque 10 anos depois, comprovando ter conotação relativamente recente, se comparado ao surgimento do primeiro termo (Moran, 2015).

Para Batista,

A Gamificação teve sua origem através dos desenvolvedores de software e profissionais de marketing e comunicação, no intuito de encontrarem maneiras mais interessantes de realizar seu trabalho e ampliar os níveis de engajamento de seus públicos-alvo. Isso no sentido de aplicar elementos de jogos para favorecer as experiências (2021, p. 49).

Para Batista (2021), a concepção da Gamificação se deu no meio empresarial, com o intuito de modificar a forma como ocorria a realização do trabalho, ampliando o engajamento e o interesse, e por consequência a produtividade, utilizando para isso estratégias de jogos.

Por sua vez,

[...] a gamificação pode ser considerada uma estratégia que tem ganhado espaço devido sua utilização em diversas áreas estando diretamente ligada a popularidade dos jogos para diversas pessoas independente de faixa etária ou classe social. Tem-se usado as características que estão presentes nos games para gerar engajamento (querer participar) para resolver problemas (externos) e potencializar a aprendizagem em diferentes áreas (educacionais, entretenimento, empresariais, saúde) (Santos, 2022, p. 32).

Seu surgimento ocorreu principalmente em virtude da alta performance e disseminação dos *Games* pelo mundo, nas diferentes faixas etárias e nas diferentes camadas da sociedade. Além disso, a possibilidade de potencializar a aprendizagem em diversas áreas mostrou ser um importante mecanismo capaz de tornar-se um grande aliado para colaboração no planejamento do professor em seu fazer pedagógico na sala de aula de Matemática (Santos, 2022).

Dentro desse paralelo de dúvida com relação a ambos os termos, é necessário citar que a Gamificação surge a partir do conceito de *Game*, conforme abordamos adiante, mas dentro de uma perspectiva evoluída. Segundo Júnior Nascimento (2022, p. 27) “[...] *game* trata-se de um sistema fechado com regras e objetivos bem definidos, nos quais existe sempre a possibilidade de vitória ou derrota.” Conforme cita o autor, o *Game* é considerado uma atividade em que “sempre” (ou quase sempre) busca-se a vitória como objetivo central e o ato de jogar por jogar, como elemento de distração e/ou de disputa.

Já a Gamificação traz uma abordagem que vai além do ato de jogar por jogar e que relaciona a vitória como elemento secundário, priorizando outros elementos como principais. Com relação a seu conceito, não há unanimidade, conforme recortamos alguns a seguir:

**Quadro 4:** Conceitos de Gamificação

| ORDEM | CONCEITO                                                                                                                                                                                                                                                                                             | AUTOR    | ANO  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|
| a     | “Do inglês Gamification, a Gamificação está associada a ideia de tomar emprestado elementos que estão presentes em jogos e utilizá-los como ferramentas para motivar e engajar pessoas para resolver problemas e realizar tarefas”.                                                                  | SANTOS   | 2022 |
| b     | “Gamificação em nosso idioma é a apropriação e adaptação da palavra inglesa gamification (como já aconteceu com outros tantos vernáculos, escanear, printar, surfar, por exemplo), em Portugal a palavra gamification foi traduzida como “ludificação”, este termo ganhou destaque a partir de 2010” | PRAZERES | 2019 |

|   |                                                                                                                                                       |                        |      |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------|
| c | “A utilização de mecânica, estética e pensamento baseados em game para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas” | KAPP                   | 2012 |
| d | “O processo de pensamento e mecânica do jogo para envolver os usuários e resolver problemas”                                                          | ZICHERMANN, CUNNINGHAM | 2011 |

Levando em consideração os conceitos apresentados, é possível perceber que embora não aja unanimidade direta em relação ao que se estabelece como Gamificação, existe uma convergência conceitual para o que se propõe a prática da Gamificação, ao citarem a relação das características dos *Games* como fundamento para promover a aprendizagem por meio do engajamento.

Relativamente, “As práticas gamificadas, ao contrário das aulas expositivas convencionais, não colocam o aluno em posição passiva na aquisição de conhecimentos e em seus processos de aprendizagem. Pelo contrário, a Gamificação da aula preza pela participação ativa do aluno” (Alves e Coutinho, 2016, p. 222).

De acordo com a funcionalidade, a estratégia da Gamificação na Educação utiliza conceitos e fundamentos dos jogos como acessórios significativos para implementação do processo de ensino e aprendizagem, de modo a envolver três elementos básicos: “dinâmica, mecânica e componentes” (Webarch; Hunter, 2012, *apud* Prazeres, 2019, p. 29). Ainda para Prazeres (2019, p. 48) “essa tríade apresenta o básico para que um projeto gamificado possa ser implementado, ainda que esses elementos sozinhos não necessariamente possam constituir ou se traduzir em uma experiência gamificada”.

Costa e Marchiori (2015), mostram que as dinâmicas indicam a interação estabelecida dentro da relação entre o jogador e os mecanismos do jogo, como exemplo é possível citar as restrições, emoções e narrativas. A mecânica apresenta os mecanismos que serão utilizados dentro do jogo, sendo o processo básico que impulsiona a ação do jogador, podendo ser representada pelos desafios, competição e recompensas. Para Prazeres (2019) os componentes são tidos como aplicações específicas visualizadas e utilizadas na interface do jogo, representados pelos avatares, conquistas, pontuações e níveis.

Além disso,

Tal como os jogos, um projeto de Gamificação também faz uso de elementos próprios para sua construção, cada um dos elementos produzidos apresenta determinados padrões específicos e podem ser combinados entre si para que se alcance determinados resultados esperados (Prazeres, 2019, p. 29).

Embora pareça trivial desenvolver um projeto gamificado, é importante alertar que a Gamificação não está ligada a um jogo com placar e pontuação unicamente. A metodologia é

muito mais abrangente que uma simples atividade lúdica, devendo seguir algumas etapas. Conforme sugere Webarch e Hunter (2012 *apud* Prazeres, 2019) para dar sentido e objetivo a sua utilização é imprescindível: 1º Definir os objetivos; 2º Delinear seus comportamentos alvo; 3º Descrever os jogadores; 4º Conceber ciclos de atividade; 5º Implementar diversão; 6º Utilizar as ferramentas apropriadas.

Da mesma forma, mesmo considerando a Gamificação como potencial metodológico inovador para o ensino, consideramos que o seu desenvolvimento não precisa, necessariamente, estar associado a uma interface digital, importando, de forma objetiva, o planejamento da sua construção e a eficiência de sua execução.

Sendo assim, “Não é necessário ter computadores, apenas a sua imaginação e o acesso a nosso mais primitivo de todos os desejos: curtir a vida e jogar. [...] Com isso, reafirmamos que o gamification não ocorre apenas quando é possível o uso da tecnologia” (Alves, 2015, p. 11).

Pensando nisso, a seguir abordaremos a Gamificação e sua utilização no ensino de Matemática, de modo a refletir sobre diversos problemas que podem ser corrigidos com a ajuda dessa metodologia, bem como alguns fundamentos para nortear o planejamento de uma atividade gamificada e a dimensão do erro dentro desse processo.

### 3.2.2 A Gamificação e o ensino de Matemática

Não existe consenso em relação a definição de uma atividade gamificada, assim como não existe um caminho pronto para que possa guiar a construção de uma. Essa elaboração depende de como o professor pretende abordar o conteúdo e quais os objetivos que pretende alcançar, partindo da utilização de pelo menos um elemento presente nos *Games*.

Deterding *et al.* (2011, p. 14) apontam que “ao invés de se apresentar jogos prontos, a Gamificação tem como ideia norteadora, usar o design dos jogos (game) em contextos não relacionados a jogos e assim motivar comportamentos desejados”. Ou seja, a intenção não é exportar modelos pré-elaborados, mas possibilidades que associem a sensação de jogar ao ato de aprender, através da instalação de comportamentos planejados.

Por isso,

Não é necessário desenvolver um jogo específico, mas sim usar dos elementos presentes nos jogos, tendo por objetivo reproduzir o bem-estar que o ato de jogar proporciona na resolução de problemas e atividades e assim manter o grau de envolvimento durante todo o processo (Santos, 2022, p. 36)

Tal contribuição reforça o que os autores já trouxeram acima, ao relacionar o envolvimento e o engajamento por meio dos comportamentos desejados e das sensações sentidas, que são provocadas através do ato planejado em consonância aos objetivos de aprendizagem estabelecidos (Santos, 2022).

Neste sentido, acreditamos que a utilização da Gamificação na aula de Matemática indica uma alternativa importante, pois todas as dificuldades trazidas pelos estudantes ao longo de sua vida escolar se acumulam e acabam se transformando em barreiras que impedem que, mesmo com novas metodologias, novas experiências, novos professores, haja progresso em relação ao aprendizado da matéria.

Neste sentido, além de significar uma saída para diversos problemas na aprendizagem, a Gamificação também

Preocupa-se em propor alternativa diante de problemas que muitas vezes são enfrentados em sala de aula, tais como falta de comprometimento de alguns estudantes na entrega de tarefas, notas baixas, mal comportamento, falta de vontade ao realizar as atividades, dentre outros. (Santos, 2022, p. 41)

No entanto, embora ressalte esse outro viés de possibilidade, Santos (2022) chama a atenção para alguns cuidados que devem ser tomados quando se planeja uma atividade gamificada, de modo que essa etapa seja tratada com prioridade e apreço para que não se torne mais uma possibilidade mal pensada a ser levada para a sala de aula.

Enfatiza que “Quanto ao planejamento de uma atividade em um contexto de Gamificação é preciso que se tenha cautela para que as atividades não se tornem monótonas, ou apenas uma atividade de lazer ou ainda algo imposto ao estudante” (Santos, 2022, p. 41). Também chama a atenção para a necessidade de vislumbrar o processo de Gamificação de uma atividade com todo rigor necessário, como forma de construir um sistema organizado e com objetivos bem delineados, de modo a importar estratégias que sejam suficientes para alcançar o que foi proposto.

Acreditamos que outro contexto que merece destaque nessa discussão diz respeito a dimensão do erro, sobretudo por estarmos evidenciado o ensino de Matemática, em que notadamente enfatiza-se o erro como elemento associado a reforços de desestímulo para o estudante, que perde o interesse quando não consegue avançar.

Em muitos cenários, esse desinteresse se aprofunda com a falta ou a má condução dos *feedbacks*, de modo que o estudante acaba interpretando essa informação como o final trágico do processo, ao invés de uma nova oportunidade para recomeçar adotando outro caminho. Essa postura acaba sendo decisiva para o insucesso e a desistência rasa do processo.

Ao associar esse contexto do erro, ou da “derrota” dentro da Gamificação, podemos pensar na comparação com um *Game* de aventura, onde em determinada fase, por alguma decisão errada, o personagem morre. Após esse ocorrido, o que o *Game* possibilita? Um recomeço, provavelmente no local onde o personagem morreu, de modo que você terá a oportunidade de retomar o jogo e adotar uma estratégia diferente da que ocasionou o fim da partida anterior.

Trazendo essa realidade para a aula de Matemática, é essa dimensão do tratamento do erro que buscamos associar na prática do estudante com a atividade gamificada. Onde enxergue no erro há possibilidade de um recomeço, ou de quantos recomeços sejam necessários, de modo que possa adotar novas estratégias para prosseguir em busca de seus objetivos.

Entre outras coisas,

Outro ponto importante a se destacar em se tratando de atividades desenvolvidas no contexto da Gamificação é a possibilidade do erro, enquanto a aprendizagem convencional vê o erro como algo negativo, na Gamificação o estudante não deve ser punido por não conseguir acertar questões ou realizar as atividades (ou missões) na primeira tentativa, mas sim ver o erro como uma oportunidade de tentar mais uma vez ou quantas vezes forem necessárias (Santos, 2022, p. 42).

Faz um recorte entre o paralelo do erro convencional da sala de aula e o erro na Gamificação, onde na primeira representa algo negativo, passível de punição, na segunda pode significar a oportunidade de estabelecer quantas tentativas forem necessárias para avançar. De modo que será papel do professor estimular o estudante a pensar em alternativas que o possibilite solucionar os problemas, levando a refletir sobre os diversos caminhos possíveis, a partir de *feedbacks* completos e bem elaborados (Santos, 2022).

Embora estejamos aqui considerando a Gamificação como uma atividade pedagógica, é importante destacar que o sentido de competição também faz parte da dinâmica, servindo como elemento motivador para engajar e propor desafio para o estudante, ao estabelecer uma meta e a vontade de querer estar dentro da atividade, não por um objetivo, mas por vários objetivos, assim como acontece com os *Games*.

Além disso, acredita-se que

O professor deve conhecer seus estudantes, suas dificuldades e limites para assim, aplicar as mecânicas da gamificação que melhor se adequem a realidade que se encontra em sala de aula, como tais atividades poderão potencializar a aprendizagem dos seus estudantes de forma que ele consiga realmente aprender e não apenas memorizar conceitos (Silva, 2022, p. 46).

Ao planejar a atividade gamificada, o professor precisa conhecer seus estudantes numa escala generalizada, por diversos vieses, reconhecendo suas possibilidades de conhecimento, limitações, necessidades, objetivos e comportamentos. Deste modo, tem-se o melhor recorte possível da turma, para que assim possa produzir o contexto ideal que relacione as particularidades com os desafios (Silva, 2022).

Desta forma, com o intuito de observar os contextos de utilização da Gamificação em aulas de Matemática, apresentaremos a seguir uma RSL, contendo um mapeamento de pesquisas que abordam esses contextos, encontradas no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, entre os anos de 2018 a 2023.

### **3.2.3 Revisão de literatura de estudos correlatos**

Para realização do mapeamento a seguir, utilizou-se a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) proposta por Kitchenham (2004), seguindo a mesma metodologia adotada nas seções 2.4.1 e 3.1.3.

Para construção da RSL, quatro etapas metodológicas foram seguidas:

**I. Identificação e planejamento da pesquisa** – Neste primeiro momento, foi elencada uma questão para nortear a pesquisa:

De que forma a Gamificação é utilizada em aulas de Matemática da Educação Básica?

Foram realizadas buscas na base de dados do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. O período de busca correspondeu aos anos de 2018 a 2023 e como critério de seleção, usou-se os filtros “Ensino de Ciências e Matemática”, ligados à área do conhecimento. Para realização da busca na base de dados, utilizou-se o termo “Gamificação” e como critério de inclusão, optou-se por observar os títulos em que apareciam termos relacionados a Matemática e à Educação Básica. A partir daí foram escolhidos aqueles que abordavam o uso da Gamificação na aula de Matemática com estudantes da Educação Básica.

**II. Seleção de estudos primários** – Foram escolhidos aqueles que possuíam palavras-chave relacionadas a “Gamificação” e que traziam algum termo relacionando a Matemática e a Educação Básica ou similar no seu título. Como critério de exclusão, foi feita a leitura dos resumos e descartados aqueles que não foram aplicados na Educação Básica.

**III. Extração e monitorização dos dados** – Após a fase de seleção, foram realizadas as leituras dos trabalhos escolhidos como forma de constatar a pertinência com o tema investigado.

A partir daí pudemos obter um retrato acerca das experiências trazidas por cada autor de trabalho selecionado, a ser apresentado nos resultados levantados nesta revisão sistemática.

**IV. Síntese de dados** – Após identificar os trabalhos a serem utilizados, apresentamos dados, como forma de sistematizar as produções num contexto histórico. Em relação a busca realizada na Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES com a palavra-chave “Gamificação”, foram identificados 44 trabalhos. Após a leitura dos títulos, sendo a presença de algum termo relacionado a Matemática e a Educação Básica, o critério de inclusão, foram elencados 25 trabalhos. Em seguida, como critério de exclusão, foi realizada a análise dos resumos para excluir aqueles que não abordavam a aplicação na Educação Básica, chegando ao número final de 11 trabalhos selecionados.

**V. Resultados** - A seguir, apresentamos um quadro resumo com as pesquisas selecionadas e categorizadas após aplicação do método da RSL:

**Quadro 5:** Informações de Teses e Dissertações selecionadas do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES

| N. | Título do trabalho de pesquisa                                                                                                                         | Autor/Ano                   | Ano  | Modalidade  | Programa de pesquisa | Abordagem |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|-------------|----------------------|-----------|
| 01 | Gamificação em aulas de Matemática por estudantes do oitavo ano do Ensino Fundamental                                                                  | Thais Cristine Andreetti    | 2019 | Dissertação | PPGECM (UFPR)        | Mista     |
| 02 | Game para smartphones e ambientes de aprendizagem                                                                                                      | Bernarda Souza de Menezes   | 2019 | Dissertação | PPGEMAT (UFRS)       | Digital   |
| 03 | Gamificação como proposta para o engajamento de alunos em Mooc sobre educação financeira escolar: possibilidades e desafios para a Educação Matemática | Joarez José Leal do Amaral  | 2019 | Dissertação | PPGEM (UFJF)         | Digital   |
| 04 | Processo de recuperação matemática na educação básica utilizando jogos de RPG                                                                          | Hugo Leonardo Lopes Costa   | 2021 | Dissertação | PPGECM (UFU)         | Digital   |
| 05 | Potencialidades do uso da Gamificação para o desenvolvimento de mentalidades Matemáticas de crescimento                                                | Guilherme Rodrigues Batista | 2021 | Dissertação | PPGECM (PUC Minas)   | Digital   |
| 06 | Uma proposta para o ensino do Teorema de Tales com Gamificação                                                                                         | Rafael Rix Gerônimo         | 2021 | Tese        | PPGEM (PUC - SP)     | Analógica |
| 07 | Percepções dos estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental sobre a                                                                                   | Denise Maria Pallesi        | 2021 | Dissertação | PPGECM (UFPR)        | Digital   |

|    |                                                                                                                           |                                   |      |             |                  |           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------|-------------|------------------|-----------|
|    | aprendizagem Matemática por meio de estratégias Gamificadas e dos Games                                                   |                                   |      |             |                  |           |
| 08 | Metodologias ativas e tecnologias digitais móveis: caminhos para potencializar a aprendizagem de área e perímetro         | Maria Zilanda de Andrade Leonardo | 2021 | Dissertação | PPGECM (UEPB)    | Digital   |
| 09 | Gamificação em aulas de Matemática: Um processo de integração de tecnologias digitais ao currículo                        | Janini Gomes Caldas Rodrigues     | 2022 | Dissertação | PPGEDUMAT (UFMS) | Digital   |
| 10 | Uso de mecânicas da Gamificação para a busca de indícios de aprendizagem significativa no ensino de gráficos estatísticos | Andriele dos Santos               | 2022 | Dissertação | PPGECM (UPF)     | Analógica |
| 11 | Gamificação no GeoGebra: contribuições para o ensino de Funções de Segundo Grau                                           | Iasmin Henrique Dias              | 2023 | Dissertação | PPGEM (UFJF)     | Digital   |

**Fonte:** Autor, 2023.

É possível observar que dos 44 trabalhos selecionados com a busca pela palavra-chave “Gamificação”, apenas 11 abordavam o uso dessa Metodologia com a Educação Matemática na Educação Básica. Além do baixo número de produções acadêmicas vinculadas a essa temática disponíveis na Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, a grande maioria são dissertações e apenas 1 se refere a tese de Doutorado. Além do mais, o intervalo de tempo também é um fator que chama a atenção, já que o uso de atividades Gamificadas não são tão recentes, no entanto há um crescimento progressivo em relação ao período observado.

Abaixo, trazemos um panorama resumido acerca dos trabalhos selecionados nesta revisão, evidenciando alguns elementos como: abordagem, metodologia, conclusões, e ao fim traçamos alguns pontos de convergência acerca do uso da Gamificação para o aprendizado de Matemática, por meio dos resultados obtidos pelas pesquisas citadas.

- Andreetti (2019) realizou sua pesquisa com duas turmas de 8º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental, através do desenvolvimento de jogos com conceitos de Gamificação, a partir de uma abordagem mista (digital e analógica), construídos pelos próprios estudantes abordando os Quadriláteros. Com os resultados de sua pesquisa, a autora classificou o perfil dos estudantes como nativos digitais, considerando que eles se sentiram motivados a trabalhar com a proposta e que conseguiram utilizar os

conceitos de Gamificação, além de terem compreendido os objetos matemáticos estudados.

- Menezes (2019) desenvolveu um aplicativo digital chamado JobMath, baseado em problemas elaborados através da metodologia de Gamificação e aplicado com estudantes de turmas do 7º e 8º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental. De acordo com os resultados da pesquisa, declara que os estudantes exploraram diversos caminhos para resolver os problemas e que isso revelou o quanto o uso da ferramenta pôde colaborar com o aprendizado dos estudantes por meio das múltiplas percepções que possuem acerca do mesmo objeto matemático.
- Amaral (2019) desenvolveu uma atividade gamificada por meio da criação de um MOOC implementado em um AVA da plataforma Moodle. A proposta foi desenvolvida com estudantes de três turmas de 1ª série do Ensino Médio, e abordou a temática Educação Financeira. O curso não era obrigatório, mas que o índice de participação foi significativo, demonstrando o quanto a proposta conseguiu atrair o estudante por meio do contexto gamificado. Percebeu-se um avanço significativo dos conceitos introduzidos pelos estudantes no AVA, sendo perceptível o desenvolvimento dos seus conhecimentos.
- Costa (2021) propôs uma ferramenta digital gamificada como alternativa paralela para recomposição da aprendizagem, com o intuito de substituir o processo avaliativo tradicional da escola, a ser utilizado em *laptops* e/ou computadores. Com os resultados obtidos, foi enfatizado que o uso da função afim com estudantes de uma turma da 1ª série do Ensino Médio, em processo de recuperação, através da proposta teve um outro sentido aos estudantes, de modo a despertar maior interesse e compreensão do conteúdo abordado.
- Batista (2021) relacionou o uso da Gamificação ao desenvolvimento de mentalidades matemáticas de crescimento como alternativa para combater os baixos índices de aprendizagem Matemática no Brasil e desmistificar a ideia de que a Gamificação é sinônimo de jogos educacionais. Para alcançar sua proposta, foram elaboradas e aplicadas diversas atividades didáticas com uso de elementos de Gamificação para estudantes de turmas do 8º e 9º dos anos Anos Finais do Ensino Fundamental, através de uma abordagem digital. Como conclusões, o autor destacou que a utilização de elementos de Gamificação podem promover maior motivação e engajamento dos

estudantes, mas que pensar essa abordagem apenas como um jogo empobrece sua utilização e suas potencialidades.

- Geronimo (2021) abordou o Teorema de Tales em sua pesquisa de doutorado, através do desenvolvimento e da aplicação de uma sequência didática com três estudantes de uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, de forma remota, por meio de abordagem analógica. Dentre as suas conclusões, destacou que podem existir muitas maneiras de gamificar atividades de ensino, visto que cada pessoa percebe a Gamificação de maneira diferente. Além do mais, ensinar com Gamificação tem potencial para fazer com que os estudantes construam e depois mobilizem seus próprios conhecimentos de maneira engajadora.
- Pallesi (2021) realizou sua pesquisa com estudantes de uma turma do 6º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental, utilizando atividades gamificadas em aplicativos digitais, realizadas no formato assíncrono. Em suas conclusões, destaca que as atividades gamificadas mostraram-se capazes de engajar os alunos, considerando-se, entre outras questões, a participação voluntária. Para a maioria dos alunos, a tal iniciativa poderia despertar o interesse em estudar Matemática e, consequente, na aprendizagem pela praticidade, pela diversão, por sair da rotina e, ainda, por tornar o conteúdo mais fácil de aprender tendo em vista que se trata de uma temática que atrai os alunos. Enfatizou que a Gamificação, com o uso de *games*, é um recurso didático eficaz para o engajamento e a motivação dos alunos na aprendizagem de conceitos matemáticos, além de ser um recurso versátil que pode ser utilizada tanto na modalidade presencial quanto de forma remota, podendo potencializar estratégias que viabilizam o ensino híbrido.
- Leonardo (2021) desenvolveu sua pesquisa por meio de momentos síncronos e assíncronos, com estudantes de uma turma da 1ª série do Ensino Médio Técnico, em que explorou os conceitos da Gamificação por meio de aplicativo digital para potencializar a aprendizagem do conteúdo Área e Perímetro. As conclusões da pesquisa evidenciaram que as atividades envolvendo metodologias ativas e aplicativos para *smartphone* podem potencializar a aprendizagem do objeto matemático em questão. Além disso, a autora constatou ainda que, através do recurso utilizado, os alunos colaboraram ativamente na construção de seus próprios conhecimentos, tornando-se verdadeiros protagonistas.

