

SÓLIDOS RA COMO FERRAMENTA DE INCLUSÃO ESCOLAR PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

AR SOLIDS AS A TOOL FOR SCHOOL INCLUSION OF VISUALLY IMPAIRED STUDENTS

Fábio Júnior de Sousa Oliveira¹, Iury Thiago Dias Botelho², Suelen Rocha Botão Ferreira³, Welberth Santos Ferreira⁴

Recebido: Março/2025 - Aprovado: Outubro/2025

RESUMO: No contexto da deficiência visual, o uso de tecnologias assistivas desempenha um papel essencial na superação de barreiras no aprendizado. Um exemplo é a realidade Aumentada surgindo como uma ferramenta inovadora, capaz de proporcionar experiências interativas que facilitam a compreensão de conceitos abstratos, especialmente em disciplinas como Matemática. Este trabalho aborda o desenvolvimento e a aplicação de recursos em RA voltados para estudantes com baixa visão, destacando como essa tecnologia pode melhorar a percepção espacial, a interação com objetos virtuais e a autonomia no processo de aprendizagem. Por meio da sobreposição de informações digitais ao mundo real, a RA amplia o acesso ao conhecimento, promovendo um ensino mais inclusivo e acessível. A pesquisa ressalta a importância de integrar ferramentas tecnológicas às práticas pedagógicas, contribuindo para a construção de um ambiente educacional mais equitativo. Os resultados apontam que a RA não apenas facilita o aprendizado, mas também estimula a participação ativa dos estudantes, reforçando que a tecnologia pode ser uma aliada poderosa na promoção da inclusão.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade Aumentada, Sólidos RA, Educação.

ABSTRACT: School inclusion is a fundamental pillar to ensure equal opportunities for all students. In the context of visual impairment, assistive technologies play a key role in overcoming learning barriers. Augmented Reality (AR) emerges as an innovative tool capable of providing interactive experiences that facilitate the understanding of abstract concepts, especially in subjects like Mathematics. This study addresses the development and application of AR resources aimed at students with low vision, highlighting how

- 1 <https://orcid.org/0009-0000-0220-3301>- Mestre em Educação Inclusiva. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA (BR). Av. Lourenço Vieira da Silva, s/n. Campus Paulo VI. São Luís – MA. CEP: 65055-310. E-mail: f.juniormat@gmail.com.
- 2 <https://orcid.org/0000-0009-0486-0968>- Graduação em Física. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA (BR). Av. Lourenço Vieira da Silva, s/n. Campus Paulo VI. São Luís – MA. CEP: 65055-310. E-mail: iurythiago58@gmail.com.
- 3 <https://orcid.org/0000-0001-7781-6532>- Doutora em Biotecnologia. Universidade Federal do Maranhão. Prof. Adjunta I do Centro de Estudos Superiores de Pinheiro (CESPI), Pinheiro, MA (BR). Rua Diogo Reis s/n. Matriz. Pinheiro – MA. CEP: 65200-000. E-mail: suelen.rocha@gmail.com.
- 4 <https://orcid.org/0000-0001-7141-9501>- Doutor em Física. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). Coordenador Geral do ProfEducatec da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA (BR). Av. Lourenço Vieira da Silva, s/n. Campus Paulo VI. São Luís – MA. CEP: 65055-310. E-mail: welberthsf@gmail.com.





this technology can improve spatial perception, interaction with virtual objects, and autonomy in the learning process. By overlaying digital information on the real world, AR expands access to knowledge, promoting more inclusive and accessible education. The research emphasizes the importance of integrating technological tools into pedagogical practices, contributing to the creation of a more equitable educational environment. The results indicate that AR not only facilitates learning but also encourages active student participation, reinforcing that technology can be a powerful ally in promoting inclusion.

KEYWORDS: Augmented Reality, Geometric Solids, Education.

1 Introdução

Nas instituições públicas de ensino, ainda existe embora não de forma frequente, uma postura segregadora por parte de certos educadores. Eles defendem que estudantes com demandas educacionais específicas, como deficiência visual, por exemplo, devam ser atendidos de maneira isolada e/ou exclusiva por especialistas do Atendimento Educacional Especializado (AEE). Contudo, essa abordagem é excludente e precisa ser superada no contexto escolar. Alinhado ao princípio da inclusão, é essencial que as escolas se preparem de forma permanente para receber alunos com necessidades educacionais específicas, e não apenas quando esses estudantes são matriculados.

Dizer que as escolas já estão aptas a receber o público da Educação Especial de forma adequada seria algo contraditório, visto que, indo in loco, em diversas escolas, percebe-se que são muitas as necessidades de adaptações e de materiais a serem utilizados pelos professores em suas práticas pedagógicas. É claro que também já são perceptíveis alguns avanços, mesmo que ainda tímidos, considerando que no cenário político brasileiro, este tema já vem sendo tratado há algum tempo.

Ademais, a inclusão escolar deve ser entendida como um conjunto de ações que precisam caminhar juntas a fim de que os objetivos sejam alcançados. Nesse sentido, Heredero (2010) afirma que as escolas deverão, em consequência da escolarização de todos em escolas regulares, adaptar-se aos novos alunos que nelas entram, e não o contrário, e isso precisa de adaptações.

