

Aplicativos de Realidade Mista para a aprendizagem de Matemática e Ciências para estudantes da Educação Básica com deficiência visual: uma revisão da literatura

Susana Seidel Demartini
PUCRS
Porto Alegre, Brasil
susanaseidel@gmail.com

Isabel Cristina Machado de Lara
PUCRS
Porto Alegre, Brasil
isabel.lara@pucrs.br

RESUMO

Esse artigo apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura em andamento, baseada na organização por etapas da pesquisa de acordo com Pickering e Byrne [9]. O objetivo dessa revisão é compreender de que modo aplicativos de realidade mista estão sendo usados no ensino de Ciências e Matemática na Educação Básica. Essa revisão oportunizará subsídios teóricos que servirão como base para o desenvolvimento de uma proposta de análise dessa temática com estudantes com deficiência visual, com a possibilidade de desenvolvimento de aplicativos de realidade mista e estratégias para auxiliar na potencialização das habilidades em prejuízos, desses estudantes, com vistas à qualificação de sua aprendizagem em Ciências e Matemática.

Palavras-Chaves

Aplicativos; Realidade Mista; Deficiência Visual; Aprendizagem; Ciências e Matemática.

ABSTRACT

This paper presents a systematic literature review in progress, based on the organization by stages of research according to Pickering and Byrne [9]. The objective of this review is to understand how mixed reality applications are being used in Science and Mathematics teaching in Basic Education. This review will provide theoretical subsidies that will serve as a basis for the development of a proposal to analyze this theme with students with visual impairments, with the possibility of developing mixed reality applications and strategies to assist in the enhancement of skills in losses, of these students, with a view to qualifying their learning in Science and Mathematics.

Keywords

Applications; Mixed Reality; Visual impairment; Learning; Science and Mathematics.

INTRODUÇÃO

As dificuldades de aprendizagem em Matemática podem ocasionar um baixo desempenho do estudante, não apenas na componente curricular Matemática, como na área de Ciências da Natureza e nas atividades de seu cotidiano. Conforme Lara [5], essas dificuldades podem ser ocasionadas por diferentes variáveis determinadas endógena e exogenamente. Destaca-se, neste artigo, as dificuldades de aprendizagem devidas a problemas sensoriais, em particular, à deficiência visual.

A deficiência visual, envolve cegueira que se refere à acuidade visual igual ou menor que 0,05 no melhor olho, à baixa visão associada à acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a correção óptica, além dos casos em que “[...] a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores.” [2].

Essa deficiência não apenas constitui obstáculos para aprendizagem, como pode dificultar o trabalho docente devido a escassez de recursos que possibilitem a substituição sensorial visual-auditiva, por exemplo. De acordo com Durette e colaboradores [3], substituição sensorial consiste na transmissão de informações tipicamente provenientes de um sentido – como a visão – utilizando outro sentido, como a audição. Costa, Abreu e Silva [1] afirmam que para “[...] Vigotski (2012), em se tratando da cegueira, ela não se resume apenas a uma ausência do sentido da visão; ela reconfigura as potencialidades da pessoa.” [1]. Diante disso, “[...] a cegueira gera novas estratégias para o funcionamento do sistema psíquico, transformando o funcionamento habitual.” [1]. Isso significa que a pessoa cega não está submersa na escuridão, “[...] pois ela experimenta outra forma de visualidade e seu funcionamento psíquico se configura de outro modo[...]”, assim “[...] cegueira é fonte de manifestação de habilidades, competências e força.” [1].

Portanto, se justifica a necessidade de utilizar recursos adequados com estudantes desse público possibilitando um impacto na sua trajetória desenvolvimental. Ou seja, estudantes com deficiência visual necessitam de métodos e recursos didáticos específicos que sejam adaptados de acordo com suas defasagens. Diante disso, pensar na elaboração de aplicativos de Realidade Mista para esses estudantes pode ter implicações significativas para sua aprendizagem. Esse é o propósito do projeto intitulado “Aprendizagem de Ciências e Matemática de estudantes de inclusão da Educação Básica: implicações a partir da concepção e desenvolvimento de aplicativos de Realidade Mista”, que vem sendo desenvolvido no âmbito de uma universidade brasileira em parceria com escolas públicas e particulares de Ensino Médio, com provimento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ). Contudo, por não tratar-se de uma temática recente ou inédita, torna-se relevante realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

O objetivo dessa revisão é compreender de que modo aplicativos de realidade mista são utilizados no ensino de Matemática e Ciências para estudantes da Educação Básica, com deficiência visual. Essa RSL será desenvolvida com base nos estudos de Pickering e Byrne [9], os quais definem 15 etapas que devem ser seguidas de forma sistemática, quantitativa e abrangente, criando, desse modo, condições que possibilitem a verificação de lacunas existentes na temática pretendida.