- Rodrigues (2022) realizou sua pesquisa no formato à distância com estudantes de uma turma da 1ª série do Ensino Médio, abordando o conteúdo de Funções por meio de atividades gamificadas através de aplicativos digitais e de uma proposta autoral. De acordo com as conclusões obtidas, a Gamificação possibilitou o envolvimento dos estudantes nas atividades da disciplina, oportunizando aprendizagem de conceitos matemáticos relacionados à função do Primeiro Grau e a Função Quadrática. Conclui que no processo de integração vivenciado, o uso de tecnologias digitais modificou os modos de planejar e desenvolver aulas de Matemática, e que o ensino de Funções foi proposto a partir de movimentos de Gamificação.
- Santos (2022) desenvolveu sua pesquisa com estudantes de uma turma do 7º ano dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, utilizando estratégias de Gamificação para potencializar o estudo de gráficos estatísticos. A realização de atividades de forma colaborativa e em um contexto de competição contribuiu para a socialização e interação entre estudantes, e que o desenvolvimento de atividades em equipes contribuiu para que os estudantes ajudassem uns aos outros em suas dificuldades. Além do mais, as aulas se tornaram mais dinâmicas, tendo os estudantes se tornado participantes ativos na construção da aprendizagem sobre gráficos.
- Dias (2023) aplicou sua pesquisa utilizando o ensino de função do segundo grau por meio da Gamificação através do GeoGebra, com estudantes de uma turma da 1ª série do Ensino Médio. A proposta proporcionou maior dinamicidade e interatividade para os estudantes, conduzindo-os ao centro da atividade, de modo que foi possível observar uma maior facilidade na visualização gráfica ao fazerem uso do recurso. Houve um maior contato entre os alunos e a diversão durante o desenvolvimento da proposta.

Observando os trabalhos listados acima, é possível constatar que existem contextos convergentes com relação às conclusões e até mesmo aos objetivos estabelecidos durante o planejamento das mesmas. Embora as propostas se materializem de modo diferente, o contexto da metodologia ativa, de colocar o estudante na posição de responsabilidade, de sujeito ativo e participativo dos processos, engajado e desafiado a vencer, se cruzam em pontos colineares.

Das 11 pesquisas selecionadas, oito utilizaram Gamificação digital, o que demonstram que, embora busque-se alternativas diversificadas das metodologias de ensino para Matemática, a ideia de Gamificação ainda é fortemente associada ao jogo digital, visto que apenas três pesquisas enfatizaram propostas analógicas.

Por fim, é preciso chamar a atenção para o cuidado no ato de planejar a Gamificação, para que, de fato, esteja-se gamificando e não apenas se edificando mais um jogo, aja vista que

o estudante precisa se sentir envolvido emocionalmente e a partir daí possa acionar suas estratégias de *gamer* para aprender, efetivamente jogando.

## VI. Constatações gerais

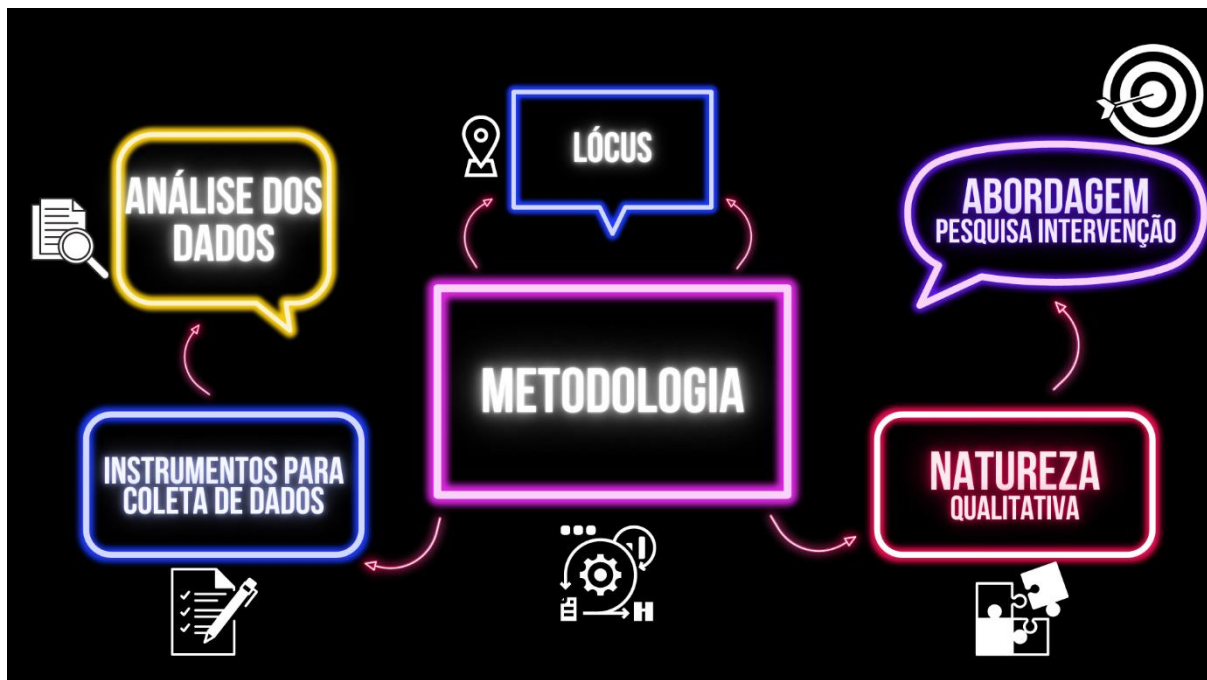
Os trabalhos selecionados nesta RSL apontam para um promissor cenário em relação a utilização da Gamificação como metodologia de ensino para as aulas de Matemática. Com frequência, os ditos “nativos digitais” são movidos por novos interesses, e a Gamificação promete envolvê-los por meio do engajamento, interatividade, disputa e motivação.

De forma unânime, todas as pesquisas listadas relatam com êxito os resultados de suas aplicações, apresentadas com conteúdos diversos, abordagens variadas, estratégias, participantes e ambientes distintos. Essa variedade de produções e execuções traz à tona a reflexão de que gamificar é um ato subjetivo, que perpassa paradigmas, bastando usar a criatividade.

Corroborando com essa ideia, apontamos para a importância do uso da Gamificação Analógica como uma alternativa possível e acessível a todos, de modo a dissociar esse contexto do meio digital. Pensando nesta alternativa, nossa proposta de Gamificação está construída através de um canal analógico, utilizando materiais simples, como forma de demonstrar que existem outras possibilidades não digitais e que isso pouco ou quase não influencia na percepção e muito menos no nível de interesse ou engajamento do estudante, conforme demonstraremos em nossos resultados mais adiante.

## 4 PERCURSO DA PESQUISA

**Figura 21:** Resumo da seção.



**Fonte:** Autor, 2022.

O contexto metodológico aplicado a essa pesquisa, considerado elemento imprescindível para execução da mesma, já que a efetivação do planejamento pressupõe um norte que estabelece cumprir cada etapa de forma efetiva, baseou-se na escolha da abordagem da pesquisa, tipo de pesquisa, lócus da pesquisa, participantes da pesquisa, instrumentos de coleta de dados, análise dos dados, e serão apresentados a seguir.

### 4.1 Abordagem da pesquisa

A proposta desta pesquisa traz referência direta com a preocupação do problema de pesquisa elencado nesta, já que se busca entender como ocorre o fenômeno. Temos um enfoque voltado para o processo e não na quantificação do resultado final. Desta forma, esta pesquisa se caracteriza como qualitativa, uma vez que está representada dentro das cinco características a seguir:

- 1º) A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave; 2º) A pesquisa qualitativa é descritiva; 3º) Os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto; 4º) Os pesquisadores qualitativos tendem a analisar

seus dados indutivamente; 5º) O significado é a preocupação essencial na abordagem qualitativa [...] (Bogdan, 1992 *apud* Triviños, 1987, p. 128-130).

Observando as características trazidas por Bogdan (1992 *apud* Triviños, 1987), é possível destacar que, embora não exista um conceito objetivo que defina a pesquisa qualitativa, podemos tê-la como aquela que busca a subjetividade do sujeito, suas percepções e especificidades, caracterizando as etapas do processo de acordo com a análise de cada um dos participantes envolvidos, observados através do olhar atento do pesquisador.

#### **4.2 Tipo de Pesquisa**

O tipo de pesquisa adotado nesta pesquisa, está diretamente relacionada com a proposição de uma problemática e com a construção de um caminho, que busca oferecer uma possibilidade de resolução. Neste sentido, o parâmetro utilizado para escolha da abordagem está diretamente ligado a necessidade em atender as especificidades do problema. Por esta razão, utilizamos a pesquisa intervenção.

Além do mais,

Na pesquisa-intervenção, a relação pesquisador/objeto pesquisado é dinâmica e determinará os próprios caminhos da pesquisa, sendo uma produção do grupo envolvido. Pesquisa é, assim, ação, construção, transformação coletiva, análise das forças sócio-históricas e políticas que atuam nas situações e das próprias implicações, inclusive dos referenciais de análise (Aguiar e Rocha, 1997, p. 97).

Não descrição há muita clareza no contexto que envolve a pesquisa intervenção, já que mencionam a importância ora existente entre o pesquisador/objeto e a construção coletiva cativada ao longo de sua construção. Além disso, vale destacar o papel do contexto sócio-histórico-político na situação investigada, servindo como parâmetros para as análises que foram realizadas.

#### **4.3 Lócus da Pesquisa**

A aplicação da pesquisa ocorreu na Escola Estadual Padre Antônio Duarte, localizada na Avenida Dois de dezembro, 727, Centro, Olho d'Água das Flores – AL, e vinculada à 6ª Gerência Especial de Ensino (6ª GEE).

A referida escola possui 21 turmas, distribuídas nos turnos matutino, vespertino e noturno, com oferta dos Anos Finais do Ensino Fundamental (8º e 9º ano) e Ensino Médio

regular (1ª, 2ª, 3ª e 4ª série), atendendo cerca de 830 estudantes regularmente matriculados no ano letivo de 2023, conforme informações obtidas no dia 27 de abril de 2023.

O referido campo de pesquisa foi escolhido em virtude de ser uma escola localizada na cidade em que resido e também por atender ao público alvo para o qual a mesma foi planejada, 3ª série do Ensino Médio. Além disso, o fato de haver vínculo profissional com a instituição também foi considerado para escolha.

#### **4.4 Participantes da Pesquisa**

A pesquisa foi realizada com uma turma de 3ª série do Ensino Médio, oriunda do turno matutino da Escola Estadual Padre Antônio Duarte, composta por 29 estudantes, sendo 11 do sexo masculino e 18 do sexo feminino, com faixa etária variando entre 17 e 19 anos. A escolha pela turma ocorreu através de diálogos com a professora de Matemática em regência, onde foi tomado como principal critério a disposição do horário de aulas durante a semana, o que facilitou o desenvolvimento da pesquisa.

Numa análise prévia, realizada por observações decorridas dos primeiros encontros de discussão e repasse de notas de aulas, os estudantes demonstraram possuir noções básicas sobre Sólidos Geométricos e sobre volume. Mas relacionadas aos conhecimentos empíricos, sobretudo no que diz respeito a nomenclatura dos elementos e as características que possuem, trazendo as experiências do cotidiano como principal fonte dessas informações.

Com a instituição da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) e atualização do Referencial Curricular de Alagoas – ReCAL, ainda em versão preliminar (2022), os objetos de aprendizagens passaram a estar associados a uma sequência estabelecida por competências, sobressaindo da fixação em etapas. Neste sentido, em conversas com a professora regente de Matemática da turma, ficou evidente que em seu planejamento ela estabelece o tratamento da Geometria Espacial e dos Sólidos Geométricos durante a 3ª série do Ensino Médio. Desta forma, considerando que esta pesquisa traz o objeto matemático em questão, seguimos o planejamento da professora.

Todos os 29 estudantes pertencentes à turma ficaram aptos a participar da pesquisa e após o devido conhecimento da mesma, bem como do rigor ético, dos seus direitos enquanto participantes, do livre arbítrio para se retirar a qualquer momento, e de como sua participação iria contribuir com o trabalho, foram instruídos a conhecer e preencher o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) - para os estudantes menores de idade, assinado

pelo responsável legal), (Apêndice B) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) - para os estudantes maiores de idade, assinado por ele mesmo), (Apêndice C).

Antes de sua execução, esta pesquisa foi submetida na Plataforma Brasil e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Ufal, por meio do Parecer nº 5.631.779, apresentado no (Apêndice D).

#### **4.5 Instrumentos para coleta de dados**

Levando em conta que tivemos uma pesquisa do tipo qualitativa, a coleta de dados foi realizada através de instrumentos que atendessem aos objetivos da pesquisa e ao tipo de dados que precisávamos coletar. Sendo assim, utilizamos os instrumentos: observação, entrevista semiestruturada, diário de campo e registro fotográfico, conforme indica Dencker (1998). A escolha desses instrumentos se deve ao fato de trazerem propostas que nos ajudaram a produzir os tipos de dados necessários para atender ao tipo de pesquisa, a abordagem e a análise dos dados, conforme propõe Bardin (2016).

Em relação a importância dessa fase do planejamento da pesquisa,

Escolher um design de pesquisa qualitativa pressupõe uma certa visão de mundo, requer a definição com um investigador seleciona sua amostra, coleta e analisa dados e contempla assuntos com validade, confiança e ética. A pesquisa qualitativa não é linear, mas um processo de passo a passo, ou seja, um processo iterativo que permite ao investigador produzir dados confiáveis e fidedignos. Assim, o processo de coleta e análise dos dados é recursivo e dinâmico, além de ser altamente intuitivo (Teixeira, 2003, p. 191).

Neste sentido, é possível perceber que realizar a seleção correta desses instrumentos é um elemento qualificador dos dados produzidos, entendendo que é através deles que a pesquisa vai fluir com seus resultados. Embora os instrumentos sejam utilizados de forma individual, possuem um nível de integração significativo, já que se correlacionam no objetivo e se complementam na execução.

#### **4.6 Análise dos dados**

A análise dos dados qualitativos foi fundamenta na Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (2016), como forma de compreender o discurso dos participantes e avaliar parâmetros positivos e negativos que se repetem, mas também que são expressos em menor frequência, dando atenção a peculiaridade de cada um.

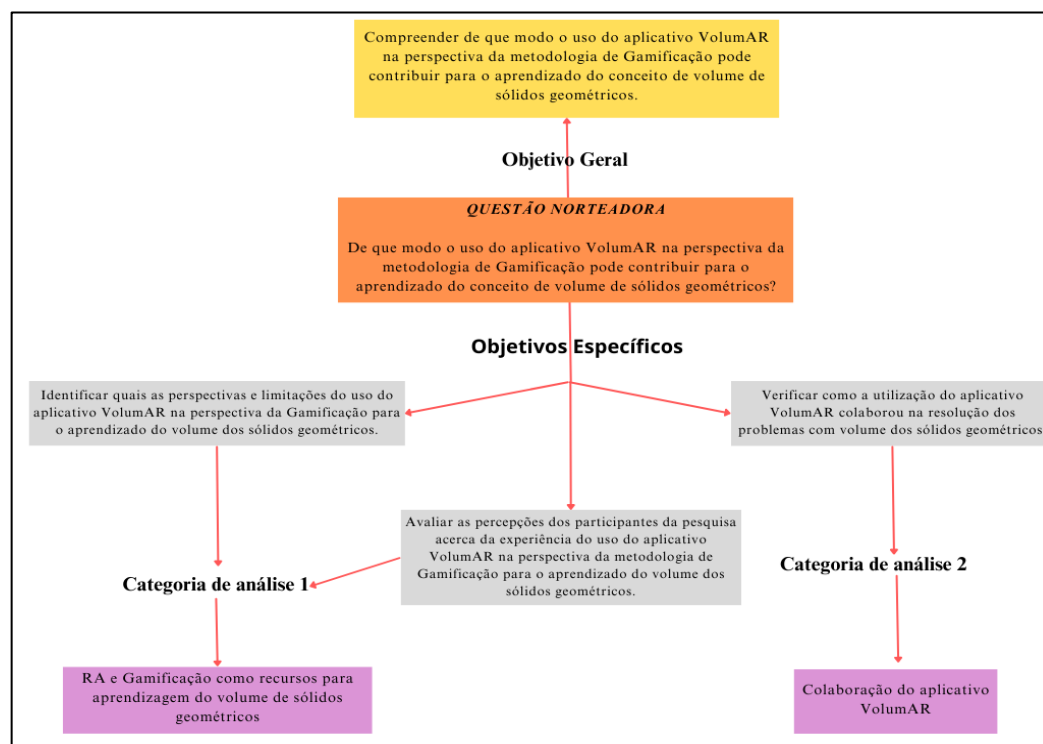
A metodologia de Análise de Conteúdo é definida como,

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (Bardin, 2016, p. 48).

Essa metodologia tem a finalidade de inferir o contexto das falas, levando em conta à origem da mensagem, como é emitida, o canal pelo qual ela se propaga e como é recebida, observando os efeitos produzidos no processo.

Para efetivação dessa etapa, foram criadas três categorias de análises, apresentadas na figura 22, por meio de um mapa conceitual contendo um esquema em que relacionamos os objetivos geral e específicos, a questão norteadora e as categorias de análise, de acordo com a perspectiva da análise de conteúdo de Bardin (2016).

**Figura 22:** Mapa conceitual esquematizando a pesquisa na perspectiva de Bardin (2016)



**Fonte:** Autor, 2023.

A seguir, apresentamos o nosso Produto Educacional (PE), por meio da apresentação de sua descrição e tutorial de utilização e orientações gerais, assim como todo o material necessário para seu uso. Nosso PE é composto por um aplicativo de RA, chamado de VolumAR, e por uma Gamificação, que utiliza o aplicativo, chamada de O Código de Euclides. Apresentamos os dois na seção a seguir, dedicada ao PE.

## **5. PRODUTO EDUCACIONAL**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PAULO HENRIQUE FIRMINO DA SILVA  
CARLONEY ALVES DE OLIVEIRA



## 5.1 APLICATIVO VOLUMAR

Nesta seção apresentamos nosso aplicativo VolumAR, que foi produzido e utilizado na Gamificação que será apresentada na seção seguinte. A seguir, trazemos uma apresentação do aplicativo, um tutorial de utilização e todos os materiais e orientações necessários para o seu funcionamento.

### 5.1.1 APRESENTAÇÃO

O aplicativo VolumAR é uma ferramenta que usa a tecnologia da Realidade Aumentada (RA), criado com a função de visualização de sólidos geométricos no espaço tridimensional. Tanto a produção quanto o nome são de iniciativa autoral e independente.

O nome traz referência a funcionalidade do aplicativo, já que remete a ideia do volume dos sólidos, por isso inicia com o prefixo “Volum”, e por agregar a tecnologia da RA, foi implementado o termo AR que é a tradução em inglês “*Augmented Reality*”, como estratégia para dar sonoridade ao nome.

O aplicativo foi desenvolvido através da plataforma Unity e sua exportação foi realizada através de *link* para que seja utilizado por qualquer *smartphone* ou *laptops* conectados à internet, independente do sistema operacional. Ou seja, tanto o sistema *Android*, quanto *IOS* conseguem utilizar o aplicativo sem nenhum problema. Abaixo, segue *link* para acesso ao aplicativo, bem como QR-Code que pode ser utilizado como atalho para o mesmo site.

**Figura 1** – QR-Code para acessar o Aplicativo.



<https://rebrand.ly/zappar-work>

Fonte: Autor, 2023.

### 5.1.2 COMO USAR

**Figura 2** – Menu do aplicativo



**Fonte:** Autor, 2023.

O aplicativo utiliza a câmera do smartphone para realizar a leitura de marcadores associados a uma biblioteca de objetos gráficos, e a partir da identificação desses marcadores faz uma busca pelo objeto associado a eles, apresentando-o na tela do aparelho, sobreposto a elementos do mundo real. Além de apresentar o objeto, o usuário tem a possibilidade de rotacioná-lo utilizando o *touchscreen* da tela do aparelho, visualizando pelo ângulo que quiser.

Cada marcador representa um objeto. Na tela inicial do aplicativo, conforme apresentado na figura 2, o usuário precisa escolher qual objeto deseja visualizar e após clicar no botão, deve apontar a câmera para o marcador correspondente ao objeto escolhido.

Após visualizar o objeto, para retornar a tela inicial para escolher outro, o usuário pode clicar no botão “Retornar”, conforme você verá nas imagens do quadro 1, e então irá voltar a tela inicial, onde poderá iniciar o processo novamente.

A seguir, apresentamos os marcadores de QR-Code, no quadro 1, que estão associados aos objetos na biblioteca do aplicativo. Você também pode acessá-los por meio do link:

<https://drive.google.com/drive/folders/1DU3AYMMSfRxU4We1rtTsRMPbjKdd5n-m?usp=sharing>

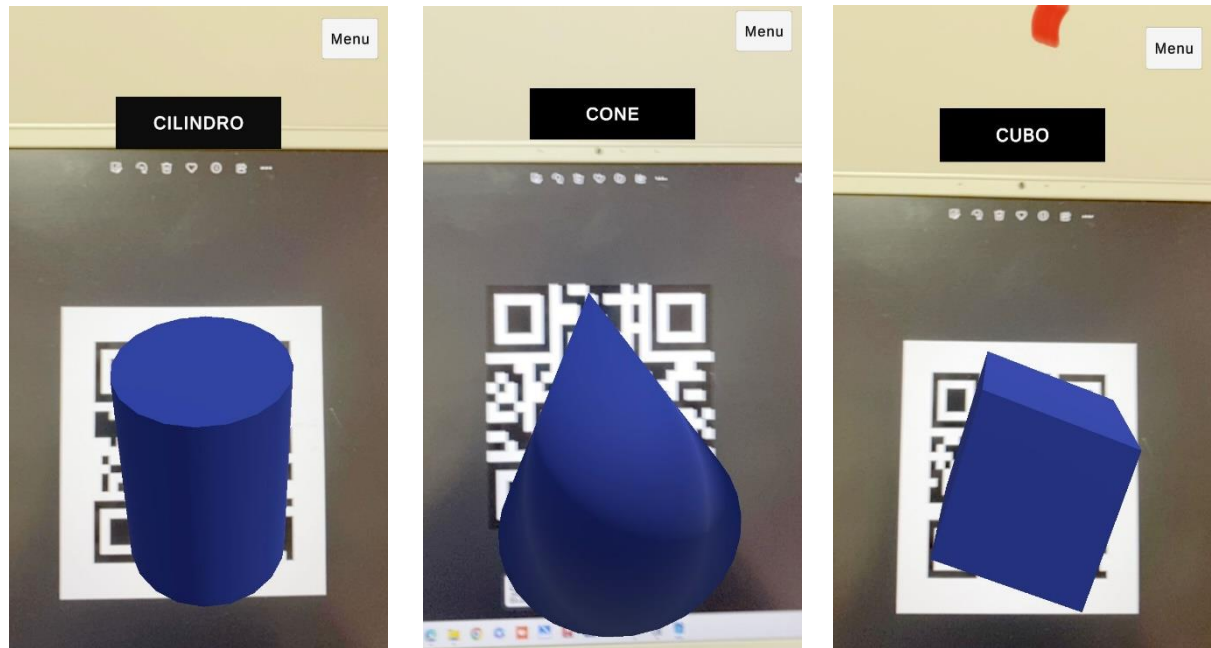
**Quadro 1** – Marcadores QR-Code para entrada no aplicativo.

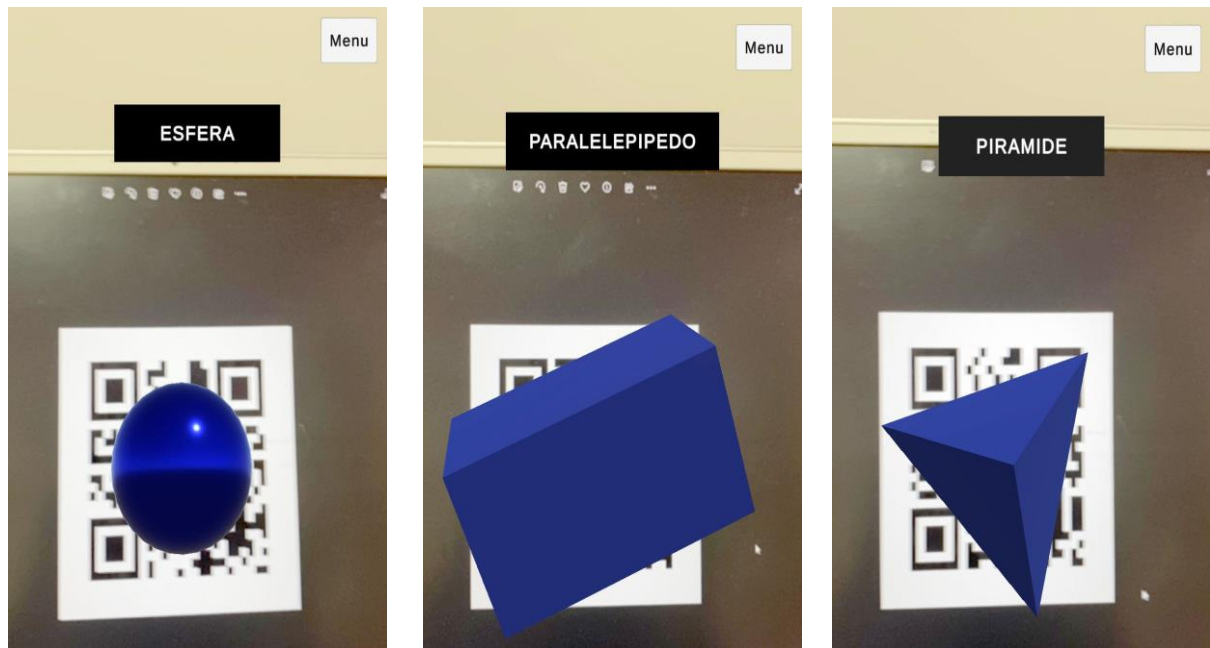
|                                                                                    |                                                                                    |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |
| CILINDRO                                                                           | CONE                                                                               | CUBO                                                                                 |
|  |  |  |
| ESFERA                                                                             | PARALELEPÍPEDO                                                                     | PIRÂMIDE                                                                             |

Fonte: Autor, 2023.