Na perspectiva da inclusão, Campos (2022) afirma que, apesar dos notáveis avanços alcançados nas últimas décadas no que tange à inclusão do deficiente em âmbito social, muitas áreas específicas ainda carecem de recursos, práticas e norteadores para atender essa população específica. Nesse sentido, o desenvolvimento de produtos e práticas voltadas para o público da Educação Especial, em especial os que apresentam deficiência visual, vai exatamente ao encontro dessa demanda inclusiva, levando para as práticas escolares, situações que de fato promovam a inclusão e o aprendizado dos alunos com necessidades educacionais especiais equitativamente.

Com relação aos estudos sobre Realidade Aumentada, por mais que o surgimento da RA date da década de oitenta de acordo com Fialho (2018), é necessário que as pesquisas cheguem às escolas de fato, que no caso do estudo em questão, pode chegar como Tecnologia Assistiva para auxiliar no processo de inclusão de educandos com visão subnormal, por exemplo.



A utilização da tecnologia em produtos e práticas voltadas para o público da Educação Especial, em foco os com baixa visão vai exatamente ao encontro dessa demanda inclusiva levando para as práticas escolares, situações que de fato promovam a inclusão e o aprendizado com equidade dos alunos com necessidades educacionais especiais.

É importante destacar que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta que recursos didáticos como *softwares* de geometria dinâmica têm um papel essencial para a compreensão e utilização das noções matemáticas (BRASIL, 2018).

Diante do exposto, considerando a existência de possíveis lacunas com relação às orientações sobre os alunos com visão subnormal, bem como, o não apontamento e distribuição de possíveis materiais para uso do professor em sala de aula é fundamental que, não apenas se desenvolva pesquisa sobre o uso da Tecnologia Assistiva na Educação Inclusiva, mas também, que haja uma soma de esforços para que essas tecnologias cheguem às escolas para que o aluno com baixa visão, ao chegar no ambiente escolar, tenha os meios necessários para o desenvolvimento de sua aprendizagem de forma equitativa.

Nessa perspectiva da importância da utilização da RA como ferramenta tecnológica utilizada para a implementação do estudo de sólidos geométricos, esse trabalho tem como objetivo propor um programa de realidade aumentada usando os sólidos RA para ensino de geometria espacial visando ajudar os alunos com alguma deficiência na visão em sala de aula nas escolas de fortaleza, verificando assim sua aplicabilidade.

2 Revisão de Literatura

Inicialmente será tratado as abordagens sobre a inclusão escolar, visando apontar possíveis lacunas teóricas e estruturais que acabam afetando diretamente no fazer pedagógico do professor. Em seguida, serão apresentadas as contribuições da Realidade Aumentada como inovação e Tecnologia Assistiva para as práticas pedagógicas no ensino de geometria espacial para alunos com baixa visão, abordando a idealidade, bem como as realidades encontradas.

2.1 Censo Escolar Para Alunos de Educação Especial

Apesar dos inúmeros avanços, a inclusão escolar com equidade de fato ainda é uma idealidade, mas que precisa se tornar uma realidade que possa chegar às mais diversas escolas brasileiras. Pode-se apontar os dados do Censo Escolar de 2020 para ressaltar o fato que, em comparação às matrículas na educação especial por tipo de deficiência, a matrícula de alunos com baixa visão representa o quinto lugar, ficando atrás apenas da deficiência intelectual, autismo, deficiência física e deficiência múltipla (Brasil, 2020). É importante destacar também que os dados do Censo da Educação Básica no Resumo Técnico do Estado do Ceará, mostram que o número de matrículas de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades em classes comuns ou especiais exclusivas segundo a etapa de



ensino - Ceará - de 2016 a 2020, passou de 13.817 em 2016, para 22.769 em 2020, ou seja, um aumento de quase 65%.

Além disso, de acordo com dados do MEC, o número de matrículas da educação especial chegou a 1,5 milhão em 2022, um aumento de 29,3% em relação a 2018. Segundo os dados, o maior número está no ensino fundamental, que concentra 65,5% dessas matrículas. Em números exatos de matrículas na Educação Especial por tipo de deficiência, transtorno global do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação, conforme os dados do Censo Escolar 2022 (IBGE, 2022), organizou-se a Tabela 1:

Tabela 1 – Matrícula na Educação Especial por tipo de deficiência, transtorno global do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação - Brasil 2022

Deficiência-TGD-AH/SD	N.º
Deficiência Intelectual	914.467
Autismo	429.521
Deficiência Física	158.371
Deficiência Múltipla	86.341
Baixa visão	80.429
Deficiência auditiva	40.267
Altas Habilidade/Superdotação	26.815
Surdez	20.699
Cegueira	7.308
Surdocegueira	628

Fonte: Adaptado, Censo Escolar (2024).

Com base nos dados apresentados, e na comprovação cada vez mais da inserção de alunos com deficiência, transtorno global do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação nas salas de aula regulares, evidencia-se o aumento das matrículas do público atendido pela Educação Especial, o que enseja uma maior abrangência de pesquisas voltadas para esse público, indo exatamente ao encontro do aspecto inclusivo. Conforme as informações da Tabela 01, mostrados também por meio do Gráfico 1, os alunos com baixa visão se apresentam numa quinta posição em número de matrículas, considerando um cenário nacional. Em particular, de acordo com informações fornecidas pela SME de Fortaleza, a Rede de Ensino do município supracitado contava com 96 alunos com baixa visão matriculados na educação inclusiva no ano de 2023.



Gráfico 1 – Matrícula na Educação Especial por tipo de deficiência, transtorno global do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação - Brasil 2022.