Como essa RSL ainda está em andamento, nesse artigo serão apresentados os dados preliminares das obras selecionadas para leitura completa e análise, assim como os primeiros apontamentos possíveis a partir da leitura dos resumos.

ALGUNS APÓRTESES TEÓRICOS

Atualmente muitos são os aplicativos de realidade mista, virtual ou aumentada, utilizados no dia a dia, para deslocamentos urbanos, pesquisas, diversão ou estudo. Pensando em uma educação inclusiva, torna-se relevante refletir e investigar como esses recursos podem ser usados para o ensino de Matemática e Ciências para os estudantes com deficiência visual, além de verificar de que forma esses recursos podem auxiliar na inclusão desses estudantes nas atividades escolares.

De acordo com dados publicados no site do Ministério da Educação brasileiro (MEC), segundo os dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, 18,6% da população brasileira possui algum tipo de deficiência visual. A partir desse percentual, são listados que 6,5 milhões apresentam deficiência visual severa, sendo que 506 mil têm perda total da visão (0,3% da população) e 6 milhões, grande dificuldade para enxergar (3,2%). Todos esses dados podem ser encontrados na notícia localizada no site: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/202-264937351/58391-data-reafirma-os-direitos-das-pessoas-com-deficiencia-visual>.

Esses números demonstram que as pessoas com algum grau de deficiência visual ou dificuldade de visão estão presentes em grande número na nossa sociedade, sendo então necessário pensar na sua inclusão nas escolas por meio de ações pedagógicas. Além disso, não basta considerar a utilização dos mesmos aplicativos e recursos existentes e já usados por estudantes que enxergam, pois a interação dos estudantes com alguma limitação com as máquinas deve levar em conta o contexto e as necessidades daqueles indivíduos [10].

A realidade aumentada e a virtual representam técnicas de interface computacional com mecanismos de representação tridimensional [4]. Ainda de acordo com esses autores, com o avanço da tecnologia, as aplicações vão incluindo uma forma multisensorial na experiência imersiva em ambientes tridimensionais, explorando visão, audição e tato. Uma definição para realidade virtual é dada por Kirner e Kirner [4]: “realidade virtual é uma interface computacional que

permite ao usuário interagir em tempo real, em um espaço tridimensional gerado por computador, usando seus sentidos, através de dispositivos especiais”. A realidade virtual pode ser não imersiva, quando observada pela tela do computador, por exemplo, ou imersiva quando é utilizado um óculos ou capacete apropriado, ou ainda quando a experiência ocorre em salas de multiprojção [4].

Quanto ao uso da realidade virtual nas escolas existem diferentes autores que defendem as vantagens desse uso, como um elemento motivador que mobiliza a atenção [7], ou como um instrumento com maior quantidade de recursos sensoriais para tornar a aprendizagem mais realista e atrativa [11]. Além disso, existe a possibilidade da redução de custos e eliminação de riscos em alguns tipos de explorações, que fisicamente poderiam ser perigosas [12]. Em relação a isso, já existem museus que podem ser visitados virtualmente e possibilitam experiências ricas e inovadoras para estudantes.

No que se refere à realidade aumentada, Kirner e Kirner [4] afirmam que trata-se de: “uma interface baseada na sobreposição de informações virtuais geradas por computador (imagens dinâmicas, sons espaciais e sensações hápticas) com o ambiente físico do usuário, percebida através de dispositivos tecnológicos”.

Segundo Milgram et al. [8], a realidade mista é a transição entre o ambiente real, a realidade aumentada, a virtualidade aumentada até o ambiente virtual. Quando o que existe no ambiente real é levado para o mundo virtual, de forma realista, mas prevalecendo as interações virtuais, estabelece-se a virtualidade aumentada. Os autores não entendem o ambiente real e o ambiente virtual como antíteses, mas como estando em opostos de um chamado *continuum* de Realidade-Virtualidade, que pode ser entendido como Realidade Mista, onde objetos do mundo real e do mundo virtual são apresentados juntos em um único display [8].