A seguir, apresentamos imagens do aplicativo em funcionamento, com os marcadores dos seis sólidos:

**Figura 03** – Imagens do aplicativo em funcionamento

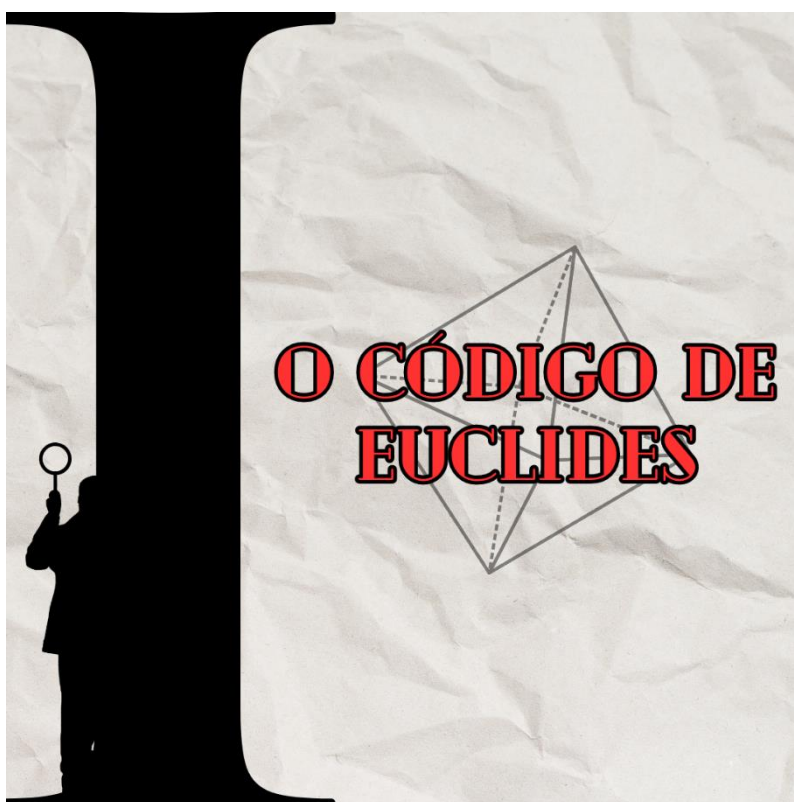




**Fonte:** Autor, 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PAULO HENRIQUE FIRMINO DA SILVA  
CARLONEY ALVES DE OLIVEIRA



## 5.2 O CÓDIGO DE EUCLIDES

Nesta seção apresentamos nossa Gamificação, intitulada de O Código de Euclides, e que foi planejada para ser utilizada com o aplicativo VolumAR. A seguir, trazemos uma apresentação da Gamificação, um tutorial de utilização e todo os materiais e orientações necessários para sua utilização.

### 5.2.1 Apresentação

Além de mobilizar diversas competências socioemocionais, a atividade busca engajar o estudante através do desafio de uma narrativa de suspense colocando-lhe em uma posição de responsabilidade e com uma função importante para ele e para o mundo. Desta forma, busca-se através do engajamento, da ludicidade, do protagonismo, da cooperação e da busca pela conquista, agregar uma experiência inovadora de visualização tridimensional de sólidos geométricos por meio do aplicativo VolumAR de RA um caminho para resolver problemas, que pode se tornar facilitados com a tecnologia em questão.

Neste sentido, a atividade busca engajar a tecnologia RA e a Metodologia Ativa de Gamificação, como forma de potencializar as possibilidades que as funcionalidades individuais de ambas podem promover no desenvolvimento das competências de aprendizagem do estudante com relação ao volume dos sólidos geométricos.

### 5.2.2 Materiais e recursos

A proposta dessa Gamificação parte do pressuposto da utilização do recurso tecnológico não digital, por meio da utilização da narrativa de suspense como forma de estabelecer as conexões do *game* por meio de uma trama. Desta forma, os materiais necessários são:

- Caixas de MDF 20x20cm
- Minigarrafa de vidro
- Papel fotográfico, vergê ou similar
- Lápis e borracha
- Caneta
- Cópias

- Canva
- *Smartphone* ou *laptop* com acesso à internet
- Aplicativo VolumAR
- Barbante rústico ou de algodão
- Medalhas de acrílico

### 5.2.3 Regras da Gamificação

- Para participar da Gamificação o estudante precisa ter participado do encontro de notas de aulas, que foi realizado a partir de uma revisão sobre o cálculo do volume dos sólidos geométricos
- Cada equipe só pode ter no máximo três participantes.
- Cada equipe deve colocar o nome da equipe e os codinomes na tampa da caixa.
- As equipes não podem sair da sala para resolver os problemas.
- As equipes não podem conversar entre si, apenas os participantes.
- Os participantes só podem se tratar pelo nome, sendo que cada um terá um codinome.
- Cada problema possui um QR-Code, que é o marcador a ser lido pelo aplicativo VolumAR para visualizar o sólido geométrico a que se refere o problema.
- O tempo máximo é de 20min, independente de alguma equipe ter terminado ou não a resolução dos problemas.
- A ordem considerada será a da página final, independente do que estiver escrito na página dos problemas.
- Cada problema possui um *stick* de uma cor, que é a mesma cor do marcador do mapa dos enigmas, e também da posição do código final.
- Se a primeira equipe que concluiu errar ao menos uma questão, a caixa seguinte será aberta, e assim por diante para ser verificado se alguma equipe completou a ordem correta, respeitando a ordem de entrega das caixas.
- Se após o término dos 20min nenhuma equipe tiver concluído, todos param a atividade, colocam na caixa e é feito um sorteio para estabelecer uma ordem de abertura das caixas.

### 5.2.4 Orientações para o professor

Inicie a Gamificação dividindo a turma em equipes ou faça de forma individual, essa é uma variável que depende de sua disposição e também da quantidade de alunos de sua turma, e distribua as caixas secretas.

Como sugestão, cada caixa secreta deverá possuir (mas você pode usar a criatividade): uma mensagem de recepção para a equipe, uma bússola, o mapa dos enigmas dentro de uma garrafa, um livreto perfurado e amarrado com barbante contendo as informações da missão, os seis problemas em envelopes coloridos de acordo com os marcadores do mapa dos enigmas, um lápis, uma borracha e uma caneta.

Após o recebimento das caixas, as equipes devem fazer a leitura das primeiras informações, apontar um nome para a equipe e um codinome para cada componente e escrever na tampa da caixa. Em seguida, é importante que as equipes testem o aplicativo VolumAR através de uma cópia dos marcadores entregues de forma avulsa, para evitar que ocorra problemas durante a execução da atividade. Em seguida, realize a apresentação das regras gerais e da atividade que eles irão realizar, bem como o tempo disponível para o cumprimento da mesma.

Após essa parte inicial, quando todos confirmarem que estão preparados para o início, o cronômetro deverá ser disparado. Sugerimos ser suficiente que as equipes tenham 20 minutos para apresentar a sequência com as respostas aos problemas, de modo que a vencedora seja aquela que apresente a sequência correta e em menor tempo. A medida que vão concluindo, peça para irem colocando as caixas com suas sequências numéricas em cima da mesa e as organizem na ordem da entrega de forma transparente.

Além disso, como forma de garantir o processo democrático, orientamos que os 20 minutos da atividade seja cumprido até o fim, fazendo a abertura das caixas apenas no final, já que poderá haver erros na sequência da primeira equipe a concluir, e caso isso ocorra as demais poderão estar na disputa.

Decorridos os 20 minutos, de posse do gabarito, inicie a abertura da caixa da primeira equipe a entregar e faça a conferência. Caso esteja correta, já declara vencedora, caso contrário, informe o resultado e prossiga com a equipe seguinte até declarar a equipe campeã. Caso nenhuma das equipes acerte os seis itens da sequência, combine que será declarada vencedora a equipe que tiver o maior número de acertos, respeitando a ordem do tempo de entrega.

Após declarar a equipe campeã, você irá convidá-los até à frente da sala, premia-los com a medalha em acrílico e os entregará a caixa secreta deixada por Euclides. Nesta caixa

sugerimos que coloque a mensagem com o texto a seguir (você pode modificá-lo e/ou adaptá-lo a depender da sua realidade e/ou necessidade e/ou possibilidade) e três *vouchers* de ingressos simbólicos.

“Missão concluída com sucesso! Ficamos muito felizes por vocês mergulharem conosco nessa aventura do conhecimento, sabíamos que não poderíamos fazer uma escolha melhor!

Estão preparados para saber qual a grande mudança no rumo da Terra que vocês acabaram de ajudar a realizar? Hum, acho que estão! Então lá vai:

Vocês acabaram de desbloquear o aplicativo VolumAR. Agora, todos os mais de 8 bilhões de habitantes do planeta Terra poderão acessar, de forma livre e gratuita, o aplicativo e terão mais uma ferramenta disponível para aprender Matemática em alto nível.

Não é massa?! Mas não para por aí.

Vocês também acabam de ganhar um Vale Shopping com direito a: Uma viagem para passeio no Shopping com cinema, pipoca e lanche.

Continuem acreditando no potencial de vocês e persistam sempre nas missões da vida!

Vocês são grandes e o mundo precisa de vocês! Obrigado e até a próxima!”

Após a etapa de premiação, você deverá concluir a atividade agradecendo a participação do estudante, informando que se tratava de uma Gamificação e que alguns elementos foram modificados/criados para dar sentido a atividades e que, sem dúvidas, todo o processo vivenciado por eles, foi e será muito importante para o processo deles de aprendizagem de Matemática.

#### **5.2.5 Sugestões para aplicações pelos professores**

Essa proposta foi pensada e criada para a turma onde foi aplicada, no entanto pode e deve ser reestruturada e/ou requalificada de acordo com a sua realidade e com as suas possibilidades, como forma de adaptar a proposta para estar mais próxima da realidade dos seus estudantes.

Além disso, embora pareça que seja possível utilizar a Gamificação sem utilizar o aplicativo VolumAR, recomendamos que a execução da proposta ocorra da forma que a produzimos e aqui estamos indicando, já que o desenvolvimento do aplicativo pretende fornecer ao estudante uma experiência qualificada em relação a visualização tridimensional dos sólidos

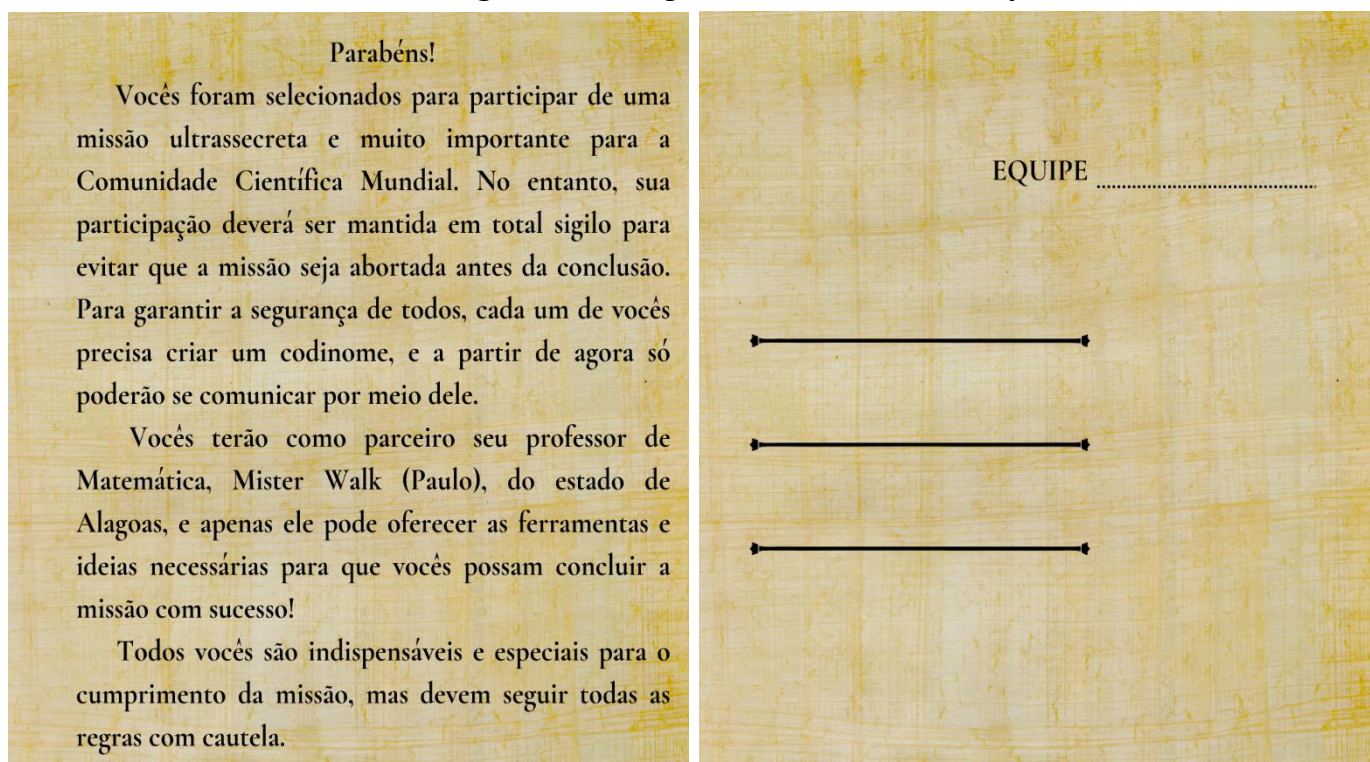
geométricos e isso gera uma vantagem significativa em relação ao pensamento geométrico do estudante. Além disso, se considerarmos a imersão da mecânica e dinâmica dos jogos na proposta apresentada, é útil destacar que a interface do aplicativo pode representar, mentalmente, ao estudante, uma ferramenta necessária e importante para que ele possa desenvolver os enigmas apresentados em forma de problemas.

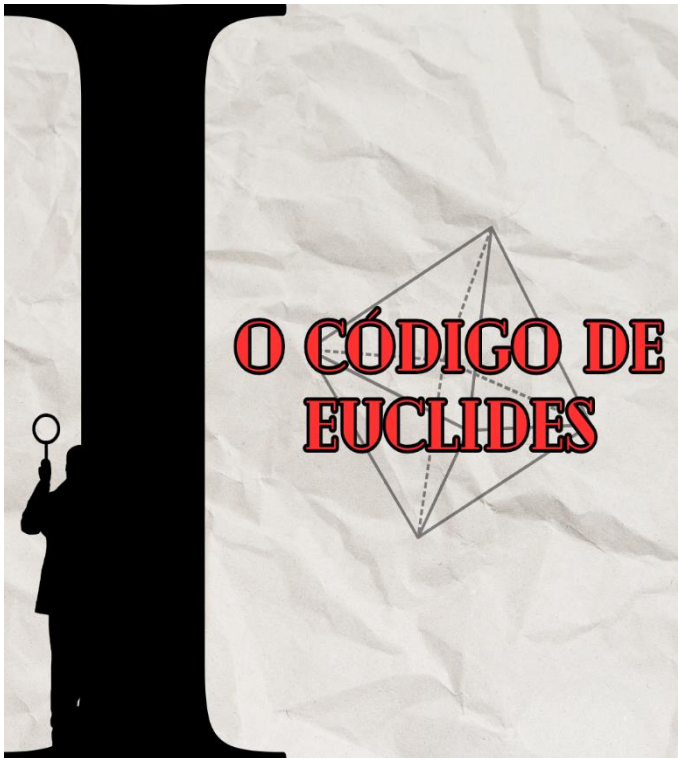
Com isso, esperamos que adote nossa proposta e que esta gere novas e grandes experiências, sendo de muito sucesso e que seus estudantes possam se engajar e participar ativamente do processo de aprendizagem do volume dos sólidos geométricos através das ferramentas que desenvolvemos e colocamos a sua disposição.

### 5.2.6 Imagens da Gamificação “O Código de Euclides”

A seguir, apresentamos as imagens dos arquivos que produzimos para a Gamificação. Além disso, você pode ter acesso aos anexos no tamanho real através do *link*: <https://drive.google.com/drive/folders/1c5jC2GIzAVSSWUyF-1zGcmcW1Bb7fYjt?usp=sharing>

**Figura 04** – Imagens utilizada na Gamificação





Um intrigante enigma foi deixado por Euclides de Alexandria, Egito, no último capítulo de seu mais famoso livro, “Os Elementos”, que por motivos desconhecidos não foi resolvido até hoje. Euclides foi um grande matemático que viveu entre os anos 323 a 283 a.C, e sua obra deu-lhe o título de “Pai da Geometria”, mas seu enigma é o grande responsável por simbolizar seu passado de mistérios e segredos.

Contam os historiadores da Matemática, que Euclides possuía uma mente mágica e que descobriu muitos segredos sobre o universo e a origem da vida, mas fora obrigado a mantê-los escondidos para que a ordem das coisas fosse preservada, e assim impedisse que o caos destruísse o universo. Dessa forma, o enigma deixado por ele retrata muito bem o sentido do segredo de suas descobertas.

Segundo relatos, apenas com o alinhamento das sete galáxias o enigma pode ser resolvido e esse alinhamento ocorre apenas em anos onde a soma dos algarismos resulta no número 7. Isso nos faz pensar que estamos no ano ideal para solucionar esse problema, não acha?

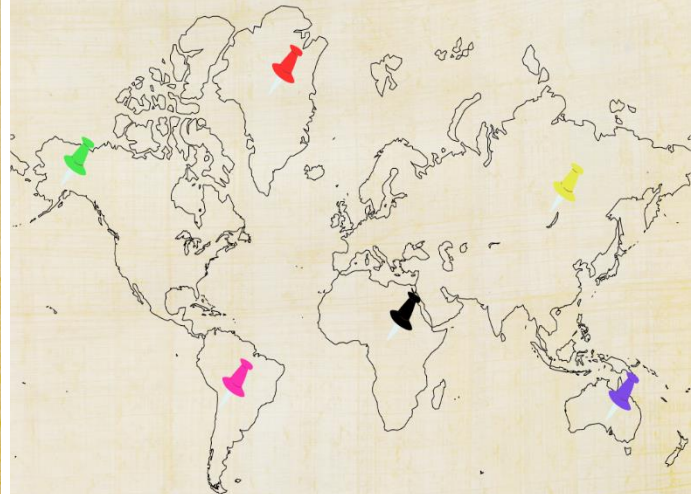
Estão prontos?

Não poderíamos fazer uma escolha melhor, já que a equipe é composta por um grupo seleta de estudantes. Com vocês, nossa missão será um sucesso!

Euclides deixou um mapa contendo “Os Seis Problemas Milenares” espalhados pelo mundo, indicando que as respostas desses problemas formam um código numérico que deverá abrir a caixa misteriosa e assim revelará o grande segredo que mudará completamente os rumos da Terra.

Fiquem atentos aos marcadores.

## MAPA DOS ENIGMAS



Fonte: Autor (2023)

<sup>6</sup> **Marcadores:** Rosa - Pirâmide; Verde - Cubo; Vermelho - Cone; Preto - Cilindro; Amarelo - Esfera; Azul – Paralelepípedo.

Para ajudá-los, a Comunidade Científica Mundial, em parceria com o Mister Walk, desenvolveu um excelente aplicativo, chamado VolumAR, que pretende colaborar na resolução dos problemas. Basta utilizá-lo da forma correta!



<https://encurtador.com.br/lFJY3>

Mas atenção, após a abertura do mapa dos enigmas, no Papiro de Rhind, você tem apenas 20 minutos até que ele se auto destrua. Caso sua equipe consiga desvendar o Código de Euclides, além de descobrir esse misterioso segredo sobre a história do universo, vocês terão o privilégio de colocar o Código de Euclides na caixa misteriosa e desvendar o segredo que existe dentro dela. Também ganharão a medalha Fields, de mais alta nobreza internacional de Descobrimientos Proeminentes em Matemática, além de um passaporte para passar o dia no shopping, com direito a passear, ir ao cinema e lanchar, tudo em reconhecimento para as contribuições que terão prestado a Ciência e Matemática.

Boa sorte! Vão lá e vençam o desafio!

## O ENIGMA DAS VELAS

Para vencer a escuridão da noite, percebeu-se que a fogueira era uma atividade em vão, já que além de dar trabalho para acender, colocava em risco as moradias. Com isso, descobriu-se a parafina e a possibilidade de moldar a vela, sendo útil por sua durabilidade e moldagem em qualquer formato. Em determinado lugar, velas de parafina são feitas no formato apresentado no QR-Code, com 19 cm de altura e 6 cm de aresta da base. Sabendo que em um dia é possível fazer 100 velas, qual é o volume de parafina utilizado por dia?

- 1) ( )  $2,28 \text{ cm}^3$
- 2) ( )  $22,8 \text{ cm}^3$
- 3) ( )  $228 \text{ cm}^3$
- 4) ( )  $2.280 \text{ cm}^3$
- 5) ( )  $22.800 \text{ cm}^3$



## O ENIGMA DA COLHEITA

Para armazenar sementes da safra, os camponeses aprenderam a construir silos enterrados, como forma de preservar os alimentos após a colheita, já que precisa garantir a alimentação de sua família pelo restante do ciclo. Em uma determinada época, uma família realizou o plantio e a colheita de feijão e utilizou um silo com arestas de 3m para o armazenamento. Sabendo que o silo possui o formato semelhante ao apresentado no QR-Code, determine a volume máximo de feijão que o silo pode armazenar.

- 1) ( )  $21 \text{ m}^3$
- 2) ( )  $24 \text{ m}^3$
- 3) ( )  $27 \text{ cm}^3$
- 4) ( )  $30 \text{ m}^3$
- 5) ( )  $33 \text{ m}^3$



### O ENIGMA DO VINHO

Com o passar do tempo, o homem aprendeu a esculpir recipientes para tomar vinho durante as comemorações pelas boas colheitas, pela fartura e até mesmo pelo nascimento de um novo membro da família. Esses recipientes não possuem padrão definido. Mas um amigo conhecido costuma produzi-los com raio da base e altura iguais a 4 cm e 10 cm, respectivamente. Sabendo disso, determine qual a capacidade máxima de vinho de cada recipiente. Considere  $\pi = 3$ .

- 1) ( ) 1.600 cm<sup>3</sup>
- 2) ( ) 160 cm<sup>3</sup>
- 3) ( ) 16 cm<sup>3</sup>
- 4) ( ) 1,6 cm<sup>3</sup>
- 5) ( ) 0,16 cm<sup>3</sup>



### O ENIGMA DO OURO

Em 51 (a.C), como forma de demonstrar seu amor, o Imperador romano Júlio César, ordenou que um de seus artesãos produzisse uma pulseira com 10 peças em ouro maciço 24k e corrente de prata, para presentear sua amada Cleópatra, então rainha do Egito. Para cumprir a missão, o artesão precisava saber a quantidade de ouro que precisaria para confeccionar a pulseira. As peças possuíam o formato conforme apresentado no QR-Code, com diâmetro de 4cm. Considerando  $\pi = 3$ , qual o volume de ouro necessário para confeccionar a pulseira de Cleópatra?

- 1) ( ) 24 cm<sup>3</sup>
- 2) ( ) 160 cm<sup>3</sup>
- 3) ( ) 16 cm<sup>3</sup>
- 4) ( ) 320 cm<sup>3</sup>
- 5) ( ) 32 cm<sup>3</sup>



### O ENIGMA DA ÁGUA

Uma das primeiras expertises do homem foi aprender a necessidade de acumular água em reservatórios, como forma de ter o líquido durante os longos períodos de estiagem que periodicamente enfrentava. Certa vez, em visita a um parente em Atenas, durante a edificação de seu reservatório, restou-lhe a dúvida sobre a capacidade do mesmo em relação ao armazenamento da água. O reservatório haveria de ser construído conforme o modelo apresentado no QR-Code, com as dimensões 7m, 5m e 2m. Mesmo com a dúvida se o volume de água armazenado seria suficiente para todo o período de estiagem, qual a capacidade de armazenamento desse reservatório?