Fonte: Adaptado, Censo Escolar, 2022

Nessa perspectiva, Silva (2012, p. 98) afirma que, na inclusão escolar, o sistema educacional precisa ser reestruturado para atender às necessidades dos alunos e, conseqüentemente, proporcionar meios para que esses alunos alcancem progressos escolares e sucesso acadêmico. Nesse esforço contínuo, é notório que, para alcançar seus objetivos, a inclusão escolar, depende de todo um arcabouço de contribuições, desde as individuais até as políticas públicas, caso contrário, a inclusão de fato não ocorre.

A fim de verificar as bases legislativas sobre a questão inclusiva, verificou-se como este assunto é abordado na Constituição Federal, no Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015), nos Decretos n.º 3298, de 20 de dezembro de 1999 (Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências), n.º 10.645, de 11 de março de 2021 (Regulamenta o art. 75 da Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015, para dispor sobre as diretrizes, os objetivos e os eixos do Plano Nacional de Tecnologia Assistiva). Este trabalho também se debruçou sobre a Portaria n.º 3.128 de 24 de dezembro de 2008 (define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual).

Diante dos dados apresentados e considerando o aumento significativo de matrículas na educação especial, torna-se necessário algum meio para facilitar esse ensino, surgindo assim a utilização de *software* de realidade aumentada como tecnologia assistiva no ensino de geometria espacial para alunos com baixa visão. Nesse sentido, Oliveira, Feitosa e Mota (2020) afirmam que os docentes enfrentam uma realidade muito difícil no cenário da inclusão, pois, na maioria do sistema educacional público, não há a oferta de subsídios que possibilitem uma atuação que atenda às necessidades dos educandos com deficiência.



Ressalta-se também que a escolha por essa temática provém de mais de treze anos de observações feitas em sala de aula em diversas escolas públicas de educação básica nos municípios de Fortaleza-CE e Caucaia-CE, nas quais, muitos estudantes apresentavam alguma necessidade educacional especial, dentre elas, dificuldades visuais. Nesse sentido, por meio da Realidade Aumentada, no ensino de geometria espacial, fazendo uso de *software* educativo, pretende-se aproximar ainda mais da realidade da sala de aula regular os alunos com visão subnormal, ou seja, para além da sala de recursos multifuncionais, indo ao encontro da proposta inclusiva de fato. A seguir descreve-se como será tratada a sua implementação.

A educação inclusiva e as barreiras para a sua implementação: idealidade e realidade

Ao se falar sobre Educação Inclusiva, é preciso refletir sobre as barreiras existentes que dificultam e/ou impedem a sua implementação. Ainda, é importante destacar que, conforme a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015), considera-se barreiras, qualquer entrave, obstáculo, atitude ou comportamento que limite ou impeça a participação social da pessoa, bem como o gozo, a fruição e o exercício de seus direitos à acessibilidade, à liberdade de movimento e de expressão, à comunicação, ao acesso à informação, à compreensão, à circulação com segurança, entre outros. Nesse sentido, pontua-se que o acesso à informação e à compreensão, no ambiente de sala de aula, ainda se tem muito o que melhorar para garantir que alunos com alguma necessidade educacional especial possam de fato ser incluídos nas atividades propostas.

Como mencionado no parágrafo anterior, destacam-se aqui algumas práticas que vão ao encontro de um ambiente escolar mais inclusivo, que são: ambiente acessível e adaptado, currículo flexível e personalizado, capacitação dos professores, clima escolar positivo e respeitoso, participação da família e da comunidade, suporte psicopedagógico e emocional, e por fim, envolvimento e participação ativa dos alunos.

Já sobre as barreiras, o Estatuto da Pessoa com Deficiência aponta ainda as barreiras tecnológicas, que são aquelas que dificultam ou impedem o acesso da pessoa com deficiência às tecnologias (BRASIL, 2015).

O uso da tecnologia na sala de aula já é um avanço, e mais ainda quando é usada como Tecnologia Assistiva. Nesse sentido, Campos (2022) afirma que, apesar dos notáveis avanços alcançados nas últimas décadas no que tange à inclusão do deficiente em âmbito social, muitas áreas específicas ainda carecem de recursos, práticas e norteadores para atender essa população específica.

A educação inclusiva em Fortaleza, por exemplo, em cuja rede de ensino se desenvolveu a presente pesquisa, de acordo com informações disponibilizadas pela Coordenadoria de Diversidade e Inclusão (CODIN/SME), em 2023 contava com 14.448 estudantes matriculados na educação inclusiva, sendo que destes, 96 são com baixa visão (FORTALEZA, 2023). Em 2020, eram 9.990 alunos matriculados na educação inclusiva, conforme o censo escolar, e esses números apontam que paulatinamente o quantitativo de alunos atendidos pela educação inclusiva tende a aumentar nos próximos anos e é necessário implementar políticas públicas que possam garantir os direitos desses alunos que estão chegando às escolas.