Figura 1. Representação do Reality-Virtuality (RV) continuum com base em Milgram et al. [8].

Com a existência de aplicativos e recursos que misturam elementos do mundo real com os do mundo virtual, surgiu o interesse em investigar quais recursos existem e como eles podem ser utilizados para auxiliar no ensino de Matemática e de Ciências no Ensino Básico. Em um recorte especial, de que forma isso pode auxiliar quando se trata de estudantes com alguma limitação visual, afinal esses novos recursos podem ampliar as possibilidades de visualização, exploração e entendimento dos elementos apresentados, de forma multisensorial.

ETAPAS INICIAIS DA RSL

Pickering e Byrne [9] afirmam que a RSL é um método sistemático, quantitativo e abrangente. A possibilidade de reprodução por outros pesquisadores, dos procedimentos realizados pelo pesquisador, torna o método sistemático. É quantitativo, pois além de possibilitar a quantificação de produções que existem sobre o tema buscado, torna-se possível identificar as lacunas presentes no campo pesquisado. E, por meio das combinações entre diferentes áreas do conhecimento, assuntos, instituições identificando o quanto é ampla ou não a literatura já desenvolvida, torna-se abrangente [9]. Para tanto, percorrem-se as 15 etapas estabelecidas pelos autores.

Definição do tema

Inicialmente, como primeira etapa, Pickering e Byrne [9] indicam a definição do tema de pesquisa. Neste estudo, o tema se refere à utilização de aplicativos de realidade mista para o ensino de Matemática e Ciências para estudantes com deficiência visual. A segunda etapa se refere à formulação das perguntas que irão guiar a leitura das obras selecionadas. Com a pretensão de responder ao objetivo desta RSL as perguntas elaboradas foram: i) Quais os principais teóricos da realidade mista encontrados nas pesquisas que compõem esse *corpus* de análise?; ii) Quais são os aplicativos relacionados nas pesquisas?; iii) Quais as estratégias de ensino, voltadas aos estudantes com deficiência visual, foram utilizadas com esses aplicativos?.

Palavras-chaves da busca

Na terceira etapa as palavras-chaves foram estabelecidas, permitindo a busca nos bancos de dados pesquisados. Considerando que foi realizada a busca em banco de dados nacionais e internacionais, tornou-se necessário a tradução dos termos de busca.

Foram elencadas as seguintes palavras, em língua portuguesa (Brasil): deficiência visual; baixa visão; realidade mista; realidade aumentada; realidade virtual; aplicativos; Ciências; Matemática. Em língua inglesa, respectivamente: visual impairment; low vision; mixed reality; augmented reality; virtual reality; apps; Science; Math.

Bases de dados

Escolher as bases de dados é a quarta etapa da RSL. Para essa revisão foram escolhidas oito bases de dados: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDBTD; Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES; Networked Digital Library of Theses and Dissertations - NDLTD; Scientific Electronic Library Online - SciELO; Scopus; Web of Science; PubMed e ERIC.

Critérios de inclusão e exclusão

Seguindo para a quinta etapa, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: apresentar um estudo sobre o uso de aplicativo de realidade mista (aumentada ou virtual); ser da área de Ciências ou Matemática; ter como participantes de pesquisa estudantes com deficiência visual;

ser artigo publicado em revistas nacionais e/ou internacionais, dissertação ou tese. Como critérios de exclusão foram elencados: ser uma revisão sistemática da literatura; não apresentar no texto o uso de aplicativo de realidade mista (aumentada ou virtual); não ser da área de Ciências ou Matemática; não ser com estudantes com deficiência visual; estar publicado em anais de eventos ou como livros ou capítulos de livro. Inicialmente seria um critério de exclusão o fato do trabalho não relatar experiência na Educação Básica, mas pela baixa frequência de pesquisas com essa temática, esse critério foi desconsiderado.