- 1) ( ) 70 m<sup>3</sup>
- 2) ( ) 60 m<sup>3</sup>
- 3) ( ) 50 m<sup>3</sup>
- 4) ( ) 40 m<sup>3</sup>
- 5) ( ) 30 m<sup>3</sup>



### O ENIGMA DA CONSERVA

Uma técnica muito útil desenvolvida pelo homem foi a de preservar peixes em recipientes de metais, após secar com sal no sol. Além de manter o sabor do alimento, preserva sua utilização por um bom tempo, evitando que se estrague e até mesmo que adquira odor ruim. Um recipiente semelhante ao que é apresentado no QR-Code, e que possui altura e raio iguais a 4 cm e 2 cm, respectivamente, podem armazenar até que volume máximo de peixe, considerando uma perfeita acomodação? Utilize  $\pi = 3$ .

- 1) ( ) 16 cm<sup>3</sup>
- 2) ( ) 32 cm<sup>3</sup>
- 3) ( ) 8 cm<sup>3</sup>
- 4) ( ) 48 cm<sup>3</sup>
- 5) ( ) 8 cm<sup>3</sup>



## O CÓDIGO DE EUCLIDES



Missão concluída com sucesso! Ficamos muito felizes por vocês mergulharem conosco nessa aventura do conhecimento, sabíamos que não poderíamos fazer uma escolha melhor!

Estão preparados para saber qual a grande mudança no rumo da Terra que vocês acabaram de ajudar a realizar?

Então lá vai:

Vocês acabaram de desbloquear o aplicativo VolumAR. Agora, todos os mais de 8 bilhões de habitantes do planeta Terra poderão acessar, de forma livre e gratuita, o aplicativo e terão mais uma ferramenta disponível para aprender Matemática em alto nível. Não é massa?!

Mas não para por aí, vocês também serão premiados com a medalha Fields 2023, de mais alta nobreza para os Descobrimentos Proeminentes da Matemática e também acabam de ganhar um Vale Shopping com direito a: Uma viagem para passeio no Shopping com cinema, e lanche, na companhia do Mister Walk e da Prof<sup>a</sup> Iharany.

Continuem acreditando no potencial de vocês e persistam sempre nas missões da vida! Vocês são grandes e o mundo precisa de vocês! Obrigado e até a próxima!

<sup>7</sup> Sequência correta do código: 5 – 3 – 2 – 4 – 1 .

## **6. REALIDADE AUMENTADA NA PERSPECTIVA DA METODOLOGIA DE GAMIFICAÇÃO PARA O APRENDIZADO DE VOLUME DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS**

Neste momento, é significativo trazer como foi a aplicação da proposta, abordando o desenvolvimento da mesma à luz das observações realizadas, sendo possível construir um panorama descritivo desta pesquisa.

### **6.1 Aplicação da proposta**

Inicialmente, foram realizados dois encontros com a professora regente da turma, com o objetivo de mapear o andamento de seu planejamento, mensurar alguns níveis da turma, tais como participação, engajamento e interesse pela Matemática e de apresentar o PE a ser aplicado. Nesses encontros, a professora se mostrou muito entusiasmada com a ideia, apontou que se tratava de uma turma bem dinâmica, engajada e que tinha algum interesse pela matéria. Além disso, ao informá-la que o objeto matemático a ser abordado seria o volume dos sólidos geométricos, a mesma indicou já ter trabalhado o conteúdo com a turma, por meio de anotações no quadro branco, vídeo aulas e discussões gerais, sem uso de tecnologias e/ou objetos manipuláveis e/ou concretos que pudesse qualificar a aula.

Considerando o estágio da turma em relação ao momento de aprendizado do conteúdo, decidimos que faríamos a aplicação do PE tomando como norte que os recursos trazidos na pesquisa iriam colaborar com o aprendizado dos estudantes, considerando que o conteúdo já havia sido trabalhado. Desta forma, não seria um objetivo nosso que os estudantes aprendessem conceitos e/ou conteúdos, mas que pudessem qualificá-los e aplicá-los.

Entretanto, como forma de abordar, de forma resumida, o conteúdo proposto, construímos algumas notas<sup>8</sup> de aulas, expostas no Apêndice F, servindo, unicamente, de ponto de partida para a discussão do conteúdo, já visto pelos estudantes. Durante essa fase, grande parte dos estudantes demonstraram domínio de conceitos básicos, apresentando dúvidas mais específicas em relação às fórmulas, suas concepções e aplicação. Todavia, reforcei essa parte do conteúdo e praticamos alguns exemplos, para tirar possíveis dúvidas que viessem a surgir durante a realização da atividade prática.

Após concluir a revisão com as notas de aulas, fizemos um teste no aplicativo VolumAR, já que alguns aspectos precisavam ser observados antes da ação ser executada:

---

<sup>8</sup> Sugerimos que você acesse esse material.

acesso à internet e versão do sistema operacional. Durante essa fase, constatamos que alguns *smartphones*, por motivos desconhecidos, não conseguiram acessar o aplicativo por meio do *link*, enquanto outros não conseguiam movimentar os sólidos. Por ser uma quantidade muito pequena, cerca de três equipamentos com essas dificuldades, conseguimos outros emprestados para serem utilizados na atividade.

Depois de certificarmos que todos os estudantes estavam com seus *smartphones* aptos para a utilização, dividimos a turma em equipes de três estudantes e iniciamos a Gamificação. Cada equipe recebeu uma caixa contendo todo o material necessário para a realização da missão, que consistia em encontrar um enigma a partir das respostas de problemas propostos, ordenados de acordo com um mapa. Como critério para o campeão finalizar a atividade, foi estabelecido o tempo de conclusão da prova e o índice de acertos dentro da sequência correta.

## 6.2 Categorias de análises

A partir da efetivação da pesquisa, com a conclusão das etapas *in loco* de aplicação da Gamificação utilizando o aplicativo VolumAR, em que foram produzidos dados por meio de entrevistas, diário de campo e registros fotográficos, apresentamos os resultados obtidos por meio de inferências realizadas sobre as respostas dos participantes, organizadas em Categorias de Análises e Unidades de Registros, seguindo o que estabelece a análise de conteúdo proposta por Bardin (2016).

A Categoria de análise 1, RA e Gamificação como recursos para aprendizagem do volume de sólidos geométricos, esteve vinculada aos objetivos específicos 1 e 2, que se importam em identificar quais as perspectivas e limitações do uso do aplicativo VolumAR na perspectiva da Gamificação para o aprendizado do volume dos sólidos geométricos e em avaliar as percepções dos participantes da pesquisa acerca da experiência do uso do aplicativo VolumAR na perspectiva da metodologia de Gamificação para fortalecer o aprendizado do volume dos sólidos geométricos, e teve como fundamento as questões levantadas nas perguntas 03, 10, 11 e 12 da entrevista de validação (Apêndice G), bem como as observações e discussões construídas ao longo dos encontros, constantes no diário de campo. A categoria de análise 2, Contribuições do aplicativo VolumAR, está relacionada ao objetivo específico 3, que pretende verificar as observações dos participantes acerca da colaboração do aplicativo VolumAR na resolução dos problemas com volume dos sólidos geométricos, trazidos na Gamificação levando em conta os questionamentos levantados nas perguntas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, e 9 da entrevista de validação (Apêndice G). Atrelado a essas duas categorias de análises, foi criada

uma terceira categoria, chamada de Categoria 0, que no mapa conceitual esquematizando a pesquisa na perspectiva de Bardin (2016), da (Figura 22), não esteve vinculada diretamente a nenhum dos objetivos específicos, mas que foi necessária para compreensão dos mesmos, pois referiu-se à caracterização tecnológica dos participantes da pesquisa, levantada por meio da entrevista inicial (Apêndice E) e das anotações feitas no diário de campo.

Por sua vez, a construção do mapa conceitual da (Figura 17) foi uma forma de tornar clara a relação existente entre a questão norteadora, os objetivos e os instrumentos de coleta de dados escolhidos, uma vez que a harmonia desses elementos é fator determinante para que possamos alcançar os objetivos propostos e assim chegar em considerações úteis para nossa investigação. Desta forma, os resultados obtidos foram separados em categorias de análises e são apresentados a seguir.

### **6.3 Caracterização tecnológica dos participantes da pesquisa**

A Categoria de Análise 0 foi gerada a partir da avaliação construída sobre as respostas aos questionamentos levantados na entrevista de caracterização do uso de ferramentas tecnológicas (Apêndice E), respondida por 26 estudantes que estavam presentes no dia de realização dessa etapa. A turma é composta por 29 estudantes, mas três não compareceram neste dia e não informaram o motivo. Essa caracterização referiu-se à portabilidade de *smartphones* (ou não), sistemas operacionais destes, locais e frequência de acesso à internet, conhecimento sobre RA (ou não), utilização de aplicativos de RA (ou não), utilização de aplicativos quaisquer durante aulas de Matemáticas (ou não), meio que usa para jogar, frequência e elementos de atração para jogos (ou não).

Essas características foram fatores primordiais para que pudéssemos construir um panorama acerca dos participantes da pesquisa, sobretudo do nível de imersão tecnológica em que se encontravam e do perfil de *gamer* que possuíam, considerando a frequência e o meio pelo qual acessavam os jogos, assim como as motivações que possuíam. Além do mais, buscamos também observar quais conhecimentos já possuíam sobre a RA, e onde consumiram informações a respeito, como forma de introduzir a tecnologia que estava em evidência em nossa pesquisa.

Apresentamos as subcategorias de análise e as unidades de registro surgidas a partir das análises efetivadas por meio dos questionamentos levantados nas perguntas 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07, da entrevista de caracterização do uso de ferramentas tecnológicas e jogos (Apêndice E), resumidas no quadro 5.

**Quadro 6** – Subcategorias e unidades de registros da Categoria 0

| SUBCATEGORIAS                                        | UNIDADES DE REGISTROS                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Portabilidade de <i>smartphone</i>                | Possui <i>smartphone</i> com sistema operacional Android<br>Possui <i>smartphone</i> com sistema operacional IOS<br>Não possui <i>smartphone</i>                                                                 |
| 2. Acesso à internet                                 | Acessa mais em casa<br>Acessa mais na escola<br>Acessa mais em casa e na escola<br>Acessa mais em casa, na escola e no trabalho<br>Acessa mais em casa, na escola e na academia                                  |
| 3. Ouvir falar na RA                                 | Já ouviu falar na internet<br>Já ouviu falar na escola<br>Já ouviu falar no YouTube<br>Já ouviu falar nas redes sociais<br>Já ouviu falar na televisão<br>Já ouviu falar em jogos<br>Nunca ouviu falar           |
| 4. Uso de algum App de RA                            | Já usou Pokémon Go<br>Nunca usou                                                                                                                                                                                 |
| 5. Uso de algum App em aulas de Matemática           | Já usou o PhotoMath<br>Nunca usou                                                                                                                                                                                |
| 6. Frequência com que joga                           | Joga com pouca frequência no <i>smartphone</i><br>Joga todos os dias no <i>smartphone</i><br>Joga no <i>smartphone</i> e no console com muita frequência<br>Não costuma jogar                                    |
| 7. Já participou de algum jogo na aula de Matemática | Já participou do jogo dominó e acha divertido<br>Nunca participou de nenhum jogo, mas acha que jogos são divertidos<br>Nunca participou de nenhum jogo, mas acha que jogos são interessantes<br>Nunca participou |

**Fonte:** Autor, 2023.

As questões 1 e 2 geraram dados que estão descritos nas tabelas 1 e 2, respectivamente abaixo, referentes a caracterização dos participantes em relação a posse de aparelho *smartphones* e a frequência de acesso à internet.

Após analisar as respostas obtidas na questão 1 da referida entrevista, onde questionamos a portabilidade de *smartphones* e o sistema operacional destes, emergiu as seguintes unidades de registros (Tabela 1), acompanhadas da frequência com que as respostas foram apresentadas pelos estudantes.

**Tabela 1** – Portabilidade de *smartphone*

| UNIDADES DE REGISTRO                                     | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------------------------------------------|------------|------|
| Possui <i>smartphone</i> com sistema operacional Android | 16         | 61,5 |
| Possui <i>smartphone</i> com sistema operacional IOS     | 09         | 34,6 |
| Não possui <i>smartphone</i>                             | 01         | 3,9  |

**Fonte:** Autor, 2023.

É possível perceber que, dos 26 estudantes entrevistados, cerca de 61,5% possuem smartphone com sistema operacional Android, 34,6% possuem smartphone com sistema operacional IOS e apenas 3,9% não possuem este equipamento. De um modo geral, podemos inferir que 96,1% possuem smartphone, o que nos representa um resultado expressivo e significativo que importa para nossa pesquisa, já que o aplicativo VolumAR de RA, é utilizado nestes equipamentos, e essa portabilidade acabou sendo um requisito para utilização do mesmo. Esses dados confirmam o que já havíamos exposto anteriormente, sobre o “livre” acesso dos usuários aos smartphones.

Com relação ao sistema operacional, inicialmente pensamos em desenvolver o aplicativo para rodar como aplicação do sistema Android, mas ao perceber que existe uma divisão em relação ao uso dos sistemas operacionais, e que esse dado pode significar uma tendência, decidimos utilizá-lo por meio de *link*, de modo que qualquer sistema operacional pudesse rodar sem nenhuma restrição, exceto da versão mínima do sistema operacional, o que não foi um problema para os participantes. Quando o participante que não tinha *smartphone*, conseguimos um para que pudesse desenvolver a atividade. Na tabela 2, trazemos os dados relativos ao acesso à internet por parte dos participantes.

**Tabela 2 – Acesso à internet**

| UNIDADES DE REGISTRO                         | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------------------------------|------------|------|
| Acessa mais em casa                          | 12         | 46,2 |
| Acessa mais na escola                        | 03         | 11,5 |
| Acessa mais em casa e na escola              | 07         | 26,9 |
| Acessa mais em casa, na escola e no trabalho | 03         | 11,5 |
| Acessa mais em casa, na escola e na academia | 01         | 3,9  |

**Fonte:** Autor, 2023.

Percebe-se que todos os participantes disseram ter acesso à internet, o que é uma informação expressiva, já que estamos falando de uma geração conectada e que de fato está. Se não bastasse, outro ponto que chama a atenção é que os participantes disseram estarem conectados em vários lugares que frequentam, sobretudo em casa. Cerca de 46,2% disseram acessar mais em casa, 11,5% disseram acessar mais na escola, 26,9% disseram acessar mais em casa e na escola, 11,5% disseram estarem mais conectados em casa, na escola e no trabalho e 3,9% disseram estarem mais conectados em casa na escola e na academia.

Isto nos revela que a internet pode ser uma grande possibilidade pedagógica a ser explorada no contexto, seja por meio de pesquisas ou até mesmo das redes sociais, para

promover interações e produções de conteúdos. Na verdade, de quaisquer contextos possíveis já que na rede eles são finitamente grandes.

Um dado que chama a atenção é que um número considerável de participantes disseram acessar a internet com mais frequência na escola. A escola possui rede wi-fi nas salas de aula e no laboratório de informática, mas requer manutenção e novas máquinas, mas como quase todos possuem os *smartphones*, o uso da rede é direto e constante.

As questões 3, 4 e 5, que tiveram seus dados organizados nas tabelas 3, 4 e 5, respectivamente, referem-se à caracterização dos participantes em relação ao que conhecem acerca da RA e se já utilizaram algum aplicativo nas aulas de Matemática. Na tabela 3, trazemos dados relativos ao conhecimento prévio dos participantes, e onde os consumiram, acerca da RA.

**Tabela 3 – Ouvir falar na RA**

| UNIDADES DE REGISTRO             | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------------------|------------|------|
| Já ouviu falar na internet       | 06         | 23,1 |
| Já ouviu falar na escola         | 02         | 7,6  |
| Já ouviu falar no YouTube        | 01         | 3,9  |
| Já ouviu falar nas redes sociais | 01         | 3,9  |
| Já ouviu falar na televisão      | 01         | 3,9  |
| Já ouviu falar em jogos          | 03         | 11,5 |
| Nunca ouviu falar                | 12         | 46,1 |

**Fonte:** Autor, 2023.

Apresentamos os dados dos participantes quando questionados se já haviam ouvido falar sobre RA e onde. É possível perceber que cerca de 53,9% disseram ter familiaridade com o termo e/ou a tecnologia, por meio de diversos canais, mas cerca de 46,1% disseram nunca ter ouvido falar. Esses dados, que apontam para uma divisão quase que semelhante, também confirma o que abordamos inicialmente, quando discutimos a respeito do surgimento e protagonismo da RA, que embora não seja uma tecnologia recente, ainda não é tão disseminada entre todos os públicos. Essa proximidade de percentual de respostas revela ainda que, embora mais da metade dos participantes digam já terem ouvido falar na tecnologia, é possível que não saibam como a mesma funciona, o que pode representar um problema de uso, mas ao mesmo tempo uma possibilidade a mais se pensarmos que será implementada uma tecnologia nova para eles, e que terão a curiosidade de conhecer, inicialmente, como funciona.

Na tabela 4, trazemos os dados levantados na questão 4, a respeito da utilização de algum aplicativo de RA.

**Tabela 4** – Uso de algum App de RA

| UNIDADES DE REGISTRO | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------|------------|------|
| Já usou Pokémon Go   | 06         | 23,1 |
| Nunca usou           | 20         | 76,9 |

Fonte: Autor, 2023.

Podemos confirmar haver coerência nas respostas dos participantes, já que na questão anterior, cerca de 46,1% disseram nunca ter ouvido falar na RA e de acordo com os dados acima, cerca de 76,9% disseram nunca terem utilizado algum aplicativo de RA, o que faz todo sentido. Apenas 23,1% disseram ter utilizado um jogo em RA, que é o Pokémon Go, conforme também mencionamos o mesmo como exemplo ao longo de nosso trabalho, como sendo uma febre mundial e tendo sido baixado cerca de 1 bilhão de vezes no mundo.

Ora, nesta pesquisa pretendemos implementar um aplicativo de RA dentro de uma Gamificação, nesse público temos um número interessante de pessoas que já viveram essa experiência, e que poderão agregar em muito nossos resultados quanto as experiências produzidas com a participação em nossa proposta.

A tabela 5, apresenta os dados obtidos ao questionar os participantes sobre já terem utilizado algum aplicativo em aulas de Matemática

**Tabela 5** – Uso de algum App em aulas de Matemática

| UNIDADES DE REGISTRO | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------|------------|------|
| Já usou o PhotoMath  | 02         | 7,7  |
| Nunca usou           | 24         | 92,3 |

Fonte: Autor, 2023.

Percebe-se que apenas 7,7% dos participantes disseram já ter utilizado algum aplicativo em aulas de Matemática e esse aplicativo foi o PhotoMath, que é um aplicativo que faz a leitura de problemas matemáticos escritos, com auxílio da câmera e apresenta a resolução. No entanto, 92,3% disseram nunca ter utilizado aplicativo algum em aulas de Matemática.

Essa discrepância atenta diretamente a essa vasta possibilidade que existe atualmente, quando temos um expressivo número de usuários que possuem *smartphones* e que estão conectados à internet e também um número muito grande de aplicativos disponíveis, com várias finalidades e aplicações, e a grande maioria com versão gratuita de utilização.

As questões 6 e 7, com dados obtidos e descritos nas Tabelas 6 e 7, compilam informações acerca da frequência com que os participantes jogam, o que é atrativo e se já utilizaram algum jogo em aulas de Matemática, respectivamente.

Na tabela 6, apresentamos os dados a respeito da frequência e do canal em que os participantes jogam.

**Tabela 6** – Frequência com que joga

| UNIDADES DE REGISTRO                                 | FREQUÊNCIA | %    |
|------------------------------------------------------|------------|------|
| Joga com pouca frequência no smartphone              | 11         | 42,3 |
| Joga todos os dias no smartphone                     | 04         | 15,3 |
| Joga no smartphone e no console com muita frequência | 01         | 3,9  |
| Não costuma jogar                                    | 10         | 38,5 |

Fonte: Autor, 2023.

Os participantes disseram não terem costume algum de jogar, o que é um número representativo, mas que pode ter diversas explicações e que não adentramos a saber. Todavia, 61,5% disseram jogar com alguma frequência, tendo o *smartphone* como canal em comum, o que mostra o quanto os jogos tem representatividade no quesito de atração com esse público. Cerca de 42,5% disseram jogar com pouca frequência, cerca de duas ou três vezes por semana, mas 19,2% disseram jogar com muita frequência, todos os dias.

Esses diferentes perfis de *gamers* mostra que, de fato, existem diversos elementos que atraem a atenção e o desejo de jogar das pessoas, sobretudo com intensidades diferentes. Isso é um elemento importante para nosso trabalho, pois entender como esse fenômeno acontece, significa colaborar diretamente em primeiro, atender a essa expectativa, e depois implementar a ideia pedagógica, e assim edificar a Gamificação.

Por fim, trazemos na tabela 7 os dados do questionamento a respeito dos participantes já terem vivido experiências de jogos em aulas de Matemática e a percepção que possuem sobre os jogos.

**Tabela 7** – Já participou de algum jogo na aula de Matemática

| UNIDADES DE REGISTRO                                                  | FREQUÊNCIA | %    |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|------|
| Já participou do jogo dominó e acha divertido                         | 01         | 3,9  |
| Nunca participou de nenhum jogo, mas acha que jogos são interessantes | 03         | 11,5 |
| Nunca participou                                                      | 22         | 84,6 |

Fonte: Autor, 2023.

Um outro dado importante, acerca de experiências vívidas pelos estudantes com jogos em aulas de Matemática, foi levantado. Expressivamente, 96,1% disseram nunca ter participado de nenhum jogo em aulas de Matemática. Desses, 84,6% disseram não saber fazer nenhum julgamento a respeito do que pode ser atrativo em um jogo na sala de aula de Matemática e 11,5% disseram que os jogos são interessantes, e que isso pode tornar a aula mais dinâmica. Apenas um participante (3,9%) disse já ter participado de um jogo de dominó em aulas de Matemática e que achou divertido.

Os jogos didáticos são recursos antigos dentro da educação Matemática, e o fato de ver que 96,1% dos participantes que estão concluindo a Educação Básica, nunca vivenciaram nenhuma experiência com jogos em aulas de Matemática, chama muito a atenção.

Levando em consideração os dados apresentados acima, é preciso destacar algumas observações acerca da caracterização dos participantes da pesquisa, tomando como referências as respostas analisadas nos questionamentos da referida entrevista.

É possível estabelecer que se trata de um público que possui *smartphone* e que estão conectados à internet com muita frequência. Embora mais da metade digam já terem ouvido falar na RA, não sabem como a tecnologia funciona, mas alguns já viveram a experiência através de um jogo. Além disso, temos quase que a totalidade de participantes que nunca utilizaram nenhum tipo de aplicativo em aulas de Matemática. Todavia, temos uma alta taxa de participantes que jogam com alguma frequência por meio do *smartphone*, mas parte considerável dessas pessoas diz não ter vivido experiências de jogos em aulas de Matemática, embora alguns acreditem que o potencial de jogos para aulas de Matemática seria o teor de diversão e de atração que pode assumir.

Esses resultados aproximam essa caracterização da realizada por Andreetti (2019), em que classifica seus participantes como nativos digitais, por estarem emergidos nesse meio tecnológico contemporâneo, e que trabalhar pelo viés dessa pesquisa possibilitou uma melhor compreensão dos objetos matemáticos estudados.

Tais constatações nos permitem acreditar no potencial deste trabalho, pois efetivou a possibilidade de associar dois elementos, RA e Gamificação, que são restritos aos estudantes em seu percurso escolar nas aulas de Matemática. Esse sentido inovador pode representar engajamento, curiosidade e disposição para participar da pesquisa, já que trazemos ainda o *smartphone*, que é o grande parceiro desse público, como recurso principal dentro do processo.

#### 6.4 RA e Gamificação como recursos para aprendizagem do volume de sólidos geométricos

A partir das inferências realizadas com relação as respostas aos questionamentos 3, 10, 11 e 12 da Entrevista de Validação da Proposta (Apêndice G) foi construída a Categoria de Registro 1, que está apresentada no quadro 5, com o intuito de colher a percepção dos 24 participantes que vivenciaram essa fase da pesquisa, tomando como base as opiniões prestadas acerca da RA e da Gamificação como recursos para aprendizagem do volume de sólidos geométricos. É válido destacar que dos 29 estudantes da turma, cinco decidiram, sem um motivo aparente, não participar da Gamificação.