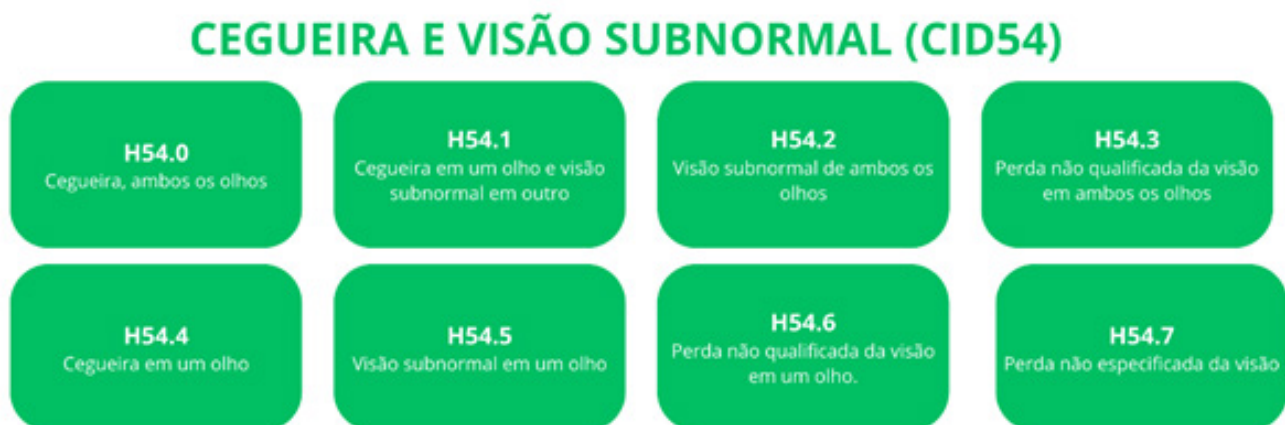
Observa-se que, quando se trata de educação inclusiva, alguns autores chamam bastante a atenção para algumas teorias que vão ao encontro do processo inclusivo. Mosquera (2012, p. 85) afirma que, para que qualquer método de educação inclusiva seja eficiente e compatível com a realidade do aluno, dentro desse contexto escolar, é preciso adotar a Teoria Sistêmica para fundamentá-lo. Kassar (2011) afirma que o período em que se inicia a disseminação do discurso sobre Educação Inclusiva é o mesmo em que o país adota uma política de universalização de escolaridade do Ensino Fundamental. Ainda de acordo com Mosquera (2012, p. 85) a referida teoria, ou enfoque interdisciplinar, é uma teoria que consegue dialogar com os diversos saberes na escola inclusiva, sendo tratado a seguir sobre a deficiência visual.

2.2 Deficiência visual/baixa visão: conceitos, contexto escolar, descontinuidades e orientações.

Ao se falar em deficiência visual, muitas pessoas associam imediatamente à cegueira, especialmente no contexto escolar. No entanto, a deficiência visual abrange tanto a cegueira quanto a baixa visão, também conhecida como visão subnormal. Além disso, é crucial ressaltar que, de acordo com Garcia e Braz (2020), a baixa visão caracteriza-se por uma perda visual significativa, ou seja, uma redução na acuidade visual. A cegueira, por sua vez, pode ser congênita (desde o nascimento) ou adquirida em decorrência de causas orgânicas, ou acidentais (cegueira adventícia).

Conforme o Conselho Brasileiro de Oftalmologia (CBO), os transtornos de refração e acomodação são classificados entre H52.0 e H52.7. Além disso, os transtornos dos músculos oculares, do movimento binocular, da acomodação e da refração são abrangidos pelos códigos H49 a H52. Para uma melhor organização das informações fornecidas pelo CBO sobre cegueira e visão subnormal, foi elaborada a Figura 1.

Figura 1 – Alguns Transtornos Visuais e Cegueira e seus respectivos códigos.



Fonte: Adaptado, Conselho Brasileiro de Oftalmologia- CBO, 2025.

Também, segundo o Censo Escolar de 2020, a baixa visão é definida como a perda parcial da função visual. Nesse caso, o aluno possui resíduo visual, o que prejudica seu potencial de utilização da



visão tanto para atividades escolares quanto para locomoção, mesmo após o melhor tratamento ou a máxima correção óptica disponível (BRASIL, 2020).

Nesse sentido, o desenvolvimento de produtos e práticas voltadas para o público alvo da Educação Especial, em especial os com dificuldades visuais, vai exatamente ao encontro dessa demanda inclusiva, levando para as práticas escolares, situações que de fato promovam a inclusão e o aprendizado dos educandos com necessidades educacionais especiais. Uma forma interessante para que esses objetivos sejam atingidos é fazendo uso da realidade aumentada como será tratado a seguir.

2.4 Realidade aumentada no ensino de geometria espacial para alunos com baixa visão

Na sala de aula regular, com os alunos ditos “normais”, o professor faz um verdadeiro malabarismo geométrico para fazê-los entender algo tridimensional desenhado no plano do quadro, quiçá dar aulas para uma turma inteira de quarenta alunos e, ao mesmo tempo, lidar com as situações onde deve promover a inclusão. Nessa linha, Abreu (2014) afirma que, se o professor dá aula para todos os alunos, como se todos fossem cegos, todos aprenderiam da mesma forma.

O ensino de geometria espacial para alunos com visão subnormal é um verdadeiro desafio, mas que todos e cada um dos professores de Matemática podem e devem buscar superar, implementando em suas práticas, situações nas quais possam promover o ensino com equidade para alcançar esses educandos.

Também nesse contexto, o uso da RA, por meio de *software* educativo, possibilita a melhoria da capacidade espacial dos alunos com visão subnormal, inclusive possibilitando a manipulação dos sólidos geométricos com um simples toque na tela do celular ou tablet. Nesse sentido, Viseu, Rocha e Monteiro (2022) afirmam que as relações espaciais, sendo um dos fatores da capacidade espacial, são definidas como a capacidade de girar mentalmente um objeto espacial de forma rápida e correta. Então, a visualização e a interação constantes com os objetos 3D, por meio da tecnologia RA, melhoraram o pensamento geométrico e a capacidade espacial dos alunos com baixa visão.