Criação de um banco de dados pessoal e estabelecimento do *corpus*

De acordo com Pickering e Byrne [9], na sexta etapa o pesquisador organiza um banco de dados próprio para armazenar as produções que serão elencadas no processo. Em seguida, nas etapas 7, 8 e 9 é realizada a busca nos bancos de dados e o estabelecimento primário do *corpus* de análise.

Ao realizar a busca em língua portuguesa, foram feitas 15 diferentes combinações entre as palavras-chave. As combinações que retornaram a maior quantidade de resultados foram: deficiência visual AND aplicativos AND Matemática; deficiência visual AND aplicativos AND Ciências; deficiência visual AND realidade virtual AND Matemática; deficiência visual AND realidade virtual AND Ciências. As buscas realizadas com o termo baixa visão tiveram poucos resultados. No total, foram encontradas 600 obras com as 15 combinações. Dessas, retirando as repetições dentro de cada base de dados, restaram 393 obras para a leitura dos títulos considerando que, conforme Pickering e Byrne [9], essa possa ser uma escolha do pesquisador para avaliar pesquisas que estejam fora do escopo buscado. Durante a leitura dos títulos, os critérios de exclusão foram aplicados e restaram 38 obras para, posteriormente serem organizados em um quadro único com informações das obras, para mais uma verificação de possíveis repetições entre as bases, assim como para a posterior leitura dos resumos.

Em língua inglesa, foram feitas as mesmas 15 combinações das palavras-chave. As combinações com maiores quantidades de obras encontradas foram: Visual impairment AND apps AND math; Visual impairment AND apps AND Science; Visual impairment AND mixed reality AND Science; low vision AND mixed reality AND Science; Visual impairment AND augmented reality AND Science; Visual impairment AND virtual reality AND Science. Com essas buscas foram encontradas 750 obras, sendo que retirando as repetições dentro de cada base restaram 453 obras. A leitura dos títulos foi realizada utilizando os critérios de exclusão, restando apenas 15 obras para organização final e leitura dos resumos.

Na organização da planilha pessoal com todos os textos para leitura dos resumos, ainda foram encontradas cinco repetições, totalizando, assim 48 produções para leitura dos resumos e posterior formação do *corpus* de análise.

Na etapa 10, Pickering e Byrne [9] afirmam que devem ser apresentados alguns resultados numéricos do processo de busca. Assim, as produções encontradas e selecionadas para leitura do resumo podem ser esquematizadas da seguinte forma:

- da base de dados BDBTD foram selecionadas, para a leitura dos resumos, 26 pesquisas, sendo quatro teses de doutorado e 22 dissertações de mestrado;
- do Periódico CAPES, foram selecionados, para a leitura dos resumos, cinco artigos publicados em revistas nacionais e internacionais;
- da base ERIC foram selecionados dois artigos publicados em revistas internacionais;
- na base de dados NDLTD, foram selecionadas quatro teses e seis dissertações;
- na base de dados PubMed foram selecionados dois artigos;
- na base de dados Scopus, foram selecionados três artigos;
- nas bases SciELO e Web of Science nenhuma produção científica foi selecionada, a partir da leitura dos títulos e aplicação dos critérios de exclusão.

Após a leitura dos resumos, das 48 produções selecionadas pelos títulos, apenas 13 convergiam ao objetivo deste estudo compondo, assim, o *corpus* de análise. Em seguida, foi feita a leitura completa e a organização de informações básicas. Dessas 13 produções, tem-se: três artigos; uma tese; e, nove dissertações de mestrado. Dessas, apenas três produções estão em língua inglesa.

De forma breve, serão apresentadas as produções selecionadas e o objetivo de cada uma. Para fins de organização, as produções estão representadas com números de 1 a 13, sendo de 1 a 8 as produções encontradas no banco de dados BDBTD, 9 e 10 encontradas no Periódico CAPES, 11 e 12 no banco de dados NDLTD e a 13 encontrada no banco de dados da Scopus. Em cada produção científica estão apresentados: título; autores; ano da publicação; e, uma breve síntese do resumo e dos objetivos da produção científica.