Neste sentido, a Categoria de Registro 1 gerou quatro subcategorias, com o intuito de observar a percepção dos participantes sobre a pesquisa, suas constatações comparativas entre esta pesquisa e as aulas comuns, com quadro e giz; mensurar a sensação que sentiram ao estar em uma atividade que se assemelha a um jogo e também suas análises críticas embutidas em sugestões de alterações no aplicativo VolumAR e/ou na Gamificação.

Essa Categoria foi pensada como instrumento que tornasse possível perceber as experiências dos estudantes na utilização do aplicativo VolumAR e as sensações despertadas no contexto da Gamificação, bem como suas percepções acerca do manuseio e utilização do aplicativo por meio de sugestões, baseadas, sobretudo, nas experiências digitais, de interação e também ao vê-lo como instrumento de facilitação pedagógica, que atrela aprendizagem ao seu aprendizado.

**Quadro 7 – Subcategorias e unidades de registros da Categoria 1**

| SUBCATEGORIAS                                  | UNIDADES DE REGISTRO                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 03. Percepção da proposta                      | Bom<br>Muito bom<br>Excelente                                                                                                                                                                                                               |
| 10. Comparação entre a proposta e a aula comum | Através da Gamificação e do aplicativo<br>Através da aula comum                                                                                                                                                                             |
| 11. Sensação de estar em uma Gamificação       | Sim<br>Sim, é algo novo e divertido<br>Sim, foi diferente<br>Sim, foi interessante<br>Sim, foi algo inédito<br>Sim, pela adrenalina<br>Sim, já gosto de jogar<br>Sim, era uma competição                                                    |
| 12. Propostas de mudança                       | A cor dos sólidos no aplicativo<br>Mais opções no aplicativo<br>Menu do aplicativo mais animado<br>Que os sólidos continuassem aparecendo mesmo sem a câmera estar apontada para o QR-Code<br>Tutorial no Menu<br>Nada, tudo está excelente |

**Fonte:** Autor, 2023.

A questão 3, da Entrevista de Validação da Proposta (Apêndice G), gerou dados, a partir das respostas dos 24 participantes dessa etapa, que estão apresentados na Tabela 8. Além das unidades de registros, também apresentamos as frequências das respostas e o percentual de cada uma.

**Tabela 8** – Percepção da proposta

| UNIDADES DE REGISTRO | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------|------------|------|
| Bom                  | 05         | 20,8 |
| Muito bom            | 04         | 16,7 |
| Excelente            | 15         | 62,5 |

**Fonte:** Autor, 2023.

Observando os dados trazidos na Tabela 8, é possível perceber que a avaliação dos participantes em relação a ideia de utilizar a Gamificação como metodologia para abordagem do volume dos sólidos geométricos foi muito positiva. Dentre a escala proposta nessa análise, entre péssimo, regular, bom, muito bom e excelente, apenas os itens bom, muito bom e excelente foram assinalados pelos participantes. Cerca de 62,5% julgaram a ideia excelente, 16,7% consideraram uma ideia muito boa e 20,8% disseram achar ter sido uma boa ideia. Essa constatação demonstra o quanto a proposta da Gamificação foi vista de forma satisfatória ou boa pelos participantes, evidenciando ser uma ideia possível e com grande potencial também sob a visão dos estudantes.

Tal percepção se assemelha as conclusões trazidas nas pesquisas de Batista (2012) e Dias (2023), em que apontam que a utilização de elementos da Gamificação promoveu maior motivação, dinamicidade, interatividade e engajamento dos estudantes em suas pesquisas, conduzindo-os ao centro da atividade, promovendo um maior contato entre eles e a diversão, mas alertando para a necessidade de que é preciso pensar essa metodologia além de um jogo, explorando suas potencialidades, efetivamente. Além disso, a socialização promovida entre os grupos, conforme aponta Santos (2022), contribuiu para que os estudantes se ajudassem, tornando a aula mais dinâmica e os colocando como figuras ativas na construção da aprendizagem individual e coletiva. Isto também foi observado nesta pesquisa.

A figura 19, abaixo, consta registro fotográfico de um momento durante a aplicação da Gamificação, em que, associado as observações realizadas no diário de campo, é possível perceber grande engajamento, nível de concentração e de colaboração dos participantes em viver a experiência proposta, demonstrando ter havido um grande alcance pedagógico, ao submetê-los a essa vivência junto ao objeto Matemático em questão.

**Figura 23** – Vivência dos participantes na Gamificação

**Fonte:** Autor, 2023.

A seguir, na tabela 9, apresentamos os dados obtidos a partir do questionamento 10 Entrevista de Validação da Proposta (Apêndice G), em que buscamos constatar a avaliação dos participantes tomando como base uma análise comparativa da vivência na etapa de aplicação das notas de aulas (Apêndice F), e na proposta da Gamificação com uso do aplicativo VolumAR.

**Tabela 9** – Comparação entre a proposta e a aula comum

| UNIDADES DE REGISTRO                   | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------------------------|------------|------|
| Através da Gamificação e do aplicativo | 23         | 95,8 |
| Através da aula comum                  | 01         | 4,2  |

**Fonte:** Autor, 2023.

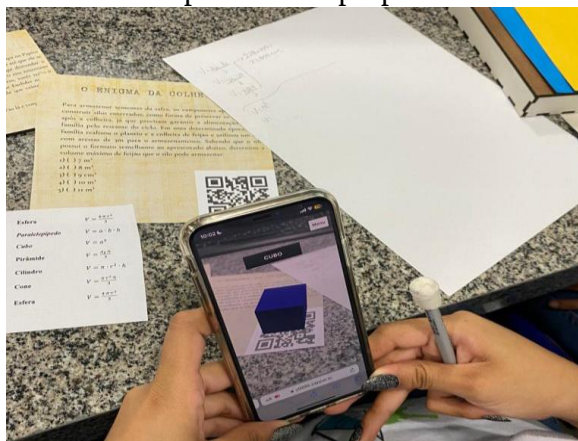
Os dados apontam que, expressivamente, 95,8% dos participantes disseram ter gostado mais de ter estudado o objeto matemático por meio da Gamificação e do aplicativo VolumAR do que por meio das aulas comuns. Esse expressivo dado demonstra o que já discutimos anteriormente, em que conste relembrar o quanto esses elementos podem significar para melhorar a aula e a aprendizagem dentro dela, já que agrega elementos que dão melhor estrutura para o aprender. Além da possibilidade de visualização do sólido geométrico por meio do aplicativo VolumAR, é válido destacar que a pesquisa também importou uma mobilização de

várias ações simultâneas, em que os participantes utilizaram os diversos recursos disponíveis para realizar a atividade.

Essa percepção pode ser comparada com a trazida na pesquisa desenvolvida por Menezes (2019), a respeito de uma grande potencialidade observada a partir da junção da tecnologia com a Gamificação, por meio dos diversos caminhos explorados pelos estudantes, rodeados de estratégias e táticas criadas a partir de suas competências e habilidades agregadas dentro do grupo. Em sua pesquisa, os estudantes exploraram diversos caminhos para resolver os problemas. Isso revelou o quanto o uso da ferramenta por ele utilizada, um aplicativo digital baseado numa Gamificação, pôde colaborar com o aprendizado dos estudantes por meio de múltiplas percepções que possuem acerca do mesmo objeto matemático.

Conforme apresentado na Figura 24, é possível perceber que não era só o aplicativo, não era só a Gamificação, não era só o conteúdo matemático, mas um conjunto desses elementos colaborando com o aprendizado visualizado.

**Figura 24** – Registro fotográfico de um dos participantes mobilizando as diversas ferramentas disponíveis na proposta



Fonte: Autor, 2023.

O participante P-1 informou que “Prefiro o aplicativo, porque ele é interativo, de maneira que chama mais a atenção”. O participante P-2 afirmou que “Por meio do aplicativo é melhor, pois podemos visualizar e movimentar o sólido para onde a gente quiser, isso é muito legal”. O participante P-3 comentou que “No aplicativo! Por que dá para ver os sólidos em todos os ângulos”. O participante P-4 respondeu que “Por meio do aplicativo, pois é superdivertido e mais prático. Ensina e mostra os sólidos geométricos rapidamente, por onde a gente quiser olhar”.

Tais apontamentos nos fazem perceber o quão significativo foi a experiência para esses estudantes, e que, muito provavelmente, não seria tão evidenciado se tal manipulação dos

sólidos geométricos ocorresse com elementos físicos, dadas as limitações intrínsecas ao sistema dinâmico e simultâneo trazido pela tecnologia.

Conforme aponta Gerônimo (2021), em sua pesquisa, podem existir muitas maneiras de gamificar atividades de ensino, visto que cada pessoa a percebe de forma diferente, sendo uma delas a possibilidade dos estudantes construírem e depois mobilizarem seus próprios conhecimentos de maneira engajadora, e isso pode tornar essa prática ainda mais atrativa e aproximada das exigências de cada pessoa, em atender seus interesses.

Apenas um participante, o P-5, (4,2%) comentou ter preferido estudar com as notas de aulas na aula comum, com a justificativa de que “Eu gostei mais da aula normal, porque na sala de aula eu não fiquei nervosa”. Embora não tenha detalhado o motivo do nervosismo, essa narrativa trazida pelo estudante nos faz pensar que este sentimento pode ter sido desencadeado em virtude da vivência da proposta da Gamificação, que atrelamos a um ambiente competitivo vinculado a um tempo determinado.

No entanto, essa sensação não é anormal, faz parte das diversas projeções sentimentais que a Gamificação provoca na pessoa que a vivencia, já que reflete diretamente com sua estrutura emocional. O nervosismo é condição comum do ser humano, sobretudo quando submetido a situações de pressão ou de agitação extrema, em que precise colocar em questão aprendizados, valores e outro atributos que possam estar sob observação e/ou avaliação. Desta forma, considerando que esse relato foi esporádico e único, não investigaremos com mais profundidade, embora julguemos que seja necessário considerá-lo e citá-lo. Apresentamos a tabela 10, em que consta a sensação dos participantes em viverem uma experiência com elementos de jogos.

**Tabela 10** – Sensação de estar em uma Gamificação

| UNIDADES DE REGISTRO         | FREQUÊNCIA | %    |
|------------------------------|------------|------|
| Sim                          | 1          | 4,2  |
| Sim, é algo novo e divertido | 10         | 41,6 |
| Sim, foi incomum             | 1          | 4,2  |
| Sim, foi interessante        | 2          | 8,3  |
| Sim, foi algo inédito        | 6          | 25   |
| Sim, pela adrenalina         | 1          | 4,2  |
| Sim, já gosto de jogar       | 1          | 4,2  |
| Sim, era uma competição      | 2          | 8,3  |

**Fonte:** Autor, 2023.

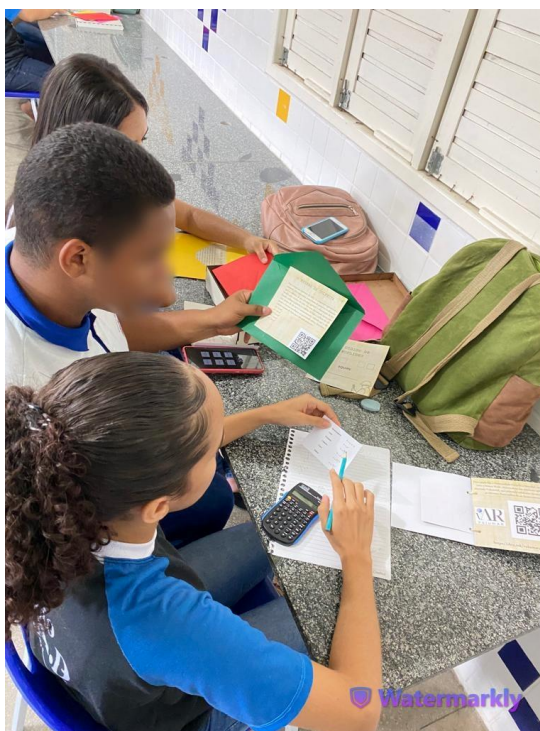
Percebe-se que todos os participantes gostaram de vivenciar a experiência proposta com o uso de elementos de jogos na Gamificação. Termos como divertido, incomum, interessante,

inédito, adrenalina, competição entre outros, foram utilizados pelos participantes para justificar sua aprovação. Isso torna coerente os dados trazidos na tabela 9, em que cerca de 95,8% preferiram essa proposta do que a aula comum

Tais dados corroboram aqueles abordados por Pallesi (2021), onde se destaca que as atividades gamificadas mostram-se capazes de engajar os alunos, considerando-se, entre outras questões, a participação voluntária. Essa Metodologia pode despertar o interesse em estudar Matemática considerando praticidade, diversão, sair da rotina e, ainda, por poderem tornar o conteúdo mais acessível, já que se trata de um elemento que os atrai.

Em um dos nossos registros, apresentado na Figura 25, é possível perceber que a atmosfera desenvolvida na pesquisa despertou um turbilhão de sensações nos estudantes, a exemplo de concentração, organização coletiva e tensão, entre outros, mas tudo isso engajado através de recursos de jogos presentes na Gamificação, pensados para serem uma fonte de motivação e que, de fato, foi.

**Figura 25** – Registro fotográfico evidenciando a tensão, concentração e coletividade



**Fonte:** Autor, 2023.

Esse fato revela que a pesquisa é considerada algo novo para os estudantes, e que vive-la tornou-se algo peculiar, em que conste citar, inclusive, que o contexto de novidade e de diversão foi apresentado por cerca de 66,6% dos participantes. Esse número expressa que, além

de se constituir como algo novo e diferente do habitual para eles, atende as expectativas da Gamificação, ao acrescentar a diversão na atividade em sala de aula.

Desta forma, o engajamento que buscamos alcançar com a Gamificação, e que já discutimos anteriormente, se norteia nos pilares do engajamento, motivação e atenção, uma vez que, mesmo “brincando”, o contexto pedagógico foi introduzido e bem aproveitado. Isso nos leva a crer que é emergente a necessidade de redirecionamento do ato de planejar a aula de Matemática por meio de tecnologias e novas metodologias que prezem pelo que é atrativo, conforme aponta Rodrigues (2022).

Em um outro registro realizado, trazido na figura 26, mostramos a equipe vencedora da atividade, junto a mim e a professora de Matemática regente na turma. Esse registro apresenta sensações distintas nos três participantes, já que o nervosismo foi o sentimento que definiu a experiência deles, conforme apontaram oralmente. De acordo com as observações realizadas, podemos afirmar que mesmo após o fim da atividade, eles ainda mantiveram um elevado nível de concentração e de nervosismo, demonstrando que não é só um jogo, não é só uma atividade de Matemática. O sentimento de vitória, apresentado por eles, está refletido, sobretudo, em resolver os problemas mais rápido, com a dúvida do acerto e também com o envolvimento da diversão e da aprendizagem embutidos durante todo o percurso, inclusive na premiação, realizada como forma de reconhecimento e de reforço positivo.

**Figura 26** - Registro fotográfico com a equipe campeã e a professora regente da turma



**Fonte:** Autor, 2023

Dentre os relatos dos participantes, temos o P-1, que comentou “Sim, porque torna a sensação única e que gera a adrenalina de querer ganhar”. O P-6 afirmou que “Sim, pois me senti muito envolvida, me diverti e também aprendi”. O P-7 argumentou que “Sim, pois como eu sou um adolescente e gosto muito de jogos, foi muito bom aprender jogando”. Tais relatos demonstram o ambiente de envolvimento, engajamento e disputa que foi criado com a Gamificação, atingindo positivamente nosso objetivo com a utilização dessa metodologia.

Na tabela 11, apresentamos os dados obtidos a respeito das propostas de mudanças no aplicativo VolumAR e/ou na Gamificação.

**Tabela 11** – Propostas de mudanças para o aplicativo

| UNIDADES DE REGISTRO                                                                    | FREQUÊNCIA | %   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|
| A cor dos sólidos no aplicativo                                                         | 01         | 4,2 |
| Mais opções no aplicativo                                                               | 01         | 4,2 |
| Menu do aplicativo mais animado                                                         | 01         | 4,2 |
| Que os sólidos continuassem aparecendo mesmo sem a câmera estar apontada para o QR-Code | 01         | 4,2 |
| Tutorial no Menu                                                                        | 01         | 4,2 |
| Nada, tudo está excelente                                                               | 19         | 79  |

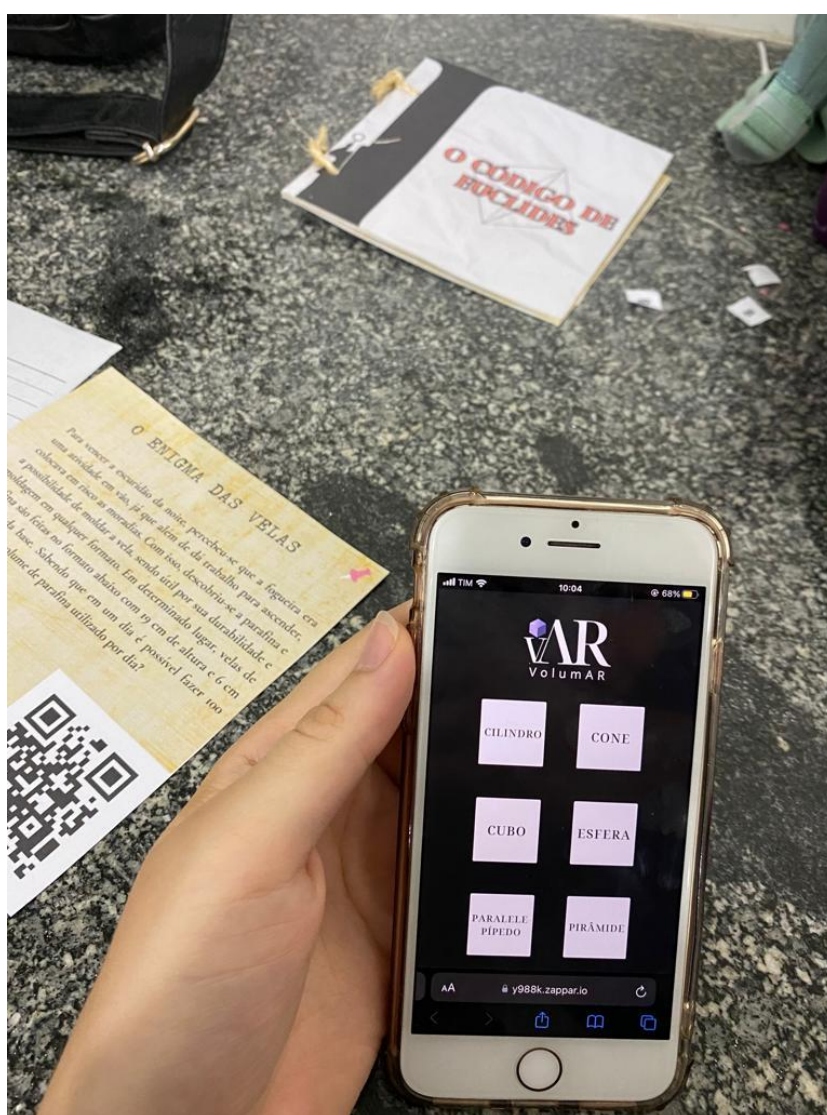
**Fonte:** Autor, 2023.

Percebe-se que 79% dos participantes não sugerem nenhuma mudança no aplicativo e nem na Gamificação, o que representa, expressivamente, uma massiva aprovação destes estudantes. Ao observarmos as respostas dos participantes, nos deparamos com as seguintes narrativas: de P-8 “Nada, o aplicativo é excelente e a experiência do jogo foi demais”. O P-4 afirmou que “Nada. O aplicativo está 100% acessível para todos. Muito bom.”. O P-9 disse que “Não mudaria nada, achei a ideia ótima. Tive algumas dificuldades com o aplicativo, mas acredito que foi problema do meu smartphone”. Tais narrativas, com 79% de aprovação, resumem que gostaram e aprenderam, sem sugestões de modificação e/ou alterações.

Entretanto, 21% dos participantes sugeriram mudanças e estas foram apresentadas como unidades de registro, já que apareceram de diversas formas. Sugestões como cor dos sólidos; mais opções no aplicativo; Menu mais animado; tutorial no Menu; e que os sólidos continuem aparecendo mesmo sem a câmera está apontada para o marcador, foram encaminhadas e levadas em consideração. Além do mais é a visão de usuário que eles possuem, e acreditamos que cada sugestão dessa se relaciona a alguma dificuldade e/ou problema vivido por quem sugeriu. Essa constatação é suficiente para entendermos que não são sugestões aleatórias e que merecem ser acatadas.

Na figura 27, trazemos um registro da tela inicial do aplicativo VolumAR, em que apresentamos o Menu inicial. É válido destacar que o Menu foi pensando para ser autoexplicativo e que seja possível de ser utilizado por qualquer pessoa que tenha noções mínimas de uso de *smartphones*. A sugestão de animá-lo não é conveniente por entendermos que se trata do aplicativo, não do jogo, e tal modificação, embora pudesse torna-lo mais requintado, não agregaria maior valor para a experiência. Além disso, considerando que o desenvolvimento do mesmo foi feito, quase que totalmente, por mim, sem custos, utilizando plataformas gratuitas, fica inviável ter uma proposta mais profissionalizada.

**Figura 27** - Registro fotográfico do menu do VolumAR



Fonte: Autor, 2023.

No entanto, a resposta do participante P-6 “Que os sólidos geométricos continuassem aparecendo mesmo não estando com a câmera apontada no QR-Code” nos chamou a atenção

por ser uma constatação conceitual da RA. Considerando a caracterização dos participantes, é válido destacar que, embora alguns participantes informarem já ter ouvido falar em RA, isso não garante que saibam como ocorre seu funcionamento, e esse fator pode justificar o fato do participante assinalar essa sugestão.

As demais sugestões estiveram relacionadas a estrutura física do aplicativo e, com exceção da sugestão pelo tutorial, acreditamos ser opiniões subjetivas, que ao serem apresentadas em resposta única, merecem ser consideradas, mas que não representam um problema técnico.

De um modo geral, é possível constatar que os participantes demonstraram muito envolvimento com a pesquisa, aprovando-a expressivamente, inclusive, e evidenciando terem vivido uma experiência divertida, incomum e nova. Juntos, esses fatores colaboraram para que o processo pedagógico planejado fosse introduzido de modo diretamente sobreposto a essa proposta, de forma interativa, dinâmica e divertida, conforme citado pelos próprios participantes.

Tal percepção confirma o quanto a aula de Matemática é carente de metodologias inovadoras e como podem ser decisivas no processo de aprendizagem dos estudantes, sobretudo quando agregamos elementos que estão presentes no dia a dia do estudante, como o *smartphone* e o jogo.

### 6.5 Contribuições do aplicativo VolumAR

As respostas das perguntas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 da Entrevista de Validação da Proposta (Apêndice G) foram vinculadas à Categoria de Registro 2, que está descrita no Quadro 6, a seguir. Nessa Categoria, buscamos analisar a percepção dos participantes acerca das contribuições do aplicativo VolumAR para o aprendizado do volume dos sólidos geométricos.

Essa categoria foi construída com o intuito de sistematizar a importância do aplicativo e sua funcionalidade para a resolução prática dos problemas, de modo a perceber como e o quanto o aplicativo foi importante dentro desse processo.

**Quadro 8** – Subcategorias e unidades de registros da Categoria 2

| SUBCATEGORIAS                                | UNIDADES DE REGISTRO          |
|----------------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Experiência com uso do VolumAR            | Bom<br>Muito bom<br>Excelente |
| 2. Influência do VolumAR para a aprendizagem | Bom<br>Muito bom<br>Excelente |

|                                                                                         |                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Importância do VolumAR para resolver os problemas                                    | Bom<br>Muito bom<br>Excelente                                                                      |
| 05. Satisfação na visualização dos sólidos através do VolumAR                           | 6<br>8<br>8,5<br>9<br>9,5<br>10                                                                    |
| 06. Grau de dificuldades com o VolumAR                                                  | 0<br>1<br>2<br>2,5<br>3<br>4<br>5                                                                  |
| 07. Dificuldades com o VolumAR                                                          | Problema com o smartphone<br>Compreensão de como iria funcionar<br>Visualizar as formas<br>Nenhuma |
| 08. Grau de dificuldade de utilizar o VolumAR para resolver os problemas da Gamificação | 0<br>1<br>2<br>4<br>5<br>6                                                                         |
| 09. Dificuldades com o VolumAR para resolver os problemas da Gamificação                | Acessar o Qr-Code<br>Descobrir o sólido relacionado ao Qr-Code<br>Nenhuma                          |

**Fonte:** Autor, 2023.

A Tabela 12 apresenta os dados referentes a avaliação dos participantes na utilização do aplicativo VolumAR.