De acordo com Landau, Cunha e Haguenauer (2014, p. 21) a RA é uma tecnologia que acrescenta objetos virtuais, gerados por meio de computador, ao ambiente real, possibilitando a coexistência de objetos reais e virtuais em um mundo real. Pela definição trazida por Landau, Cunha e Haguenauer, é perceptível sua aplicação em diversas disciplinas, por exemplo, no estudo dos sólidos geométricos, do globo terrestre, das organelas citoplasmáticas ou mesmo na projeção de embarcações antigas para o estudo em História, oportunizando inclusive, que os alunos interajam com as projeções analisadas.

Nesse contexto, Krebs, Zucolo, Ghisleni (2019) afirmam que o uso de RA em sala de aula amplia a interatividade e é capaz de gerar engajamento na relação entre professores e alunos, pois direciona o olhar dos estudantes, embora com o uso de periféricos como celulares e tablets. Ainda, Fialho (2018, p.115) afirma que, em geral, qualquer aplicação educacional exige que os aspectos tecnológicos, pedagógicos e psicológicos sejam cuidadosamente investigados antes da sua implementação. Também, quando se fala



do uso de tecnologia, é preciso considerar as inúmeras realidades existentes nos ambientes escolares, visto que, a chegada de recursos tecnológicos à escola, depende muito do poder público, mesmo que já seja notória a grande familiaridade de boa parte dos estudantes com o uso do celular particular.

Fialho (2018, p. 17) ainda afirma que há cada vez mais interesse pelas inúmeras aplicações possíveis da tecnologia RA que hoje vemos em escala experimental em alguns segmentos profissionais e acadêmicos, como arquitetura, medicina, logística, treinamentos de manutenção, estudos de geometria, astronomia, etc. Nesse contexto, é importante destacar ainda que, em se tratando da RA como TA, se torna ainda mais escasso o número de pesquisas relacionadas a esta temática.

3 Percorso metodológico

A metodologia deste estudo foi desenvolvida com base na pesquisa-ação, que, conforme Gil (2021, p. 40), é uma pesquisa aplicada com características situacionais, voltada para diagnosticar um problema específico e alcançar resultados práticos. O cenário da pesquisa compreendeu dez escolas da Rede Pública de Ensino da Prefeitura Municipal de Fortaleza–CE e o Instituto Hélio Góes, locais escolhidos por critérios de conveniência e disponibilidade de alunos com visão subnormal.

A seleção das escolas priorizou uma unidade polo com maior concentração de alunos com baixa visão, seguida pelas escolas mais próximas a ela, visando garantir a viabilidade da pesquisa no tempo estipulado. Participaram do estudo 40 alunos com baixa visão, sendo 15 de 11 escolas da Rede Pública de Ensino de Fortaleza–CE e 25 atendidos pelo Instituto Hélio Góes, além de 100 professores de Matemática da mesma rede. Os critérios de inclusão e exclusão dos participantes basearam-se no quantitativo de alunos com baixa visão matriculados e no número de professores que lecionam matemática na rede. Para a coleta de dados, foi necessário solicitar autorização à Secretaria Municipal de Educação (SME) de Fortaleza–CE por meio do Sistema de Protocolo Único (SPU).

Os instrumentos de coleta de dados, como questionários, entrevistas ou observações, foram elaborados e aplicados de forma a garantir a acessibilidade e a inclusão dos participantes com baixa visão, assegurando que o processo fosse adaptado às suas necessidades específicas. A pesquisa foi conduzida de maneira sistemática, com o objetivo de diagnosticar o problema e propor ações práticas para enfrentá-lo, alinhando-se aos princípios da pesquisa-ação.

4 Resultados

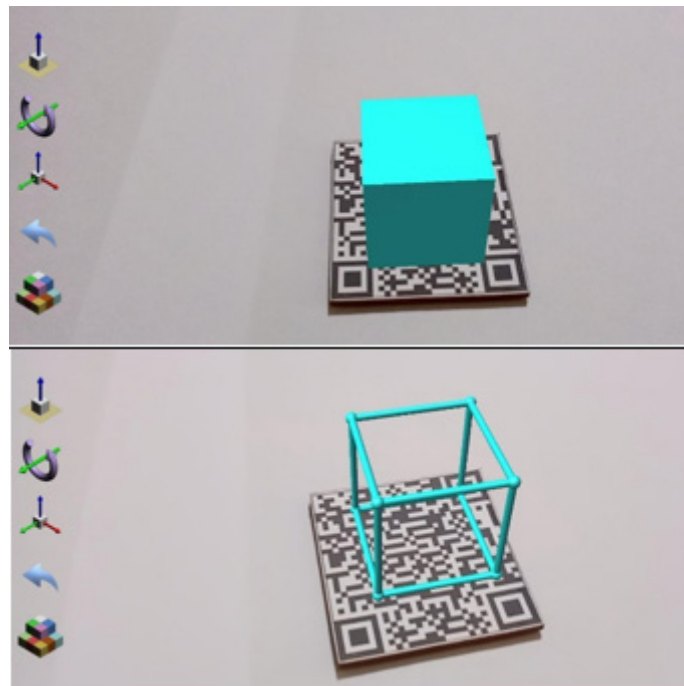
Em primeiro lugar será tratado as funcionalidades do software Sólidos RA para o estudo da geometria Espacial para os alunos com a deficiência visual, logo após mostrando os resultados encontrados.