1 – Título: Alfamateca: aplicativo de alfabetização matemática para deficientes visuais. Autora: Jessica da Silva Miranda. Ano: 2019. Nessa dissertação a autora apresenta o aplicativo AlfaMateca o qual fornece contribuições para o ensino de Matemática na fase de alfabetização de estudantes deficientes visuais. Ela apresenta esse aplicativo como um ambiente lúdico e agradável para os estudantes. As questões presentes no aplicativo foram baseadas em um livro didático. Além do desenvolvimento deste aplicativo, foi apresentada uma metodologia de ensino para utilização dos recursos do sistema, com vistas a alcançar melhores resultados na aprendizagem da Matemática.

2 - Título: EducaPod: uma ferramenta de mobile-learning com tecnologia assistiva para pessoas com deficiência visual. Autora: Luciana Santos Bezerra. Ano: 2018. Nessa

dissertação é descrita a pesquisa que resultou no desenvolvimento do EducaPod, aplicativo para dispositivos móveis, cujo objetivo é fazer o gerenciamento de podcasts por meio da tecnologia de comando de voz, o que o configura em uma tecnologia assistiva. Adicionado a isso, a partir dessa pesquisa foi criado um tutorial para a elaboração de podcasts. A pesquisa evidencia que essa pode ser, além de uma ferramenta didática, um objeto facilitador da aprendizagem para deficientes visuais.

3 – Título: Estratégias de aprendizagem utilizadas por estudantes cegos. Autora: Manuela Ramos Caldas Lins. Ano: 2011. A autora dessa dissertação objetivou caracterizar as estratégias de aprendizagem utilizadas por estudantes cegos e videntes, matriculados no Ensino Fundamental, em escolas regulares e em instituições especializadas. Ela concluiu que o repertório de estratégias dos estudantes cegos necessita de incrementos, acrescentando que os professores necessitam de formação adequada para compreenderem essas estratégias para a aprendizagem desse público.

4 – Título: MatGrafvoice : sistema de tratamento matemático e visualização tátil de funções matemáticas através de uma impressora Braille. Autora: Lorena Del Cisne León Quiñonez. Ano 2015. Nessa pesquisa foi desenvolvida uma ferramenta de informática, chamada de MatGrafvoice, para o tratamento de funções matemáticas, assim como a sua visualização tátil por meio de uma impressora Braille. A finalidade da ferramenta foi facilitar a aprendizagem e interpretação de funções, por meio da geração de gráficos táteis, gerados pelo próprio usuário deficiente visual.

5 – Título: Math2Text: ferramenta tecnológica para acessibilidade de estudantes cegos a expressões matemáticas. Autor: Albino Szesz Junior. Ano: 2021. O autor dessa tese descreve as dificuldades da leitura de forma fragmentada de notações matemáticas em computadores, para o público com deficiência visual. Para tanto, o objetivo desta pesquisa foi conceber uma ferramenta tecnológica assistiva que possibilite aos estudantes cegos o acesso à linguagem matemática por meio do computador, associado aos leitores de tela.

6 – Título: MATVOX-02 : extensão de recursos e planos de avaliação de um aplicativo matemático programável para deficientes visuais. Autor: Henrique da Mota Silveira. Ano: 2012. Essa dissertação apresenta o aplicativo MATVOX como uma alternativa à falta de recursos voltados para pessoas com deficiência visual, tanto para o ensino como para o dia a dia nas áreas de ciências exatas. O autor explica que o MATVOX é uma calculadora programável que é funcional a partir do editor de texto do sistema gratuito DOSVOX, que tem como fundamento o uso da síntese de voz.

7 – Título: O Impacto dos recursos de tecnologia assistiva na educação e inclusão da pessoa com deficiência visual. Autor: Ricardo Augusto Lins do Nascimento. Ano: 2015. O objetivo do pesquisador nessa dissertação foi investigar o impacto da

tecnologia assistiva na educação e inclusão de pessoas com deficiência visual. Entre os objetivos específicos o autor listou: identificar os recursos de tecnologia assistiva utilizados pelas pessoas com deficiência visual e a funcionalidade dos mesmos; analisar as vantagens e desvantagens dos recursos mais utilizados; elaborar estratégias de adaptação/adequação em conjunto com os usuários.

8 – Título: Objeto de aprendizagem hiperligado com materiais manipuláveis para o ensino de geometria espacial para estudantes com baixa visão na educação básica. Autor: Josino Lucindo Mendes Júnior. Data: 2016. O autor apresenta como objetivo dessa dissertação compreender as características que deve conter um objeto de aprendizagem associado a materiais manipuláveis para o ensino de conteúdos de geometria espacial para estudantes com baixa visão. Ele analisou as características de um objeto de aprendizagem e a conexão dele com materiais manipuláveis. O foco foi o ensino de geometria especial para estudantes com baixa visão.