**Tabela 12** – Experiência com uso do VolumAR

| UNIDADES DE REGISTRO | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------|------------|------|
| Bom                  | 1          | 4,2  |
| Muito bom            | 8          | 33,3 |
| Excelente            | 15         | 62,5 |

**Fonte:** Autor, 2023.

Neste cenário, foi apresentado como opções de resposta que a avaliação do participante sobre o aplicativo foi péssima, regular, boa, muito boa e excelente. De acordo com a Tabela 12, cerca de 62,5% marcaram que a experiência no uso do aplicativo foi excelente, 33,3% informou ser uma experiência muito boa e 4,2% afirmou ter sido uma experiência boa.

Tais apontamentos reforçam que a utilização do aplicativo VolumAR foi proveitosa à vista dos participantes, de modo que tal consideração também reflete positivamente em quesitos como usabilidade, facilidade e performance do aplicativo.

Na Figura 28 destacamos a alegria e motivação com que a equipe operava o aplicativo, de modo que sequer largava o *smartphone*, ou saía da tela inicial do mesmo. Isso deixa claro o quanto foi prazeroso utilizar a ferramenta e como a performance do aplicativo conseguiu prender a atenção, sobretudo de uso do aparelho, por parte dos estudantes.

**Figura 28** - Registro fotográfico das sensações de um grupo ao utilizar o VolumAR



**Fonte:** Autor, 2023.

Reforçando tal observação, a Tabela 13 apresenta a influência do aplicativo VolumAR para a aprendizagem durante o desenvolvimento da pesquisa, de acordo com as respostas dos estudantes.

**Tabela 13** – Influência do VolumAR para aprendizagem

| UNIDADES DE REGISTRO | FREQUÊNCIA | %   |
|----------------------|------------|-----|
| Bom                  | 01         | 4,2 |

|           |    |      |
|-----------|----|------|
| Muito bom | 08 | 33,3 |
| Excelente | 15 | 62,5 |

Fonte: Autor, 2023.

Os dados indicam que os participantes consideraram que o uso do aplicativo para a aprendizagem teve uma significativa participação, confirmando o protagonismo projetado para o mesmo e agora verificado na prática. Cerca de 62,5% avaliaram com registro máximo, acompanhando o que já havia sido apresentado na Tabela 12, em números semelhantes, com relação a experiência na utilização do aplicativo.

Na Figura 29 é possível visualizar um dos grupos utilizando o VolumAR, deixando a impressão de que, de fato, eles fizeram questão de usar, que isso os motivou também a resolverem as questões, pois passou a ser uma descoberta, narrada por meio de um recurso tecnológico, disponível no próprio *smartphone* deles. Essa influência pode ser entendida se pensarmos que, além de só visualizar o sólido geométrico, o grupo precisava construir ou enraizar relações com o problema, com elementos, fórmula, interpretação de contexto, trazendo amplitude para as múltiplas competências mobilizadas durante a atividade.

**Figura 29** – Registro fotográfico de equipe resolvendo um problema e utilizando o VolumAR



Fonte: Autor, 2023.

Na tabela 14, a seguir, apresentamos os dados obtidos a respeito da importância do aplicativo relacionado com a Gamificação.

**Tabela 14** – Importância do VolumAR para resolver os problemas

| UNIDADES DE REGISTRO | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------|------------|------|
| Bom                  | 4          | 16,7 |

|           |    |      |
|-----------|----|------|
| Muito bom | 8  | 33,3 |
| Excelente | 12 | 50   |

Fonte: Autor, 2023.

Os registros indicam que 50% dos participantes consideraram excelente a experiência de utilizar o aplicativo durante a Gamificação, 33,3% afirmaram que foi muito bom e 16,7% consideraram boa. Expressivamente, tais números constatarem positivamente a avaliação do uso do aplicativo associado a Gamificação, visto como elemento protagonista, que os participantes fizeram questão de utilizar, sobretudo pela experiência diferente que foi proporcionada, assim como já citaram anteriormente.

A tabela 15, compila dados das respostas dos participantes acerca do grau de satisfação despertado durante a visualização dos sólidos geométricos por meio do aplicativo VolumAR.

**Tabela 15** – Satisfação na visualização dos sólidos geométricos através do VolumAR

| UNIDADES DE REGISTRO | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------|------------|------|
| 6                    | 01         | 4,2  |
| 8                    | 03         | 12,5 |
| 8,5                  | 1          | 4,2  |
| 9                    | 05         | 20,8 |
| 9,5                  | 01         | 4,2  |
| 10                   | 13         | 54,1 |

Fonte: Autor, 2023.

Os dados trazidos na tabela 15 foram compilados das respostas dos participantes quando questionados sobre a satisfação que tiveram em visualizar os sólidos geométricos através do aplicativo VolumAR, em que podiam movimentá-los e vê-los por vários ângulos, através de uma escala estabelecida de 0 a 10. Apenas 4,2% consideraram uma experiência regular, com nota 6,0, mas cerca de 95,8% informaram ter sido uma experiência significativa, apontando nota dentro de uma escala de 8 a 10.

Essa satisfação não se refere unicamente a alcançar o objetivo de resolver os problemas, mas na experiência de visualizar o sólido geométrico, de girá-lo, num amplo sistema de interação, em que é possível perceber o objeto matemático por diversas formas, não somente vendo sua representação fixa. Essa impressão, retratada na Figura 30, também foi percebida durante as observações dentro da atividade, pois as equipes que concluíam a resolução dos problemas, continuavam utilizando o aplicativo, explorando as possibilidades que ele trazia. Na

Figura 30, temos um registro de um estudante após a equipe concluir a atividade, em que o mesmo permaneceu utilizando o aplicativo. Isso nos leva a crer, mais uma vez, que a vontade de explorar, de conhecer o novo, de interagir com a ferramenta, perpassou a missão, perpassou o jogo e foi além.

**Figura 30** – Registro fotográfico de um participante operando o VolumAR



**Fonte:** Autor, 2023.

Essa satisfação na visualização dos sólidos geométricos por parte dos participantes é um fator significativo e que tratamos com muita importância pois está vinculado diretamente ao problema que moveu essa pesquisa, quando citamos a dificuldade na visualização dos sólidos no espaço tridimensional, que muitas vezes é representado pelo professor no quadro branco. Neste sentido, ter essa avaliação positiva é um bom sinal acerca de termos edificado uma proposta inicial quanto à possibilidade de qualificar a experiência do participante na visualização. Na tabela 16, apresentamos dados relativos a percepção dos participantes em relação as dificuldades sentidas no processo de compreensão e manuseio do aplicativo.

**Tabela 16** – Grau de dificuldades com o VolumAR

| UNIDADES DE REGISTRO | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------|------------|------|
| 0                    | 12         | 50   |
| 1                    | 01         | 4,2  |
| 2                    | 03         | 12,5 |

|     |    |      |
|-----|----|------|
| 2,5 | 01 | 4,2  |
| 3   | 03 | 12,5 |
| 4   | 02 | 8,3  |
| 5   | 02 | 8,3  |

Fonte: Autor, 2023.

Na tabela 16, em que apresentamos dados relativos as dificuldades sentidas pelos estudantes durante a utilização do aplicativo VolumAR, percebemos que 50% disse não ter tido dificuldade alguma, mas os demais 50% apontaram ter vivido alguma dificuldade. Esses relatos podem ter diversas razões e a tabela 17, a seguir, apresenta os dados relativos a essas dificuldades.

**Tabela 17 – Dificuldades com o VolumAR**

| UNIDADES DE REGISTRO               | FREQUÊNCIA | %    |
|------------------------------------|------------|------|
| Problema com o smartphone          | 08         | 33,4 |
| Compreensão de como iria funcionar | 02         | 8,3  |
| Visualizar as formas               | 02         | 8,3  |
| Nenhuma                            | 12         | 50   |

Fonte: Autor, 2023.

A tabela 17 relata as principais dificuldades enfrentadas pelos participantes no processo de compreensão e manuseio dos estudantes. Confirmando a narrativa da tabela 16, cerca de 50% dos participantes disseram não ter tido nenhuma dificuldade, 33,4% informaram ter tido problema com o smartphone, 8,3% constataram que tiveram problemas na compreensão de como o aplicativo iria funcionar e 8,3% também teve dificuldades para visualizar as formas.

Conforme já citado anteriormente, a proposta inicial era que o aplicativo fosse publicado na *Play Store*, e ficasse disponível na versão *Android*, mas ao perceber a ampla divisão com uso de aparelhos com sistema operacional IOS, entendemos que isso poderia ser um grande problema, e optamos por exportar o aplicativo na versão *online*, por meio de *link* direto. Todavia, mesmo através do *link*, a tecnologia da RA possui configurações que requerem versões de sistemas operacionais que a suportem, e isso implica que não vai rodar “em qualquer *smartphone*”. Neste sentido, acreditamos que o problema narrado se enquadre nessa justificativa ou por outros motivos vinculados ao equipamento, valendo citar que, por ser *link* remoto, o aplicativo não precisa ser instalado e, portanto, não requer memória.

A respeito da compreensão do funcionamento do aplicativo, também esbarramos num problema já tratado anteriormente, na Categoria de Análise 0, quando da caracterização dos sujeitos, em que importe citar mais uma vez que alguns estudantes disseram já ter ouvido falar

na RA, mas isso não garante que saibam como a mesma funciona. Sendo assim, mesmo com a instrução estabelecida, é natural que existam exceções, neste caso de 8,3%, que demorem um pouco mais para compreender, seja por habilidades reduzidas no manuseio de aplicativos desse tipo, seja por dificuldades diversas.

Quanto a dificuldade em visualizar as formas, por não se compor uma resposta mais detalhada, não conseguimos inferir se essa dificuldade narrada foi relativa a acessar o aplicativo, ou se os participantes vincularam a dificuldade prática na visualização. Desta segunda proposição, em caso positivo, podíamos imaginar que essa dificuldade poderia estar vinculada aos problemas de visualização espacial no espaço tridimensional, ou até mesmo de reconhecimento das características dos sólidos geométricos, que é uma abordagem preliminar e fundamental do conteúdo.

Na tabela 18, abaixo, apresentamos os dados relativos ao grau de dificuldade que os participantes tiveram na utilização do aplicativo VolumAR para resolver os problemas propostos na Gamificação.

**Tabela 18** – Grau de dificuldades em utilizar o VolumAR para resolver os problemas da Gamificação

| UNIDADES DE REGISTRO | FREQUÊNCIA | %    |
|----------------------|------------|------|
| 0                    | 15         | 62,5 |
| 1                    | 2          | 8,3  |
| 2                    | 4          | 16,6 |
| 4                    | 1          | 4,2  |
| 5                    | 1          | 4,2  |
| 6                    | 1          | 4,2  |

**Fonte:** Autor, 2023.

Da tabela 18 podemos concluir que 62,5% não tiveram nenhuma dificuldade em relação a utilização do aplicativo VolumAR para a resolução dos problemas propostos na Gamificação, mas cerca de 37,5% disseram ter tido algum tipo de problema. Consideramos significativos os dados obtidos, mas destacamos a necessidade de refletir acerca dessas dificuldades, conforme apresentamos na Tabela 19.

**Tabela 19** – Dificuldades de utilizar o VolumAR para resolver os problemas da Gamificação

| UNIDADES DE REGISTRO                      | FREQUÊNCIA | %    |
|-------------------------------------------|------------|------|
| Acessar o Qr-Code                         | 5          | 20,8 |
| Descobrir o sólido relacionado ao Qr-Code | 4          | 16,7 |
| Nenhuma                                   | 15         | 62,5 |

Fonte: Autor, 2023.

A Tabela 19 nos mostra que 62,5% disseram não ter tido dificuldade alguma para utilizar o aplicativo VolumAR na resolução dos problemas trazidos na Gamificação. Como exemplo, podemos citar o participante P-10 que disse “Não tive dificuldades, esse aplicativo ajudou muito a entender as formas geométricas”.

No entanto, observa-se que 20,8% disseram ter tido dificuldade em acessar o QR-Code e 16,7% apontaram a dificuldade de descobrir o sólido geométrico relacionado ao QR-Code. O participante P-11 argumentou que “Não consegui acessar o Qr-Code. Mas foi só em alguns *smartphones* de não aparecer”. O participante P-3 foi sucinto, mas disse que “Tive dificuldade em descobrir qual era os sólidos”.

Observando as narrativas das respostas dos estudantes, que representam 37,5% com alguma dificuldade, e também associando as observações percebidas *in loco* e anotadas no diário de campo, podemos trazer alguns argumentos que podem justificar essas dificuldades sentidas por esses participantes.

Como já abordado anteriormente, provavelmente a dificuldade em acessar o QR-Code, que foi o tipo de marcador utilizado, ocorreu justamente pelos problemas com os *smartphones*, conforme mostra a Tabela 17, por cerca de 33,4% dos participantes, haja vista que os demais 79,2% não apontaram essa dificuldade ou outra semelhante.

Com relação a associação entre o sólido e o marcador correlato, foi um elemento planejado e utilizado na Gamificação com duas justificativas: 1) Para impedir que os estudantes tentassem resolver os problemas sem utilizar o aplicativo, criamos a narrativa do problema sem deixar explícito qual sólido geométrico estava referindo; 2) Como elemento de dificuldade progressiva do desafio. Sendo assim, a intenção era que os participantes despertassem características como agilidade, lógica, dedução por meio das características dos sólidos geométricos apresentadas nos problemas, e também outras estratégias particulares que fossem úteis, como estabelece a metodologia de Gamificação.

Neste sentido, consideramos que as dificuldades apresentadas não se referem a problemas técnicos no aplicativo VolumAR e nem da Gamificação, mas dificuldades inerentes

a qualquer desafio, a qualquer atividade pedagógica. Isso consolida nossa proposta de ludificar o ensino do volume dos sólidos geométricos, implementando uma tecnologia recente e nova para esse público, com elementos fidedignos da disputa, da dificuldade, da tentativa, da busca por estratégias e soluções diversificadas entre outras características correlatas.

A partir dos dados produzidos, coletados e analisados, é possível estabelecer um *status* positivo para a pesquisa e os objetivos pretendidos, haja vista que, além de colaborar com a visualização dos sólidos geométricos no espaço tridimensional, o aplicativo VolumAR foi compreendido como uma ferramenta diferente, nova e interessante para estes estudantes, de acordo com a avaliação dos participantes. Essa caracterização do aplicativo demonstra os sentimentos vívidos pelos estudantes enquanto experimentaram esta tecnologia.

Além disso, a atmosfera construída com a Gamificação despertou sensações significativas para a colaboração com a aprendizagem em questão, indo em encontro ao que estabelece a metodologia, quando se propõe a envolver o estudante a partir de princípios como emoções, engajamento, cooperação e desafio.

Portanto, constatar essa sinalização positiva, atrelada ao bom desenvolvimento e envolvimento dos participantes na atividade, bem como a ótima avaliação emitida para toda proposta, nos faz perceber que a tecnologia recente possui um caminho diferente que pode modificar a rota dentro do ensino de Matemática, sobretudo quando associamos a curiosidade dos estudantes a algo que é muito familiar a eles, como o *smartphone*.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação, intitulada “Realidade Aumentada na perspectiva da metodologia de Gamificação para o aprendizado do volume de Sólidos Geométricos” foi escrita como resultado alcançado por meio de uma pesquisa qualitativa que buscou responder ao seguinte questionamento: De que modo o uso do aplicativo VolumAR, na perspectiva da metodologia de Gamificação, pode contribuir para o aprendizado do volume de Sólidos Geométricos?, percorrendo todo campo de pesquisa com o objetivo geral de compreender de que modo o uso do aplicativo VolumAR, na perspectiva da metodologia de Gamificação, pode contribuir para o aprendizado de volume de Sólidos Geométricos.

Como destaque, o maior desafio enfrentado foi o de convencimento da turma, pois no primeiro contato demonstraram desinteresse e pouca motivação em se envolverem com a pesquisa. Como prova disso, é possível citar que no primeiro encontro de apresentação, 26 estudantes estiveram presentes, mas no segundo encontro, em que agendamos a realização da Gamificação, apenas 13 compareceram. Ao buscar compreender esse fenômeno, constatei, por meio dos próprios alunos e da professora de Matemática da turma, que houve receio, medo e insegurança por parte dos estudantes. Isso me deixou reflexivo e me levou a suspender a aplicação, precisando englobar um outro encontro de conversa, para sensibiliza-los da importância da participação deles e de como, de fato, aconteceria. Após esse diálogo, agendamos o encontro de vivência da pesquisa e todos compareceram, mas dois estudantes não participaram por não terem sido autorizados pelos pais, justificando o receio com os possíveis danos.

No entanto, não ficaram claras as razões para isso ter ocorrido, embora duas hipóteses rodearam minha mente: 1) o fato de eu ser Gestor da escola pode ter intimidado a participação deles, ocasionando no sentimento de insegurança e medo; 2) a forma como apresentei os termos TCLE e TALE, pois ao distribuir as cópias, fizemos a leitura compartilhada, e ao chegar no item de possíveis danos, percebi que a turma ficou com ar de preocupação e de medo. Neste sentido, mesmo não tendo conseguido diagnosticar efetivamente as razões, trago essas lições para a vida de pesquisador: 1) procurar não optar por turmas em locais que possuo vínculos que podem interferir na realização da mesma; 2) ser mais lúdico e menos formal no tratamento de documentos, adequando a linguagem do público, sendo mais cuidadoso com essas questões de formalidades, mas não deixando de ser transparente e objetivo.

Podemos afirmar também que o aplicativo VolumAR potencializou a proposta, trazendo a possibilidade de qualificar a experiência de visualização dos Sólidos Geométricos, a

possibilidade de interação direta através da movimentação dos Sólidos Geométricos e também como parte integrante da Gamificação, já que foi tomado como ferramenta de auxílio que era imprescindível de ser utilizado para o progresso da atividade.

Um primeiro apontamento dessa percepção, refere-se ao fato de todas as equipes terem conseguido cumprir a missão, que era de resolver os problemas com auxílio do VolumAR. Além disso, é possível constatar que as possibilidades da proposta estão inseridas no contexto de curiosidade, dinamismo, engajamento e colaboração que foi percebido durante e a aplicação da proposta por meio das observações e também por meio dos apontamentos efetivados pelos estudantes durante a entrevista de validade (Apêndice G). Todavia, é válido destacar que existem limitações relacionadas ao que propomos, e podemos citar algumas, considerando as observações feitas, a citar: noção de dimensionalidade; *smartphone* com configurações que não suportam a tecnologia RA; acesso à internet entre outros. Tais limitações podem ser compreendidas como de ordem particular, não sendo um problema técnico que possa impedir ou limitar o funcionamento da proposta, mas que não deixam de ser causas limitadoras.

Tais apontamentos nos fazem perceber o quão significativo foi a experiência para esses estudantes, e que, muito provavelmente, não seria tão evidenciado se tal manipulação dos sólidos geométricos ocorresse com elementos físicos, dadas as limitações intrínsecas ao sistema dinâmico e simultâneo trazido pela tecnologia.

Ainda é possível constatar que houve uma avaliação muito positiva dos estudantes em relação ao aplicativo VolumAR, a Gamificação, a junção dos dois e o uso destes no aprendizado do volume de Sólidos Geométricos, já que 79,2% apontaram que se trata de uma proposta excelente ou muito boa, e 20,8% consideraram uma boa ideia.

Sendo assim, podemos concluir que nossos objetivos foram alcançados integralmente e a aprovação emitida pelos estudantes nos norteia a perceber que, de fato, conseguimos validar nossa proposta agregando eficiência, eficácia e notoriedade para a sala de aula de Matemática. Vale destacar ainda que toda análise dos dados produzidos foi feita de forma minuciosa, e mesmo com resultados tão positivos, não deixamos de considerar as dificuldades apontadas pelos participantes e também as sugestões de modificações informadas.

A escolha das temáticas pesquisadas: volume de Sólidos Geométricos, Gamificação e RA, sempre me chamaram a atenção, e isso tornou a pesquisa mais prazerosa, cheia de descobertas e fundamentada em observações que também trago da vida de professor e da carreira acadêmica anterior a ela. Neste sentido, unir as 3 temáticas foi uma ideia significativa ao considerar a potencialidade que poderia emergir com o êxito da proposta, e que de fato aconteceu.

A RA, embora não seja uma tecnologia nova, é uma novidade para esse público, e as possibilidades que ela explora são elementos decisivos para qualificar a experiência de visualizar os elementos através do *smartphone*, que é uma ferramenta bastante acessível.

Atrelando essa experiência aos sentimentos que a vivência em um sistema gamificado pode proporcionar, eleva ainda mais as possibilidades. Embora o jogo como atividade lúdica esteja presente nas aulas de muitos professores, nos deparamos com uma turma onde apenas 3,8% dos estudantes viveram essa experiência, mesmo não sendo algo novo, estamos diante de um grupo de concluintes da Educação Básica com essa realidade, e além disso, que possui algum perfil de *gamer*, ou seja, gosta de viver essas experiências. Desta forma, as emoções, a vontade de vencer, o engajamento e a colaboração que o jogo pode desempenhar, foi suficiente para apresentar-lhes uma atividade nova, diferente, surpreendente e cheia de adrenalina, conforme eles mesmos apontaram. Neste sentido, acreditamos que a utilização da tecnologia digital com o universo do jogo, é uma possibilidade com alto potencial de sucesso para o aprendizado no volume dos sólidos geométricos, em que ao tempo que agrega dinamismo, também agrega diversidade, novidade e engajamento, que acreditamos serem grandes desafios para o ensino de Matemática contemporâneo, senão histórico.

Tomando como base os resultados e as constatações aqui estabelecidas, é possível afirmar que o estudo em questão atribui muita colaboração para a área da Educação Matemática, pois engloba um cenário cheio de possibilidades para aprendizagem do volume dos sólidos geométricos. Além disso, durante as revisões sistemáticas da literatura, percebemos que há uma baixa produção de pesquisas com essas temáticas, sobretudo com características semelhantes à nossa pesquisa. Mais uma vez destacamos que a RA não é uma tecnologia recente, mas a baixa realização de pesquisas a seu respeito vinculadas a Educação Matemática, demonstra o quanto torna-se significativo ter explorado seus recursos neste trabalho. A Gamificação também não é uma metodologia nova, embora ainda aja muita confusão ao considerá-la sinônimo de jogo, mas também existe uma carência de pesquisas dessa temática, efetivamente, com a Educação Matemática.

Desta forma, observando essa carência, senão podemos chamar de demandas, para o uso do *smartphone*, da tecnologia moderna, mas também da analógica, é possível estabelecer que ainda há um vasto campo aberto com grandes perspectivas a serem exploradas, sobretudo se vincularmos as necessidades e prioridades que essa nova geração, conectada, apresenta para a escola. Pensando nisso, podemos pensar em aprofundar, por exemplo, a compreensão acerca dos motivos que levam as pessoas a gostarem de jogar, ou ainda em como a RA pode ser

explorada em outros conteúdos matemáticos, sobre outras perspectivas, com outros tipos de Gamificação (a que utilizamos foi do tipo narrativa de suspense) ou isolada.

Ter obtido resultados satisfatórios nos deixa com o sentimento de dever cumprido e com muita qualidade, mas também nos faz refletir sobre como ocorreu todo esse processo, como foi essa experiência no papel de pesquisador, de construtor de um produto novo e que precisaria ser avaliado por pessoas que não conhecem muito sobre a Ciência e o rigor científico do ato de pesquisar. Neste sentido, convém apontar que tivemos muitos desafios, desde o desenvolvimento da proposta, que ocorreu em parceria com técnicos de programação, até a aplicação *in loco*.

Por fim, frisamos que neste caminho trilhado nesta pesquisa, conseguimos encontrar muitas respostas, muitas de forma surpreendente, vistas com olhos de pesquisador, mas alguns questionamentos surgem e aqui citamos. Por que os professores de Matemática atrelam resistência no uso de ferramentas digitais na sala de aula? Quais as diferenças entre viver experiências com gamificação digital e com gamificação analógica na sala de aula de Matemática? Tais questionamentos indicam que não estamos no fim de uma pesquisa que obteve bons resultados, mas no começo de um percurso maior de pesquisa que poderá render muito mais protagonismo e colaboração para esses recursos dentro da Educação Matemática, sobretudo no aprendizado dos estudantes. Neste sentido, não tratamos a presente dissertação como o fim do processo, mas como um trabalho que traz diversas possibilidades que poderão e deverão ser seguidas. Até lá!

## REFERÊNCIAS

ALVES, F. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras. 2ed. São Paulo: DVS, 2015.

ALVES, L. COUTINHO, I. J. **Jogos digitais e aprendizagem**: fundamentos para uma prática baseada em evidências. Campinas: Papirus, 2016.

AMARAL, J. J. L. do. **Gamificação como proposta para o engajamento de alunos em MOOC sobre Educação Financeira Escolar**: possibilidades e desafios para a Educação Matemática. UFJF, 2019. Dissertação de mestrado.

ANDRADE, V. G. **O desenvolvimento do aplicativo RA.GEO**: contribuições da realidade aumentada para o ensino de geometria espacial. 2017. 96f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2017.