4.1 Apresentação do *software* educativo sólidos RA e suas funcionalidades para o ensino de geometria espacial

Inicialmente, destaca-se aqui o cuidado que se teve de verificar se a interface do *software* educativo Sólidos RA atendia as necessidades visuais dos educandos que o utilizavam durante as aplicações. Assim, a todo momento o pesquisador perguntava aos alunos com baixa visão se os ícones dos comandos estavam visíveis e em tamanho adequado o suficiente para eles. Nesse sentido, Kleina (2012, p. 147) afirma que “ao escolhermos um *software* educacional, devemos ter a preocupação de como as pessoas interagem com esses ícones” na Figura 2.

Figura 2 - Interface de visualização do Software Sólidos RA.



Fonte: Pesquisa direta, 2024.

Observa-se que a simplicidade e objetividade das informações, com apenas cinco ícones de utilização no lado esquerdo da tela, fazem com que os alunos não fiquem perdidos diante de tantas informações, pois o objetivo maior é simplesmente a análise das características, elementos e planificações dos sólidos geométricos.

O *software* educativo Sólidos RA é uma versão baixada gratuitamente no Play Store, que conta com uma interface e funções de fácil entendimento, daí o porquê de se ter escolhido este aplicativo para a aplicação da SD pretendida. Nesse sentido, Tzur, Katz e Davidovich (2021) apontam que o desenvolvimento de *software* educacional baseia-se em uma variedade de abordagens instrucionais e diferentes tipos de *software* podem ser usados para atender a uma variedade de objetivos educacionais. Tzur, Katz e Davidovich (2021) afirmam ainda que os professores precisam decidir se um *software*



educacional pretendido pode melhorar seu ensino e como os alunos precisam saber como o uso de um *software* específico pode impactar a experiência de aprendizagem.

Quando se fala em ensino significativo de Matemática, no caso específico aqui tratado, que é o ensino de geometria espacial para alunos com baixa visão, o *software Sólidos RA* se apresenta como uma *ferramenta de inclusão excelente para os alunos a necessidade educacional especificada anteriormente, indo ao encontro das dificuldades visuais apresentadas. Na Figura 3 será apresentado o ícone de acesso ao software educativo Sólidos RA.*

Figura 3 – Figura espacial do cubo, que representa a interface do software Sólidos RA.



Fonte: Pesquisa direta, 2024.

O software de RA Sólidos RA tanto pode ser instalado no celular quanto no tablet, fator este que vai, diretamente, ao encontro da realidade de cada ambiente escolar e de seus professores e alunos, sendo que na Prefeitura de Fortaleza, por exemplo, todos os educandos receberam Tablets, o que facilita a utilização do software apresentado em sala de aula, Figura 4.

Figura 4 – Interface Inicial do software Sólidos RA.



Fonte: Pesquisa direta, 2024.



Logo abaixo destas instruções tem a palavra continuar, e ao clicar nela, será apresentado ao usuário do aplicativo a tela exibida na Figura 10, também contendo as informações de manuseio do aplicativo.

Figura 5 – Interface com instruções de movimentos para uso do aplicativo.



Fonte: Adaptado, Sólidos RA, 2024.

Nesta tela apresentada na Figura 8, onde tem a especificação de como usar, tem-se: **1- Translação:** toque e arraste com o dedo na tela para transladar os objetos. **2- Escala:** faça gesto de pinça com os dois dedos para escalonar os objetos. **3- Rotação:** faça um gesto de giro usando dois dedos para rotacionar os objetos. **4- Botões:** use os botões no painel à esquerda para desativar ou ativar alguma operação, para reverter as alterações, ou para alterar o modo de visualização da figura

Ao clicar em ok, aparecerá a mensagem: aponte para um dos QR codes do módulo de visualização no material de apoio, e logo em seguida o educando será direcionado para a tela de leitura dos QR codes, sendo os chamados marcadores, onde este já contém as figuras geométricas espaciais, e estão todos disponíveis no aplicativo, tanto os dos sólidos quanto os de algumas planificações. Vale destacar que facilmente o marcador é reconhecido e efetuada a leitura, tornando rápido o processo para análise das figuras.

Aponta-se aqui uma limitação encontrada no *software* Sólidos RA, que é a não possibilidade de planificação de todos os sólidos geométricos, como o cone, a esfera e a pirâmide de base pentagonal. No entanto, ao analisar as planificações possíveis no aplicativo, é possível fazer com que o educando imagine, por exemplo, como devem ficar as figuras espaciais não possíveis de planificar, apontando, por exemplo, que ao ser planificada, a figura espacial não pode ter elementos a mais e nem a menos do que os que existem na figura visualizada.



4.2 Aplicação dos sólidos RA na escola Helio Gomes

A partir deste momento apresentamos nossa análise, interpretação e discussão dos dados coletados com a realização da pesquisa, das atividades desenvolvidas e dos instrumentos utilizados para a coleta de dados.