9 – Título: Development of VR Tactile Educational Tool for Visually Impaired Children: Adaptation of Optical Motion Capture as a Tracker. Autores: Naoki Asakawa, Hiroki Wada, Yuko Shimomura, Keigo Takasugi. Ano: 2020. Esse artigo apresenta a realidade virtual tátil. Foi explicado o desenvolvimento de um sistema de teste que permite que um objeto colocado no espaço virtual seja tocado combinando captura óptica de movimento e um dispositivo háptico. Com os resultados experimentais, o sistema mostrou-se eficaz para expressar um objeto de forma simples no espaço virtual para um usuário sem informação visual.

10 – Título: Non visual Virtual Reality: Considerations for the Pedagogical Design of Embodied Mathematical Experiences for Visually Impaired Children. Autores: Nikoleta Yiannoutsou, Rose Johnson e Sara Price. Data: 2021. Nesse artigo os autores apresentam um estudo com crianças com deficiência visual para informar o design pedagógico de experiências de aprendizagem incorporadas em Realidade Virtual Imersiva. Eles exploraram o processo de implementação de uma experiência de Realidade Virtual não visual baseada em sala de aula, projetada para dar às crianças com deficiência visual uma experiência incorporada de posição em termos de coordenadas cartesianas à medida que se movem em um espaço virtual.

11 – Título: Impressora de gráficos em alto-relevo para cegos: um facilitador no ensino da Física e da Matemática. Autora: Karen Mello Colpes. Data: 2014. A Pesquisadora propôs, nessa dissertação, o desenvolvimento de uma impressora de gráficos em altorelevo com a utilização de tinta de emulsão acrílica com propriedades expansivas ao calor. Durante a pesquisa, foi proposta a construção de um protótipo por meio de resíduos de equipamentos eletrônicos e posteriormente analisou-se seu desempenho. A intenção do estudo foi colaborar para a utilização da exploração tátil no aprender dos conhecimentos relacionados às componentes

curriculares Física e Matemática do Ensino Médio, além de auxiliar na inclusão dos estudantes com deficiência visual em escolas regulares.

12 – Título: Recomendações de projeto de interface de um aplicativo móvel de registro de aula para pessoas com deficiência visual. Autora: Janaina Cristina da Silva. Ano: 2016. Como objetivo, a autora dessa dissertação apresentou um estudo de aplicativos móveis a serem utilizados no âmbito acadêmico pelas pessoas com deficiência visual. No estudo, a autora aponta grande potencial de uso por parte dos deficientes visuais para a melhoria da vida cotidiana no âmbito acadêmico, mas destaca que os aplicativos existentes possuem baixa acessibilidade, dificultando o uso destes pelas pessoas com deficiência visual na vida acadêmica.

13 – Título: Contribution of 3D modelling and printing to learning in primary schools: a case study with visually impaired students from an inclusive Biology classroom. Autores: Branko Anđić, Zsolt Lavicza, Eva Ulbrich, Stanko Cvjetičanin, Filip Petrović, Mirjana Maričić". Ano: 2022. Nesse artigo os autores apresentam uma discussão sobre os benefícios para a aprendizagem inclusiva de Biologia, na escola primária, usando a modelagem e a impressão em 3D para o estudo de células. Fazem uma comparação do conhecimento dos estudantes pré e pós a intervenção com os modelos de células em 3D.

CONCLUSÃO

Os resultados desta RSL são preliminares. Contudo, as buscas e leituras realizadas, até o momento, apontam que a temática procurada não está exatamente contemplada nas obras selecionadas. Mesmo fazendo buscas com 30 diferentes combinações de palavras-chaves, em língua portuguesa e inglesa, após a leitura de títulos e resumos e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, as produções científicas escolhidas não possuem respostas diretas para a pergunta inicial que foi “compreender de que modo aplicativos de realidade mista são utilizados no ensino de Matemática e Ciências para estudantes da Educação Básica, com deficiência visual”. Essencialmente, nas buscas foram poucas as referências para esse tipo de pesquisa na Educação Básica, motivo pelo qual esse item não foi mais considerado como critério de exclusão.