ANDRETTI, T. C. **Gamificação de aulas de Matemática por estudantes do oitavo ano do Ensino Fundamental**. UFPR, 2019. Dissertação de Mestrado.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edição 70, 2016.

BATISTA, G. R. **Potencialidades do uso da Gamificação para o desenvolvimento de mentalidades Matemáticas de crescimento**. PUC-Minas, 2021. Dissertação de Mestrado.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Versão aprovada pelo CNE, Novembro de 2018. Disponível em: <BNCC\_EI\_EF\_110518\_versaofinal\_site.pdf (mec.gov.br)>. Acesso em 08 de maio de 2023.

CALIANI, F. J. O. **Um Aplicativo de Smartphone como Alternativa Metodológica para o Ensino de Semelhança de Triângulos e Pirâmides**. UNESP, 2021. Dissertação de Mestrado.

CARMO, A. M. **O Geogebra permeando o ensino de volume de sólidos**. UEPA, 2019. Dissertação de Mestrado.

COSTA, H. L. L. **Processo de recuperação Matemática na educação básica utilizando jogos de RPG**. UFU, 2021. Dissertação de Mestrado.

COSTA, A. C.; BERMEJO, A. P. B.; MORAES, M. S. F. de. **Análise do ensino de Geometria Espacial**. X EGEM – Ijuí: 2009. Disponível em: <[http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd\\_egem/fscommand/CC/CC\\_49.pdf](http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/CC/CC_49.pdf)>. Acesso em: 10 de fevereiro.

COSTA, A. C. S.; MARCHIORI, P. Z. **Gamificação, elementos de jogos e estratégia**: uma matriz de referência. InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação, v. 6, n. 2, p. 44-65, 2 out. 2015. Acesso em 10 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/incid/article/view/89912>>.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: Da teoria à prática**. Campinas: Editora Papirus, 1996.

\_\_\_\_\_. **Desafio da Educação Matemática no novo milênio**. Revista da Sociedade Brasileira de Matemática, São Paulo, ano 8, n. 11, dez. 2001.

DANTAS, E. H. **Uso da Realidade Aumentada no ensino de Geometria Espacial**. UEPB, 2018. Dissertação de Mestrado.

DANTE, L. R. **Matemática: Contexto e Aplicações**. São Paulo: Ática, v. 2, Ensino Médio, 2012.

DENCKER, A. **Pesquisa em Turismo**. São Paulo: Atlas, 1998.

DETERDING, S., KHALED, R., NACKE, L., DIXON, D. **Gamification: Toward a Definition**, CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings, Vancouver, BC, Canada, 2011.

DIAS, I. H. **Gamificação no GeoGebra: contribuições para o ensino de Funções de Segundo Grau**. UFJF, 2022. Dissertação de Mestrado.

DOMINGUES, M. A. F. G. **A utilização do Smartphone com intermédio de um aplicativo de Realidade Aumentada para a aprendizagem de Estatística**. UTFPR, 2019. Dissertação de Mestrado.

DUARTE, C. **Realidade Aumentada no ensino e aprendizagem de sólidos geométricos**. UFPEL, 2021. Dissertação de Mestrado.

FAINGUELERNT, E. K. **O Ensino de Geometria no 1º e 2º Graus**. A Educação Matemática em Revista. SBEM, nº 4, p.45. Blumenau. 1º semestre, 1995.

FERREIRA, W. C. **O jogo digital Quis PG para o aprendizado de Progressão Geométrica**. UFAL, 2020. Dissertação de Mestrado.

FERREIRA, H. S. **O uso de software e seu impacto no tipo de resolução de exercícios de geometria**. UFG, 2018. Dissertação de Mestrado.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 2ª ed. Curitiba: Nova Fronteira, 1999.

FIALHO, A. B. **Realidade Virtual e Aumentada: Tecnologias para aplicações profissionais**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

GERONIMO, R. R. **Uma proposta para o ensino do Teorema de Tales com Gamificação**. PUC-SP, 2021. Tese de Doutorado.

GOMES, N. A. **Possibilidades do uso da Realidade Aumentada na visualização de elementos matemáticos**. UFG, 2015. Dissertação de Mestrado.

IEZZI, g, et al. **Matemática: Ciências e aplicações**. São Paulo: Saraiva, v.2, Ensino Médio, 9 ed, 2016.

JUNIOR, D. S. do N. **GeometriRA**: Proposta didática unindo realidade aumentada, materiais manipuláveis, ludicidade e Gamificação para o ensino fundamental. UEPB, 2022. Dissertação de Mestrado.

KAPP, K.M. **The gamification of learning and instruction**: game-based methods and strategies for training and education. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias**: O novo ritmo da informação – Campinas, SP: Papirus, 2007.

\_\_\_\_\_. **Novas tecnologias**: o redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente. Revista Brasileira de Educação. n.08, p. 58 -71 mai/ago. 1998.

KIRNER, C. SISCOOTTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada. Conceito, Projetos e Aplicações**. Livro do Pré Simpósio. IX Symposium on Virtual and Augmented Reality Petrópolis – RJ, 28 de Maio de 2007. 300p

KITCHENHAM, B. A. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. Tech. Report TR/SE-0401, Keele University, 2014.

LEONARDO, M. Z. A. **Metodologias ativas e tecnologias digitais móveis**: caminhos para potencializar a aprendizagem de área e perímetro. UEPB, 2021. Dissertação de Mestrado.

LIMA, E. L; CARVALHO, P. C. P; WAGNER, E. MORGADO, A. C. **A Matemática do Ensino Médio**. Volume 2. 6ª ed. Rio de Janeiro: SBM, 2006.

MACEDO, A. C. **Ensino e aprendizado de Geometria por meio de Realidade Aumentada em dispositivos móveis**: um estudo de caso em colégios públicos do litoral paranaense. UFPR, 2018. Dissertação de Mestrado.

MENEZES, B. S. **Game para Smartphones e ambientes de aprendizagem**. UFRGS, 2019. Dissertação de Mestrado.

MORAES, I. E. S. Q. **O ensino de Volume de Sólidos Geométricos por atividades**. UEPA, 2018. Dissertação de Mestrado.

MORAN, J. M.; T., M M.; A., B. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6ª Ed. Campinas: Editora Papirus, 2000.

MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In: SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (Orgs). *Mídias Contemporâneas: convergência midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*. V. w. Ponta Grossa: UEPG, 2015, p. 15-33. Disponível em: <[mudando\\_moran.pdf \(usp.br\)](#)>, acesso em 11 de agosto de 2023.

MOREIRA, D. M. S. **Geometria Espacial** – Cálculo de Volume usando App Inveter. UEPA, 2020. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, C. A. **Estratégias didáticas de Realidade Aumentada (RA) no ensino de Matemática**. Simpósio Internacional de Educação e Comunicação – SIMEDUC, 2018, Aracaju, p.01-16. Acesso em 10 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br/index.php/simeduc/article/view/9537>>.

OLIVEIRA, P. N. **Criação de um aplicativo de Realidade para o ensino de Geometria**. UNICAMP, 2019. Dissertação de Mestrado.

PALLES, D. M. **Percepções dos estudantes do sexto ano do ensino fundamental sobre a aprendizagem Matemática por meio de estratégias gamificadas e dos games**. UFPR, 2021. Dissertação de Mestrado.

PAIS, Luiz Carlos. **Ensinar e aprender Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

PRAZERES, I. M. S. **Gamificação no ensino de Matemática: aprendizagem do campo multiplicativo**. 2019. 203f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

RESENDE, B.; MÜLLER, T. J. **Mobile-Learning: Aprendizagem Matemática por meio de Realidade Aumentada**. Canoas: Revista Tear, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3187/2120>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2021.

RESENDE, B. **A aprendizagem da Geometria Espacial potencializada por meio de um aplicativo de Realidade Aumentada na perspectiva do Mobile Learning**. PUCRS, 2019. Dissertação de Mestrado.

RODRIGUES, J. G. C. **Gamificação em aulas de Matemática: Um processo de integração de tecnologias digitais ao currículo**. UFMS, 2022. Dissertação de Mestrado.

ROMERO, Claudia Severino. **Recursos Tecnológicos nas Instituições de Ensino: planejar aulas de matemática utilizando Softwares Educacionais**. UNIMESP – Centro Universitário Metropolitano de São Paulo. Novembro/2006.

SAMPAIO, R. S. **Geometria e visualização: ensinando volume com o software GeoGebra**. UNESP, 2018. Dissertação de Mestrado.

SANTIAGO, T. L. N. **O Ensino dos Sólidos Geométricos: Um estudo usando a Modelagem Matemática**. UNIVASF, 2018. Dissertação de Mestrado.

SANTOS, A. **Uso de mecânicas da Gamificação para a busca de indícios de aprendizagem significativa no ensino de gráficos estatísticos**. UPF, 2022. Dissertação de Mestrado.

SILVA, F. O. da. **Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade Aumentada nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos de Platão**. UNESP, 2017. Dissertação de Mestrado.

SILVA, R. C. D. **Realidade Aumentada como interface para a aprendizagem de Poliedros do tipo Prismas**. UFS, 2019. Dissertação de Mestrado.

SOUZA, S. A. de. **A formulação e resolução de problemas geométricos em sólidos geométricos**. UEPB, 2016. Dissertação de Mestrado.

TEIXEIRA, E. B. **A análise de dados na pesquisa científica**: importância e desafios em estudos organizacionais. Desenvolvimento em Questão, Unijuí, v.1, nº2, p. jul - dez. 2003.

TRIVIÑOS, A. N. S. Três enfoques na pesquisa em ciências sociais: o positivismo, a fenomenologia e o marxismo. In: TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

VALENTIM, T. A. **O uso da Realidade Aumentada no ensino da Geometria Espacial**. UFRJ, 2017. Dissertação de Mestrado

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by Design: Implementing game mechanics in web and mobile apps**. Canadá: O'Reilly Media Inc., 2011.

## **APÊNDICES**

**Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE  
(MAIORES DE 18 ANOS)**

Você, está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Realidade Aumentada na Perspectiva na Metodologia de Gamificação para o aprendizado de Sólidos Geométricos”, sob responsabilidade do pesquisador Paulo Henrique Firmino da Silva, CPF: [REDACTED]

A referida pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alagoas, para apreciação e autorização de realização da mesma. Saliento que o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, com “múnus público”, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Resolução CNS n.º 466/12). Informo ainda que qualquer dúvida acerca da aprovação desta pesquisa no CEP e/ou dos procedimentos éticos regulados por este, poderá entrar em contato com o Comitê através dos dados deixados no final deste documento.

Declaro ter sido esclarecido das seguintes questões:

- O estudo tem como objetivo principal analisar de que modo o uso de um aplicativo de Realidade Aumentada na perspectiva da metodologia de Gamificação pode contribuir para o aprendizado de volume de sólidos geométricos (Cone, Cilindro, Cubo, Esfera, Paralelepípedo e Pirâmide) de estudantes da 3ª série do ensino médio.
- Os resultados desta pesquisa se tornarão um suporte a mais para que o professor possa tornar as aulas a respeito do volume de sólidos geométricos mais dinâmicas, interativas e produtivas.
- A coleta de dados está prevista a acontecer durante o período de 01 de outubro de 2022 à 31 de outubro de 2022, ou posteriormente, condicionado a aprovação e autorização de início pelo Comitê de Ética em Pesquisa;
- O estudo será realizado a partir de dois mecanismos: observação, com registro de fotos e vídeos, e registro documental, de modo a tornar possível uma análise acerca de como ocorrerá todo o processo, em mínimos detalhes. Após a conclusão desta etapa, partiremos para uma análise mais individual, onde iremos realizar uma entrevista com

você e registrar seu áudio, por esse motivo já deixo registrado que ao concordar com este termo, você autoriza a gravação do seu áudio.

- A sua participação está relacionada ao cumprimento das seguintes etapas: na primeira etapa iremos discutir como ocorrerá a realização da pesquisa e apresentaremos o aplicativo de realidade aumentada, ao tempo em que iremos solicitar que façam a instalação em seus aparelhos (obs: quem não tiver aparelho a sua disposição, o pesquisador ficará encarregado de conseguir); na segunda etapa iremos apresentar o conceito de sólidos geométricos e de volume de sólidos geométricos, apresentando os principais sólidos geométricos e o cálculo de seus volumes, acompanhado de atividades com exemplos; na terceira etapa iremos realizar a atividade gamificada com o auxílio do aplicativo; na quarta e última etapa será utilizado um questionário composto de 5 perguntas subjetivas a respeito da sua experiência na Gamificação e com o aplicativo de RA, com duração média de 30 minutos, onde será realizada a gravação do áudio do participante durante as respostas.
- As atividades realizadas por você não geram nenhum risco ou incômodo durante a pesquisa para a sua saúde mental, física ou moral. No caso de haver algum dano, você irá contar com a assistência do pesquisador responsável, para que tal situação possa ser minimizada, sendo garantida, caso seja necessário, o acesso aos resultados individuais, a confidencialidade e a privacidade dos participantes, garantindo que sua participação será suspensa imediatamente ao perceber algum dos riscos ou dano à sua saúde e garantindo que seus valores culturais, sociais e morais sejam respeitados, assegurando a inexistência de conflito de interesses entre pesquisador e os participantes da pesquisa.
- Levando em consideração a construção dos dados através da entrevista, da gravação de áudio e vídeo e registro fotográfico, fica destacado o máximo grau de importância que será dado a segurança destes. Ainda assim, caso sejam divulgados indevidamente, ficará configurado a quebra de sigilo acertado neste termo, o que pode despertar em você um sentimento de constrangimento e de exposição negativa em afronte a sua dignidade moral. Como forma de coibir essa situação, iremos: utilizar uma mídia móvel específica para essa finalidade, utilizada apenas nos computadores pessoais dos pesquisadores; proteção de dados através de pastas compactadas com senhas de acessos, de posse unicamente dos pesquisadores; utilização de pastas com isolamento seguro (no caso de dados impressos);

- Um outro possível risco observado está relacionado ao sentimento de constrangimento que você poderá desenvolver ao responder o questionário e participar da entrevista, inibindo sua opinião coerente, porém inexistente algum procedimento, nesta fase, que coloque em risco a sua dignidade moral.
- Caso aja algum dano ou você se sinta desconfortável em continuar na pesquisa, terá garantido seu pleno direito em se retirar da pesquisa. Se identificado a permanência de algum dano, mesmo após a saída da pesquisa, o participante terá garantido total apoio Psicopedagógico disponibilizado pela Escola Estadual Padre Antônio Duarte.
- Os principais benefícios que surgirão com a sua participação no projeto de pesquisa, mesmo que indiretamente serão: contribuir para que o ensino de volume de sólidos geométricos seja marcado, também, pelo protagonismo do aluno, ou seja, para que o aluno não seja visto como um receptor de informações, mas contribuir para que o aluno seja ativo na construção do seu conhecimento, um ser que: a) pode participar ativamente do processo; b) pode se sentir motivado a progredir com sua aprendizagem; c) percebe a realidade sob diversos pontos de vista; d) pode perceber a existência de ferramentas digitais que podem ajudá-lo no aprendizado de Matemática.
- A qualquer momento você pode recorrer do seu assentimento, recusando-se de que o menor sob sua responsabilidade dê continuidade na pesquisa, sem que aja nenhum prejuízo de qualquer natureza;
- As informações que constarão nos documentos que serão apresentados a sociedade, somente com sua autorização, não terão marcação de sua identificação e de nenhum participante, ficando disponível apenas para os pesquisadores envolvidos na pesquisa;
- Os resultados da presente pesquisa serão tornados públicos através do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e no Repositório do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM/UFAL), sejam eles favoráveis ou não, bem como declaramos que os dados coletados para o desenvolvimento do projeto, como os áudios, entrevistas, fotos, vídeos e questionários, serão utilizados para análise qualitativa dos dados e, após conclusão da pesquisa, ficarão na posse do pesquisador por 5 anos, sendo deletados após esse período. Durante o período de posse dos dados coletados, você poderá solicitá-los a qualquer momento que desejar. Ao tempo, informo que todos os dados coletados estarão sob sigilo e acesso restrito apenas dos pesquisadores, e que em caso de quebra de sigilo você poderá ser indenizado, conforme indicação da justiça a partir das leis em vigor.

- A pesquisa não terá custo nenhum para os participantes;
  - Você receberá uma cópia do presente termo.
  - Em resumo, considerando a resolução 510/16, será garantido:
1. Plena liberdade para que você possa decidir sobre sua participação, podendo retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo algum;
  2. Manutenção do sigilo e da privacidade, durante todas as fases da pesquisa, exceto quando houver sua manifestação explícita em sentido contrário, mesmo após o término da pesquisa;
  3. Informação sobre a forma de acompanhamento e a assistência a que terá direito, inclusive considerando benefícios, quando houver;
  4. Acesso aos resultados da pesquisa;
  5. Direito a ressarcimento e a descrição das formas de cobertura das despesas realizadas em decorrência da pesquisa, quando houver;
  6. Acesso a informação do endereço, e-mail e contato telefônico, dos responsáveis pela pesquisa;
  7. Acesso ao registro do consentimento sempre que solicitado.

Eu, \_\_\_\_\_, aceito participar desta pesquisa, tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a participação no mencionado estudo e estando consciente dos direitos, das responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a participação implica. Os responsáveis pela pesquisa tiraram todas as minhas dúvidas e estou ciente de como ocorrerá. Desta forma, aceito todos os procedimentos que foram esclarecidos neste termo. Declaro ainda que recebi uma cópia deste termo e que tenho pleno direito de pedir minha saída a qualquer momento. Por isso, dou o meu consentimento sem que tenha sido forçado ou obrigado a isso.

#### **ENDEREÇO DO PESQUISADOR**

e-mail: [paulo.firmino@cedu.Ufal.br](mailto:paulo.firmino@cedu.Ufal.br)

**ENDEREÇO DO COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE ALAGOAS**

Endereço: Prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), Térreo  
Campus A. C. Simões da UFAL, Cidade Universitária, Maceió-AL.

Telefone: (82) 3214-1041

E-mail: [comitedeeticaUfal@gmail.com](mailto:comitedeeticaUfal@gmail.com)

Horário de Atendimento: das 8:00 as 12:00hs.

Maceió-AL, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022

|                                                                                                         |                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <hr/><br>Assinatura ou impressão digital do(a) responsável<br>Obs: Necessário rubricar as demais folhas | <hr/><br>Assinatura do pesquisador<br>Obs: Necessário rubricar as demais folhas |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|

**Apêndice C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)****TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE  
(MENORES DE 18 ANOS)**

Você, está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Realidade Aumentada na Perspectiva na Metodologia de Gamificação para o aprendizado de Sólidos Geométricos”, sob responsabilidade do pesquisador responsável Paulo Henrique Firmino da Silva.

A referida pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alagoas, para apreciação e autorização de realização da mesma. Saliento que o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, com “múnus público”, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Resolução CNS n.º 466/12). Informo ainda que qualquer dúvida acerca da aprovação desta pesquisa no CEP e/ou dos procedimentos éticos regulados por este, poderá entrar em contato com o Comitê através dos dados deixados no final deste documento.

Declaro ter sido esclarecido das seguintes questões:

- O estudo tem como objetivo principal analisar de que modo o uso de um aplicativo de Realidade Aumentada na perspectiva da metodologia de Gamificação pode contribuir para o aprendizado do volume de sólidos geométricos (Cubo, Cilindro, Cone, Esfera, Pirâmide e Paralelepípedo) de estudantes da 3ª série do ensino médio.
- Os resultados desta pesquisa se tornarão um suporte a mais para que o professor possa tornar as aulas a respeito de volume de sólidos geométricos mais dinâmicas, interativas e produtivas.
- A coleta de dados está prevista a acontecer durante o período de 01 de outubro de 2022 à 31 de outubro de 2022, ou posteriormente, condicionado a aprovação e autorização de início pelo Comitê de Ética em Pesquisa;
- O estudo será realizado a partir de dois mecanismos: observação, com registro de fotos e vídeos, e registro documental, de modo a tornar possível uma análise acerca de como ocorrerá todo o processo, em mínimos detalhes. Após a conclusão desta etapa, partiremos para uma análise mais individual, onde iremos realizar uma entrevista com

você e registrar seu áudio, por esse motivo já deixo registrado que ao concordar com este termo, você autoriza a gravação do seu áudio.

- A sua participação está relacionada ao cumprimento das seguintes etapas: na primeira etapa iremos discutir como ocorrerá a realização da pesquisa e apresentaremos o aplicativo de realidade aumentada, ao tempo em que iremos solicitar que façam a instalação em seus aparelhos (obs: quem não tiver aparelho a sua disposição, o pesquisador ficará encarregado de conseguir); na segunda etapa iremos apresentar o conceito de sólidos geométricos e de volume de sólidos geométricos, apresentando os principais sólidos geométricos e o cálculo de seus volumes, acompanhado de atividades com exemplos; na terceira etapa iremos realizar a atividade gamificada com o auxílio do aplicativo; na quarta e última etapa será utilizado um questionário composto de 5 perguntas subjetivas a respeito da sua experiência na Gamificação e com o aplicativo de RA, com duração média de 30 minutos, onde será realizada a gravação do áudio do participante durante as respostas.
- As atividades realizadas por você não geram nenhum risco ou incômodo durante a pesquisa para a sua saúde mental, física ou moral. No caso de haver algum dano, você irá contar com a assistência do pesquisador responsável, para que tal situação possa ser minimizada, sendo garantida, caso seja necessário, o acesso aos resultados individuais, a confidencialidade e a privacidade dos participantes, garantindo que sua participação será suspensa imediatamente ao perceber algum dos riscos ou dano à sua saúde e garantindo que seus valores culturais, sociais e morais sejam respeitados, assegurando a inexistência de conflito de interesses entre pesquisador e os participantes da pesquisa.
- Levando em consideração a construção dos dados através da entrevista, da gravação de áudio e vídeo e registro fotográfico, fica destacado o máximo grau de importância que será dado a segurança destes. Ainda assim, caso sejam divulgados indevidamente, ficará configurado a quebra de sigilo acertado neste termo, o que pode despertar em você um sentimento de constrangimento e de exposição negativa em afronte a sua dignidade moral. Como forma de coibir essa situação, iremos: utilizar uma mídia móvel específica para essa finalidade, utilizada apenas nos computadores pessoais dos pesquisadores; proteção de dados através de pastas compactadas com senhas de acessos, de posse unicamente dos pesquisadores; utilização de pastas com isolamento seguro (no caso de dados impressos);

- Um outro possível risco observado está relacionado ao sentimento de constrangimento que você poderá desenvolver ao responder o questionário e participar da entrevista, inibindo sua opinião coerente, porém inexistente algum procedimento, nesta fase, que coloque em risco a sua dignidade moral.
- Caso aja algum dano ou você se sinta desconfortável em continuar na pesquisa, terá garantido seu pleno direito em se retirar da pesquisa. Se identificado a permanência de algum dano, mesmo após a saída da pesquisa, o participante terá garantido total apoio Psicopedagógico disponibilizado pela Escola Estadual Padre Antônio Duarte.
- Os principais benefícios que surgirão com a sua participação no projeto de pesquisa, mesmo que indiretamente serão: contribuir para que o ensino de volume de sólidos geométricos seja marcado, também, pelo protagonismo do aluno, ou seja, para que o aluno não seja visto como um receptor de informações, mas contribuir para que o aluno seja ativo na construção do seu conhecimento, um ser que: a) pode participar ativamente do processo; b) pode se sentir motivado a progredir com sua aprendizagem; c) percebe a realidade sob diversos pontos de vista; d) pode perceber a existência de ferramentas digitais que podem ajudá-lo no aprendizado de Matemática.
- A qualquer momento você pode recorrer do seu assentimento, recusando-se de que o menor sob sua responsabilidade dê continuidade na pesquisa, sem que aja nenhum prejuízo de qualquer natureza;
- As informações que constarão nos documentos que serão apresentados a sociedade, somente com sua autorização, não terão marcação de sua identificação e de nenhum participante, ficando disponível apenas para os pesquisadores envolvidos na pesquisa;
- Os resultados da presente pesquisa serão tornados públicos através do Banco de Teses e Dissertações da CAPES e no Repositório do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM/UFAL), sejam eles favoráveis ou não, bem como declaramos que os dados coletados para o desenvolvimento do projeto, como os áudios, entrevistas, fotos, vídeos e questionários, serão utilizados para análise qualitativa dos dados e, após conclusão da pesquisa, ficarão na posse do pesquisador por 5 anos, após esse período serão deletados. Durante o período de posse dos dados coletados, você poderá solicitá-los a qualquer momento que desejar. Ao tempo, informo que todos os dados coletados estarão sob sigilo e acesso restrito apenas dos pesquisadores, e que em caso de quebra de sigilo você poderá ser indenizado, conforme indicação da justiça a partir das leis em vigor.