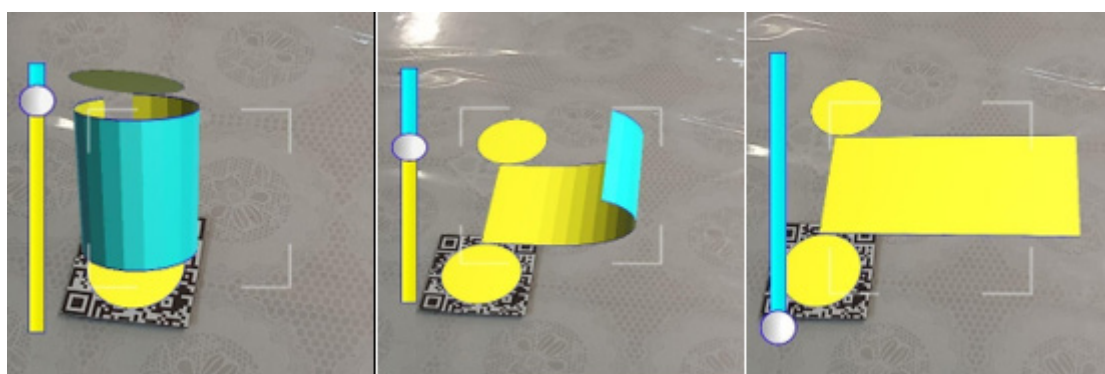
Os dados da pesquisa foram coletados em dez escolas da Rede de Ensino de Fortaleza–CE e no Instituto Hélio Góes, bem como em momentos diversos com os professores de Matemática da Rede de Ensino de Fortaleza–CE. Destaca-se aqui que, na análise, buscar-se-á dar significado para diversas opiniões e situações observadas durante a aplicação da entrevista, da Sequência Didática e demais situações relacionadas com o objeto de estudo.

Inicialmente, destaca-se que, de acordo com Creswell e Creswell (2021, p. 160), quando se trata da análise está se buscando extrair sentido dos dados de textos e imagens bem como numéricos (grifo do autor).

Nesta subseção realizou-se uma triangulação com os dados da entrevista, do questionário e da observação utilizando como fonte de dados o questionário aplicado com os professores de Matemática, a entrevista realizada com os alunos com baixa visão e também a observação, cujos registros desta foram feitos no Diário de Campo. A triangulação aqui referida será usada objetivando conferir robustez às análises e aos resultados obtidos, bem como garante que as descobertas não estejam limitadas a uma única fonte. Também, por meio da triangulação, buscou-se examinar o fenômeno sob diversas óticas.

Inicialmente, quando se iniciou a apresentação das tecnologias RA, o QR code e o *Software* Sólidos RA, o aluno demonstrou interesse por tecnologias, é tanto que, quando o pesquisador colocou o QR code na palma da mão e perguntou para o aluno se ele saberia dizer o que era aquele objeto, o aluno reconheceu imediatamente e respondeu que era um QR code.

Figura 6 – Sequência da planificação de um cilindro reto.

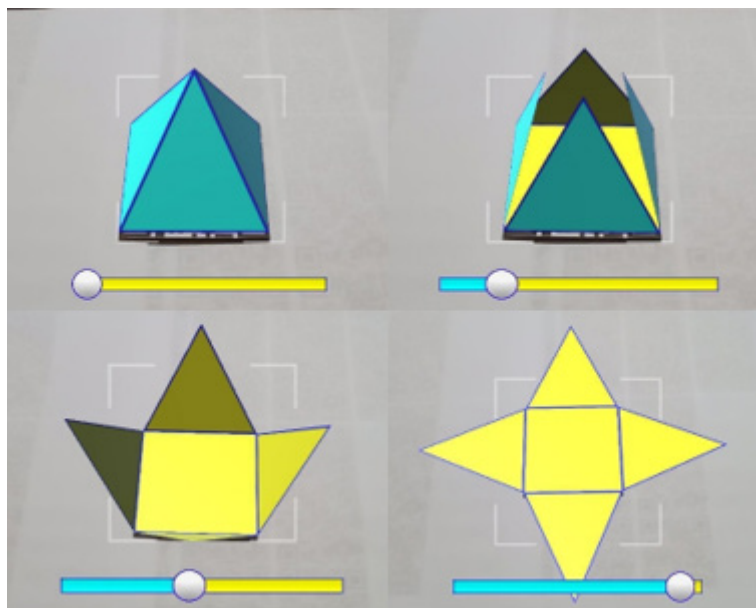


Fonte: Pesquisa direta 2024.

Dessa forma, tocando na barra lateral em amarelo e deslizar para baixo, o sólido geométrico abrir-se-á, ou dependendo da posição que o aluno esteja utilizando o tablete, essa barra em amarela pode estar na horizontal, como mostrado nas Figuras 6 e 7, ocasionado assim as planificações dos sólidos geométricos.



Figura 7 – Sequência da planificação da pirâmide de base quadrangular.



Fonte: Pesquisa direta, 2024.

Entretanto, o cruzamento das informações das entrevistas com os educandos, com as informações obtidas por meio da observação, valida mais ainda as informações obtidas, pois fomos capazes de verificar que os resultados obtidos corroboram as hipóteses inicialmente levantadas, que foram: a) a RA possibilita a ampliação de figuras geométricas espaciais, ocasionando uma melhor identificação de seus elementos e características, favorecendo assim o ensino e aprendizagem de Geometria Espacial para alunos com visão subnormal; e b) promove uma maior interatividade entre os alunos com baixa visão, levando-os ao faça você mesmo.

Nesse sentido, observa-se que por meio do *software* educativo de Realidade Aumentada Sólidos RA, o aluno com baixa visão, fazendo uso do tablet, é capaz de visualizar a riqueza de detalhes, e mais, entende facilmente a planificação dos sólidos, pois a dinamicidade com que se dá a abertura do sólido e a visualização do processo, faz com que o aluno perceba cada detalhe, como nos mostra a Figura 8.