Entre as produções selecionadas para a leitura completa e formação do *corpus* para análise posterior, algumas apresentam interessantes apontamentos de propostas com materiais táteis e impressos em 3D, os quais podem ser uma fonte interessante de teorias sobre a importância tátil na aprendizagem dos estudantes com deficiência visual. Outras pesquisas descrevem experiências com aplicativos que possuem leitura de comandos e informações, para auxiliar na aprendizagem dos estudantes com deficiência visual pelo estímulo auditivo.

Além disso, entre as produções selecionadas para leitura completa, destacam-se as de número 4, 7, 8, 9 e 10 como as mais promissoras devido ao desenvolvimento de pesquisas

envolvendo aplicativos, objetos de aprendizagem e simuladores de realidade virtual para estudantes com deficiência visual.

Vale ressaltar, que neste recorte as conclusões supracitadas são preliminares uma vez que a etapa 11, que consiste na definição dos métodos de análise e as etapas seguintes, até a etapa 15, referentes à escrita minuciosa da análise e apresentação dos resultados encontrados por meio da RSL, ainda estão em processo de desenvolvimento. Assim, pretende-se, ao finalizar a análise de todas as produções, ampliar o *corpus* de análise com outros termos de busca e outras plataformas, compreender com mais profundidade de que modo aplicativos de realidade mista, em particular os aplicativos, os objetos de aprendizagem e os simuladores de realidade virtual, já identificados nesta RSL, são utilizados no ensino de Matemática e Ciências para estudantes da Educação Básica, com deficiência visual.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo financiamento do projeto supracitado ao qual esta pesquisa está vinculada.

REFERÊNCIAS

1. Costa, M. T. M. de S.; Abreu, F. S. D.; Silva, D. N. H. 2021. Crianças com deficiência visual e suas atividades criadoras: contribuições da perspectiva histórico-cultural. *Psicologia Escolar e Educacional*. V. 25, p. 1-8.
2. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as leis 10.048 e 10.098 de 2000. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm.
3. Durette, b.; Louveton, n.; Alleysson, d.; Héroult, J. 2008. Visuo-auditory sensory substitution for mobility assistance: Testing The VIBE. In: Workshop on Computer Vision Applications for the Visually Impaired, p. 1-13.
4. Kirner, Claudio; Kirner, Tereza Gonçalves. 2011. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. *Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências*, v. 96, p. 10-25.
5. Lara, I. C. M. 2022. Discalculia do Desenvolvimento: alguns estudos sobre definições, diagnósticos e intervenções pedagógicas. *Com a Palavra, O Professor*, v. 7, n. 17, p. 235-253.
6. MEC. Data reafirma os direitos das pessoas com deficiência visual. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/202-264937351/58391-data-reafirma-os-direitos-das-pessoas-com-deficiencia-visual> . Acesso em: 20 out. 2022.
7. Mendonça, Raphael Leal; Mustaro, Pollyana Notargiacomo. 2011. Como tornar aplicações de realidade virtual e aumentada, ambientes virtuais e sistemas de realidade mista mais imersivos. *Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências*, v. 96, p. 96-151.
8. Milgram, P. et. al. 1994. “Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum”. *Telem manipulator and Telepresence Technologies*, SPIE, p. 282-292.
9. Pickering, C. Byrne, J. 2014. The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early career researchers. *Higher Education Research and Development*, 33(3), 534-548. Ronald E. Anderson. 1992. Social impacts of computing: Codes of professional ethics. *Soc Sci Comput Rev* 10, 2: 453-469.
10. Santos, Elisângela de Souza et al. 2015. Aplicativos móveis para pessoas com deficiência aplicando-se técnicas de ciência de contexto. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, João Pessoa*, n. 27, p. 11-18. ISSN 2447-9187.
11. Sewell, C. et al. 2007. “The effect of virtual haptic training on real surgical drilling proficiency”. In: *Proceedings of the IEEE World Haptics Conference*, Tsukuba, Japan
12. Stansfield, S., Shawver, D., Sobel, A., Prasad, M. e Tapia, L. 2000. “Design and implementation of a virtual reality system and its application to training medical first responders”. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9, 524-556.