- A pesquisa não terá custo nenhum para os participantes;
- Você receberá uma cópia do presente termo.
- Em resumo, considerando a resolução 510/16, será garantido:
  - a) Plena liberdade para que você possa decidir sobre sua participação, podendo retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo algum;
  - b) Manutenção do sigilo e da privacidade, durante todas as fases da pesquisa, exceto quando houver sua manifestação explícita em sentido contrário, mesmo após o término da pesquisa;
  - c) Informação sobre a forma de acompanhamento e a assistência a que terá direito, inclusive considerando benefícios, quando houver;
  - d) Acesso aos resultados da pesquisa;
  - e) Direito a ressarcimento e a descrição das formas de cobertura das despesas realizadas em decorrência da pesquisa, quando houver;
  - f) Acesso a informação do endereço, e-mail e contato telefônico, dos responsáveis pela pesquisa;
  - g) Acesso ao registro do consentimento sempre que solicitado.

Eu, \_\_\_\_\_, aceito participar desta pesquisa, tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a participação no mencionado estudo e estando consciente dos direitos, das responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a participação implica. Os responsáveis pela pesquisa tiraram todas as minhas dúvidas, bem como conversaram com meu responsável. Desta forma, aceito todos os procedimentos que foram esclarecidos neste termo. Declaro ainda que recebi uma cópia deste termo e que tenho pleno direito de pedir minha saída a qualquer momento. Por isso, dou o meu consentimento sem que tenha sido forçado ou obrigado a isso.

#### **ENDEREÇO DO PESQUISADOR**

e-mail: [paulo.firmino@cedu.Ufal.br](mailto:paulo.firmino@cedu.Ufal.br)

**ENDEREÇO DO COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE ALAGOAS**

Endereço: Prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), Térreo  
Campus A. C. Simões da UFAL, Cidade Universitária, Maceió-AL.

Telefone: (82) 3214-1041

E-mail: [comitedeeticaUfal@gmail.com](mailto:comitedeeticaUfal@gmail.com)

Horário de Atendimento: das 8:00 as 12:00hs.

Maceió-AL, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022

|                                                                                                                         |                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>_____</p> <p>Assinatura ou impressão digital do(a) participante</p> <p>Obs: Necessário rubricar as demais folhas</p> | <p>_____</p> <p>Assinatura do pesquisador</p> <p>Obs: Necessário rubricar as demais folhas</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Apêndice D – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALAGOAS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Realidade Aumentada na perspectiva da metodologia de gamificação para o aprendizado de sólidos geométricos

**Pesquisador:** PAULO HENRIQUE FIRMINO DA SILVA

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 59238622.2.0000.5013

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Alagoas

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.631.779

#### Apresentação do Projeto:

"O ensino do volume de sólidos geométricos, permite que o estudante possa solidificar sua abstração através dos elementos geométricos que são apresentados no plano tridimensional, o que colabora diretamente para a construção de competências matemáticas que vão além do aprendizado do conteúdo posto. Neste sentido, o uso de ferramentas digitais, como a Realidade Aumentada, para colaborar com a aprendizagem desses conceitos, pode referenciar uma possibilidade muito importante no ensino da Geometria Espacial. Aliada a essa ferramenta, a implementação da gamificação também pode representar ganho significativo para o processo, uma vez que traz a possibilidade de pautar o protagonismo e o desafio como mecanismos de incentivo. Desta forma, a presente pesquisa tem o objetivo de analisar as principais dificuldades dos estudantes durante os estudos da Geometria Espacial e avaliar a influência do uso da Realidade Aumentada dentro de uma gamificação para a aprendizagem desses conceitos. Para isso, o presente trabalho está estruturado com uma seção de justificativa, problema de pesquisa, objetivos, fundamentação teórico e metodologia."

#### Objetivo da Pesquisa:

"Objetivo Primário:

Analisar de que modo o uso de um aplicativo de Realidade Aumentada na perspectiva da

**Endereço:** Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900  
**UF:** AL **Município:** MACEIO  
**Telefone:** (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.631.779

metodologia de gamificação pode contribuir para o aprendizado do conceito de volume de sólidos geométricos de estudantes da 3ª série do ensino médio.

Objetivo Secundário:

- Identificar a relevância do uso do aplicativo de Realidade Aumentada na perspectiva da gamificação para o aprendizado do volume dos sólidos geométricos;
- Verificar quais foram as principais estratégias utilizadas pelos sujeitos ao utilizarem o aplicativo de Realidade Aumentada, na resolução de problemas com volume dos sólidos geométricos;
- Avaliar as percepções dos sujeitos acerca da experiência do uso do aplicativo de Realidade Aumentada na perspectiva da metodologia de gamificação

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Extraído do TCLE

"As atividades realizadas pelo participante não gera nenhum risco ou incômodo durante a pesquisa para a saúde mental, física ou moral do participante, no caso de haver algum dano, o participante irá contar com a assistência do pesquisador responsável, para que tal situação possa ser minimizada, sendo garantida, caso seja necessário, o acesso aos resultados individuais, a confidencialidade e a privacidade dos participantes, garantindo que sua participação será suspensa imediatamente ao perceber algum dos riscos ou dano à sua saúde e garantindo

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

TIPO DE PESQUISA: mista - ABORDAGEM DA PESQUISA: Pesquisa Intervenção - LÓCUS DA PESQUISA: Escola Estadual Padre Antônio Duarte, localizada na cidade de Olho d'Água das Flores, Sertão de Alagoas - SUJEITOS ENVOLVIDOS: 27 estudantes de uma turma da 3ª série do ensino médio, do turno vespertino. - COLETA DE DADOS:

Entrevista, observação e registro documental - ANÁLISE DOS DADOS: Análise de conteúdo, Metodologia Proposta:

A pesquisa é do tipo mista, de modo a estabelecer a construção de dados qualitativos e dados quantitativos. A opção quantitativa, possibilita a análise estatística de dados numéricos, como forma de realizar um estudo mais específico e exato, de modo a sistematizar tendências de erros e acertos e percentuais através do estudo de toda população (considerando população como todos os alunos de uma turma), podendo ser considerada como amostra de uma população geral.

A proposta desta pesquisa está diretamente relacionada a proposição de uma problemática e construção de uma solução que busque resolvê-la, seguida da aplicação e análise do resultado final. Neste sentido, o parâmetro utilizado para escolha da abordagem está diretamente ligado a necessidade em atender as especificidades desta pesquisa. Portanto, será utilizada a Pesquisa

**Endereço:** Av. Longitudinal UFAL 1, nº 1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900  
**UF:** AL **Município:** MACEIO  
**Telefone:** (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.631.779

### Intervenção.

A pesquisa será desenvolvida na Escola Estadual Padre Antônio Duarte, localizada na cidade de Olho d'Água das Flores, Sertão de Alagoas. Os sujeitos envolvidos são estudantes de uma turma da 3ª série do ensino médio.

A coleta de dados ocorrerá através de questionários, fotos, vídeos e da observação durante toda a execução. Desta forma, a coleta de dados

ocorrerá em quatro momentos distintos: Fase prévia; Fase de execução; Fase intermediária; e Fase final.

Na fase prévia, será utilizado o questionário diagnóstico prévio, que será uma ferramenta quantitativa para auxiliar a avaliação do nível de conhecimento dos estudantes acerca da Geometria Espacial. Em outras palavras, será o primeiro parâmetro que irá compor a análise comparativa do processo de evolução dos estudantes antes e depois da utilização do aplicativo de Realidade Aumentada dentro da gamificação. Na fase de execução, será utilizado o questionário diagnóstico de execução, que será um instrumento quantitativo, a ser aplicado em conjunto com o uso do aplicativo de realidade aumentada, e que será associado a gamificação. Durante toda essa fase, serão realizados registros em fotos e vídeos, como forma de análise posterior mais detalhada. Além disso, outro recurso individual e específico a ser utilizado nessa fase, será a ficha de avaliação da participação, desempenho e protagonismo, um questionário qualitativo que ficará sob posse do professor, como forma de avaliação contínua e abrangente durante todo o processo.

Na fase intermediária, já concluída a etapa de utilização do aplicativo de realidade aumentada dentro da gamificação, será utilizado o questionário diagnóstico intermediário, com caráter quantitativo, será uma ferramenta útil para avaliar a competência dos estudantes em resolver situações que envolvem Geometria Plana. Em outras palavras, será o segundo parâmetro que irá compor a análise comparativa do processo de evolução dos estudantes antes e depois da utilização do aplicativo de Realidade Aumentada dentro da gamificação.

Por fim, na fase final, será utilizado o questionário diagnóstico final, com caráter qualitativo, terá a função de observar as percepções dos estudantes acerca da experiência protagonizada com o uso do aplicativo de realidade aumentada dentro da gamificação. Os dados produzidos neste questionário serão úteis para uma análise significativa em torno do grau de satisfação e interesse produzidos pelos alunos, quando submetidos a utilização de recursos tecnológicos e digitais durante as aulas de Matemática. Além disso, será possível avaliar o desempenho do aplicativo de realidade, levando em consideração 3 critérios: utilidade, funcionalidade e facilidade de manuseio.

A análise dos dados coletados terá duas vertentes distintas, uma relacionada aos dados

**Endereço:** Av. Longitudinal UFAL 1, nº 1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900  
**UF:** AL **Município:** MACEIO  
**Telefone:** (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.631.779

qualitativos e outra aos dados quantitativos, de modo a estabelecer critérios que possam efetivar uma compreensão de todo o contexto evidenciado na pesquisa.

A análise dos dados qualitativos terá fundamento na análise textual discursiva, como forma de compreender o discurso dos estudantes e avaliar parâmetros positivos e negativos que se repetem"

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os seguintes termos foram apresentados

- 1- PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1959132.pdf;
- 2- TERMO\_DE\_CUMPRIMENTO\_DE\_NORMAS\_ASSINADO.pdf;
- 3- CARTA\_DE\_RESPOSTA\_AS\_PENDENCIAS.pdf;
- 4- ORCAMENTO.pdf;
- 5- PROJETO\_ATUALIZADO\_17\_08.pdf;
- 6- LIBERACAO\_ESCOLA.pdf;
- 7- DECLARACAO\_DE\_INFRAESTRUTURA.pdf
- 8- REQUERIMENTO.PDF;
- 9- 2\_PB\_PARECER\_CONSUBSTANCIADO\_CEP\_5538206.pdf;
- 10-TCLE\_PAIS.pdf;
- 11- TCLE\_maiores\_18.pdf;
- 12- ALE\_menores\_18.pdf
- 13img20220601\_15135917.pdf

### **Recomendações:**

- 1 Incluir nos TCLE e TALE um texto informando o papel e importância do CEP

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Considerando as pendências apontadas no parecer anterior, a carta resposta e os novos documentos postados, não foram encontrados óbices éticos que inviabilizem a pesquisa.

Análise das pendências, Foi incluído um TCLE para os pais e responsáveis, os termos foram paginados de forma correta, as informações quanto aos riscos e forma de participação foram esclarecidos e modificados nos termos. A informação do que será feito com os dados após o tempo de guarda foi mencionada nos documentos, o cronograma foi ajustado, os critérios de interrupção e a justificativa da amostra foram apresentados na carta resposta.

**Endereço:** Av. Longitudinal UFAL 1, nº 1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900  
**UF:** AL **Município:** MACEIO  
**Telefone:** (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.631.779

### Considerações Finais a critério do CEP:

Lembre-se que, segundo a Res. CNS 466/12 e sua complementar 510/2016:

O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado e deve receber cópia do TCLE, na íntegra, assinado e rubricado pelo (a) pesquisador (a) e pelo (a) participante, a não ser em estudo com autorização de declínio;

V.S<sup>a</sup>. deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade por este CEP, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata;

O CEP deve ser imediatamente informado de todos os fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É responsabilidade do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas a evento adverso ocorrido e enviar notificação a este CEP e, em casos pertinentes, à ANVISA;

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial;

Seus relatórios parciais e final devem ser apresentados a este CEP, inicialmente após o prazo determinado no seu cronograma e ao término do estudo. A falta de envio de, pelo menos, o relatório final da pesquisa implicará em não recebimento de um próximo protocolo de pesquisa de vossa autoria.

O cronograma previsto para a pesquisa será executado caso o projeto seja APROVADO pelo Sistema CEP/CONEP, conforme Carta Circular nº. 061/2012/CONEP/CNS/GB/MS (Brasília-DF, 04 de maio de 2012). PAULO HENRIQUE FIRMINO DA SILVA

### Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento                 | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                           | Situação |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1959132.pdf | 17/08/2022<br>01:14:59 |                                 | Aceito   |
| Outros                         | TERMO_DE_CUMPRIMENTO_DE_NORMAS_ASSINADO.pdf   | 17/08/2022<br>01:14:39 | PAULO HENRIQUE FIRMINO DA SILVA | Aceito   |
| Outros                         | CARTA_DE_RESPOSTA_AS_PENDENCIAS.pdf           | 17/08/2022<br>01:14:04 | PAULO HENRIQUE FIRMINO DA SILVA | Aceito   |

**Endereço:** Av. Longitudinal UFAL 1, nº 1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900  
**UF:** AL **Município:** MACEIO  
**Telefone:** (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALAGOAS**



Continuação do Parecer: 5.631.779

|                                                                    |                                                  |                        |                                    |        |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------|--------|
| Orçamento                                                          | ORCAMENTO.pdf                                    | 17/08/2022<br>01:13:47 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |
| Projeto Detalhado /<br>Brochura<br>Investigador                    | PROJETO_ATUALIZADO_17_08.pdf                     | 17/08/2022<br>01:13:39 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |
| Outros                                                             | LIBERAcAO_ESCOLA.pdf                             | 17/08/2022<br>01:12:33 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |
| Declaração de<br>Instituição e<br>Infraestrutura                   | DECLARACAO_DE_INFRAESTRUTUR<br>A.pdf             | 17/08/2022<br>01:12:23 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |
| Outros                                                             | REQUERIMENTO.PDF                                 | 17/08/2022<br>01:12:10 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |
| Parecer Anterior                                                   | 2_PB_PARECER_CONSUBSTANCIAD<br>O_CEP_5538206.pdf | 17/08/2022<br>01:11:46 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |
| TCLE / Termos de<br>Assentimento /<br>Justificativa de<br>Ausência | TCLE_PAIS.pdf                                    | 17/08/2022<br>01:04:18 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |
| TCLE / Termos de<br>Assentimento /<br>Justificativa de<br>Ausência | TCLE_maiores_18.pdf                              | 17/08/2022<br>01:04:09 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |
| TCLE / Termos de<br>Assentimento /<br>Justificativa de<br>Ausência | TALE_menores_18.pdf                              | 17/08/2022<br>01:03:57 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |
| Folha de Rosto                                                     | img20220601_15135917.pdf                         | 01/06/2022<br>15:24:53 | PAULO HENRIQUE<br>FIRMINO DA SILVA | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MACEIO, 08 de Setembro de 2022

Assinado por:  
**Thaysa Barbosa Cavalcante Brandão**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900  
**UF:** AL **Município:** MACEIO  
**Telefone:** (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

**Apêndice E – Entrevista de caracterização dos participantes (Antes da aplicação da proposta)****CARACTERIZAÇÃO DO USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS**

Estudante: \_\_\_\_\_

1. Você tem aparelho smartphone? Se a resposta for sim, informe o sistema operacional: Android ou IOS?  
( ) Sim.      ( ) Não.      \_\_\_\_\_
2. Você tem acesso à internet? Se a resposta for sim, informe os locais em que mais utiliza.  
( ) Sim.      ( ) Não.      \_\_\_\_\_
3. Você já ouviu falar em Realidade Aumentada? Se a resposta for sim, informe onde.  
( ) Sim.      ( ) Não.      \_\_\_\_\_
4. Você já usou algum aplicativo de Realidade Aumentada? Se a resposta for sim, informe qual.  
( ) Sim.      ( ) Não.      \_\_\_\_\_
5. Você já utilizou algum aplicativo na aula de Matemática? Se a resposta for sim, informe qual.  
( ) Sim.      ( ) Não.      \_\_\_\_\_
6. Você costuma praticar jogos eletrônicos? Se a resposta for sim, informe onde e com que frequência.  
( ) Sim.      ( ) Não.      \_\_\_\_\_
7. Você já utilizou algum jogo na aula de Matemática? Se a resposta for sim, informe qual e o que mais te atrai em um jogo.  
( ) Sim.      ( ) Não.      \_\_\_\_\_

## Apêndice F: Notas de Aulas sobre o volume dos Sólidos Geométricos

### VOLUME DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

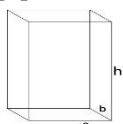
Quando falamos em volume de sólidos geométricos, fazemos referência à grandeza que representa o espaço ocupado por esses sólidos. Para calculá-lo, utilizamos fórmulas específicas para cada sólido em questão.

Os principais sólidos geométricos são: Cubo, Paralelepípedo, Pirâmide, Cone, Cilindro e Esfera.

#### Cálculo de Volume dos Sólidos Geométricos

##### **Volume do Paralelepípedo retângulo**

O paralelepípedo retângulo é um caso particular de prisma, pois tem base quadrangular. Quando a base do prisma é um retângulo, sabemos que a área da base é calculada pela multiplicação do comprimento com a largura. Desse modo, para calcular o volume, basta multiplicarmos as três dimensões do paralelepípedo retângulo.



$$V = a \cdot b \cdot h$$

Ex: Considerando um prisma que possui 10 cm de altura e base retangular com lados medindo 6 cm e 8 cm, calcule seu volume.

##### **Resolução:**

Note que esse prisma é um paralelepípedo retângulo, pois sua base é retangular. Para calcular seu volume, basta multiplicar as três dimensões:

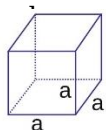
$$V = a \cdot b \cdot h$$

$$V = 6 \cdot 8 \cdot 10$$

$$V = 480 \text{ cm}^3$$

##### **Volume do Cubo**

Tratando-se de outro caso especial de prisma por ter base quadrangular, para calcular o volume do cubo, basta calcular a área da base, multiplicada por sua altura. Entretanto, no cubo, todas as suas dimensões possuem a mesma medida, geralmente representada por L de aresta. Assim, para calcular seu volume, basta calcular a medida da aresta ao cubo.



$$V = a^3$$

Ex: Um recipiente possui formato de um cubo com 12 cm de aresta. Então, qual será o seu volume?

##### **Resolução:**

Calculando o volume do cubo, temos que:

$$V = a^3$$

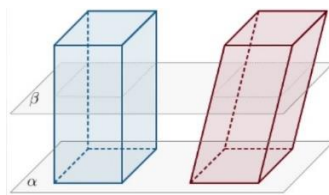
$$V = 12^3$$

$$V = 1728 \text{ cm}^3$$

##### **O princípio de Cavalieri**

A construção do modo de cálculo do volume do paralelepípedo retangular foi simplificada com o teorema fundamental da proporcionalidade. No entanto, para o cálculo do volume de outros sólidos geométricos, é necessário utilizar ferramentas e estratégias que sejam o mais abrangente possível. Sendo assim, utilizaremos o Princípio de Cavalieri que é um axioma e diz que:

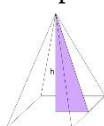
**PRINCÍPIO DE CAVALIERI (AXIOMA)** – São dados dois sólidos e um plano. Se todo plano paralelo ao plano dado secciona os dois sólidos segundo figuras de mesma área, então, esses sólidos têm mesmo volume.



Com esse princípio, torna-se possível calcular o volume de qualquer prisma através do produto entre a área da base e sua altura, simplesmente comparando com o volume de um sólido conhecido, e de mesma área da base.

### Volume da Pirâmide

A pirâmide é o sólido geométrico que possui uma base formada por um polígono, com faces laterais triangulares ligadas a um vértice, que é o topo da pirâmide. Para calcular o volume da pirâmide, multiplicamos a área da sua base pela sua altura e dividimos por 3.



$$V = \frac{A_b \cdot h}{3}$$

Ex: Uma pirâmide possui base retangular de lados iguais a 3 metros e 4 metros, e altura de 5 metros, qual será o seu volume?

#### Resolução:

Como a base é um retângulo, temos que:

$$A_b = 3 \cdot 4 = 12 \text{ m}^2$$

Então, o volume da pirâmide será de:

$$V = \frac{A_b \cdot h}{3}$$

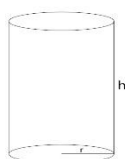
$$V = \frac{12 \cdot 5}{3}$$

$$V = 4 \cdot 5$$

$$V = 20 \text{ m}^3$$

### Volume do Cilindro

O cilindro é considerado um corpo redondo pela sua forma arredondada. Ele possui duas bases circulares, logo, para calcular a sua área, calculamos a área da base, que é a área de um círculo, multiplicada pela altura. Dessa forma, o volume do cilindro pode ser calculado pela fórmula a seguir:



$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Ex: Calcule o volume de um cilindro que possui 3 cm de raio e 10 cm de altura.

#### Resolução:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

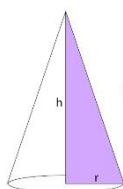
$$V = \pi \cdot 3^2 \cdot 10$$

$$V = \pi \cdot 9 \cdot 10$$

$$V = 90\pi \text{ cm}^3$$

### Volume do Cone

O cone também possui uma base formada por um círculo. Para calcular o volume do cone, calculamos a área da sua base, que é a área do círculo, vezes a sua altura, dividido por 3.



$$V = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h}{3}$$

Ex: Qual é o volume de um cone que possui raio da base igual a 4 m e altura igual a 9 m?

**Resolução:**

$$V = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h}{3}$$

$$V = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 9}{3}$$

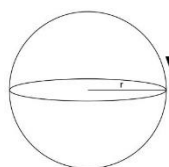
$$V = \frac{\pi \cdot 16 \cdot 9}{3}$$

$$V = \pi \cdot 16 \cdot 3$$

$$V = 48\pi \text{ m}^3$$

### Volume da Esfera

Sendo considerado o último corpo redondo, a esfera representa um formato bastante comum no cotidiano. Para calcular o volume de uma esfera, é necessário conhecer o valor do seu raio:



$$V = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{3}$$

Ex: Calcule o volume de uma esfera que possui raio medindo 3 cm (use  $\pi = 3,1$ ).

**Resolução:**

Calculando o volume, temos que:

$$v = \frac{4 \cdot 3,1 \cdot 3^3}{3}$$

$$v = \frac{4 \cdot 3,1 \cdot 27}{3}$$

$$v = 12,4 \cdot 9$$

$$v = 111,6 \text{ cm}^3$$

## Apêndice G – Entrevista de validação da proposta

### ENTREVISTA DE VALIDAÇÃO

Participante: \_\_\_\_\_

1. Avalie sua experiência na utilização do aplicativo VolumAR.  
☐ Péssimo   ☐ Regular   ☐ Bom   ☐ Muito bom   ☐ Excelente
2. Como você avalia a importância do aplicativo para sua aprendizagem durante a aula?  
☐ Péssimo   ☐ Regular   ☐ Bom   ☐ Muito bom   ☐ Excelente
3. O que você achou da ideia de utilizar a Gamificação para abordar o conteúdo do volume dos Sólidos Geométricos?  
☐ Péssimo   ☐ Regular   ☐ Bom   ☐ Muito bom   ☐ Excelente
4. Como você avalia a experiência de poder utilizar o aplicativo VolumAR para resolver os problemas sobre os Sólidos Geométricos e assim poder cumprir a missão da Gamificação?  
☐ Péssimo   ☐ Regular   ☐ Bom   ☐ Muito bom   ☐ Excelente
5. Em uma escala de 0 a 10, avalie a sua satisfação em visualizar os sólidos geométricos através do aplicativo VolumAR. \_\_\_\_\_
6. Em uma escala de 0 a 10, aponte o grau de dificuldade que você teve em entender e manusear o aplicativo. \_\_\_\_\_ Quais foram essas dificuldades?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
7. Em uma escala de 0 a 10, aponte o grau de dificuldade que você teve em utilizar o aplicativo VolumAR nos problemas propostos na Gamificação. \_\_\_\_\_ Quais foram as suas dificuldades?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
8. Você gostou mais de estudar os sólidos geométricos através das notas de aulas ou por meio do aplicativo VolumAR associado a Gamificação? Por quê?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
9. Você gostou da sensação de estar num ambiente com elementos de jogos? Por quê?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
10. Você sugeriria mudar algo no aplicativo VolumAR? Qual?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Apêndice H – Roteiro para nortear a observação e preenchimento do diário de campo****ROTEIRO PARA OBSERVAÇÃO – DIÁRIO DE CAMPO**

- 1) Engajamento e proatividade dos estudantes durante as etapas
- 2) Interesse para explorar o uso do aplicativo
- 3) Dificuldades em associar o aplicativo a Gamificação
- 4) Comportamentos e atitudes
- 5) Outros fatos relevantes não previstos