Figura 8 – Sequência da planificação da pirâmide de base quadrangular.



Fonte: Pesquisa direta, 2024.



5 Considerações finais

O uso de softwares de Realidade Aumentada, seja como Tecnologia Assistiva ou não, tem despertado interesse de diversos pesquisadores que veem na tecnologia um facilitador de aprendizagem para alunos com deficiência visual ou mesmo dificuldades visuais mais leves. A presente dissertação vai exatamente ao encontro desse conjunto de estudos já realizados visando colaborar com o público da Educação Especial na sala de aula regular, por meio da criação de uma Sequência Didática para ser usada pelos professores de matemática no ensino de geometria espacial.

Ao chegar em algumas unidades escolares, o pesquisador se deparou com alunos que tinham tanto baixa visão quanto deficiência intelectual. Esta constatação lhe fez usar outras estratégias de análises das figuras geométricas espaciais, por exemplo, que os alunos com deficiência intelectual pudessem analisar as figuras tentando associar a algo que os lembrasse em seu dia a dia, sem a exigência de que conhecessem os sólidos geométricos, mas sim, que fosse pelo menos algo atrativo e agradável de se estudar.

Durante as abordagens nas unidades escolares e no Instituto Hélio Góes nos deparamos com diversas situações e realidades dos educandos, por exemplo, um aluno que constantemente pegava no olho. Nesse sentido, preocupado com a possibilidade de levar alguma sujeira para o olho, solicitamos ao estudante que não ficasse tocando no olho. No entanto, para a nossa surpresa o aluno relatou que ficava pegando no olho para colocar o globo ocular no lugar.

Ademais, podemos afirmar que falar do uso de *software* na sala de aula é algo que ainda encontra certa resistência de alguns professores, que, acostumados com o uso tradicional do quadro e do pincel, relutam em incrementar suas práticas pedagógicas fazendo uso das tecnologias.

Por fim, ao se fazer uso do software de Realidade Aumentada Sólidos RA, os alunos com visão subnormal não tiveram maiores dificuldades com a utilização da tecnologia, pelo contrário, alguns deles até já demonstravam possuir algum conhecimento sobre aparatos tecnológicos e declararam fazer bastante uso do celular, por exemplo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PPG/UEMA (N. 156279/2023), Programa de Doutorado em Ensino da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN), Mestrado em Educação Inclusiva (PROFEI) e ao programa de Mestrado em Processos e Tecnologias Educacionais (PROFEDUCATEC).

Referências

ABREU, Livia Azelman de Faria. **GEOMETRIA PARA DEFICIENTE VISUAL**: uma proposta de ensino utilizando materiais concretos. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos



Goytacazes, 2014.

BRASIL. **Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 14 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **CENSO DA EDUCAÇÃO BÁSICA 2020**: resumo técnico. Brasília: INEP, 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/censo_escolar/resultados/2020/apresentacao_coletiva.pdf. Acesso em: 25 jul. 2023.

CAMPOS, Carolina Rosa. Deficiência visual: possibilidades e desafios em avaliação psicológica. **Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 15, n. 1, e17330, 2022.

FIALHO, Arivelto Bustamante. **Realidade virtual e aumentada: Tecnologias para aplicações profissionais**. São Paulo: Érica, 2018.

GARCIA, Fabiane M; BRAZ, A. T. A. M. Deficiência visual: caminhos legais e teóricos da escola inclusiva. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 108, p. 622-641, jul./set. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

GIL, Carlos Antonio. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri: Atlas, 2023.

KASSAR, Mônica de Carvalho Magalhães. Percursos da constituição de uma política brasileira de educação especial inclusiva. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 17, p. 41-58, maio-ago., 2011.

KLEINA, Claudio. **Tecnologia assistiva em educação especial e educação inclusiva**. Curitiba: InterSaberes, 2012.

KREBS, Danilo; ZUCOLO, Marcele Pereira da Rosa; GHISLENI, Taís Steffenello. O uso da realidade aumentada aplicado em ensino. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 7, p. 1-17, 2019.

LANDAU, Luiz; CUNHA, Gerson Gomes; HAGUENAUER, Cristina. **Pesquisa em realidade virtual e aumentada**. Curitiba: CRV, 2014.

MOSQUERA, Carlos Fernando França. **Deficiência visual na escola inclusiva**. São Paulo: InterSaberes, 2012.

OLIVEIRA, Iana Thaynara Trindade; FEITOSA, Francisca da Silva; MOTA, Janine da Silva. Inclusão escolar de alunos com necessidades especiais: desafios da prática docente. **Revista Humanidades e Inovação**, v. 7, n. 8, p. 81-95, 2020.



SILVA, Aline Maira da. **Educação Especial e Inclusão Escolar**: história e fundamentos. Curitiba: InterSaberes, 2012.

TZUR, Sharon; KATZ, Adi; DAVIDOVICH, Nitza. Learning Supported by Technology: Effectiveness with Educational Software. **European Journal of Educational Research**, v. 10, n. 3, p. 1137-1156, 2021.

WISEU, Floriano; ROCHA, Helena; MONTEIRO, José Manuel. Rethinking Digital Technology versus Paper and Pencil in 3D Geometry. **Journal of Learning for Development**, v. 9, n. 2, p. 267-278, 2022.