

Tecnologias Assistivas Digitais para Estudantes com Deficiência Visual em Cursos Superiores na Área de Ciências Exatas e da Terra

Christiane Ferreira Lemos Lima¹, Maria Alcina Gomes de Sousa Monteiro²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)
Campus São Luís – Maracanã - MA – Brasil

²Universidade Federal do Maranhão – UEMAnet – Curso de Especialização em Educação Especial/Educação Inclusiva - São Luís – MA – Brasil.

cfllima@ifma.edu.br, mariaalcinagsmonteiro@gmail.com

Abstract. *This paper aims is to present the result of a Literature Review on low cost Digital Assistive Technologies, so that, it was considered articles made in the period from January 2010 to October 2020. This type of technology can help to assist the teaching and learning process of students with visual impairment in the academic environment in the area of Exact and Earth Sciences, including mathematics, chemistry, physics and computer science disciplines. From the qualitative analysis of the data, we observed Digital Assistive Technologies that can be used in the calculation disciplines, but there was also a lack of technologies available on the market to be applied in laboratory classes.*

Resumo. *O presente artigo tem como objetivo apresentar o resultado de uma Revisão de Literatura sobre as Tecnologias Assistivas Digitais, de baixo custo, considerando pesquisas desenvolvidas no período de janeiro de 2010 a outubro de 2020, que possam auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual na área de Ciências Exatas e da Terra, delimitada ao aprendizado de disciplinas de matemática, química, física e informática. A partir da análise qualitativa dos dados, observou-se Tecnologias Assistivas Digitais que podem ser utilizadas nas disciplinas de cálculos, mas também foi constatado uma carência de tecnologias disponíveis no mercado para serem aplicadas nas aulas de laboratório.*

1. Introdução

A educação é uma ferramenta indispensável para promover inclusão social, uma vez que é essencial à construção da cidadania dos indivíduos, pois constitui-se como um espaço para todos, no qual os estudantes podem construir seus conhecimentos de acordo com as suas capacidades, expressando suas ideias livremente, participando efetivamente e com autonomia das atividades propostas pelos professores, desenvolvendo-se como cidadãos, nas suas diferenças, sem nenhum tipo de discriminação.

Nesse contexto, inclusão e acessibilidade são termos interdependentes, visto que, na prática, a inclusão é assegurada por meio de um sistema acessível e por leis que garantam os direitos de todos. Contudo, os estudantes com deficiência visual que

ingressam no ensino superior, especialmente em Cursos da área de Ciências Exatas e da Terra, enfrentam muitas barreiras, pois necessitam, dentre outros, utilizar instrumentos de medidas, de pesagem, calculadoras científicas, precisam participar de aulas práticas em laboratórios de química, física, eletrônica, informática e que, em muitos casos, não são acessíveis para esse alunado.

Evidencia-se que para a inclusão dos estudantes com deficiência visual, as Tecnologias Assistivas (TAs) [Brasil 2007] exercem um papel fundamental e contribuem para o aprimoramento do processo de ensino aprendizagem desse alunado. Para dar continuidade a essa discussão, faz-se necessário refletir-se sobre o cenário atual das instituições de ensino superior no que diz respeito ao acolhimento, inclusão e permanência de estudantes com deficiência visual.

Dessa forma, com base nos indicadores do Censo do Ensino Superior 2018, o número de estudantes com deficiência visual matriculados no ensino superior correspondem a um percentual de 35% (2.537 estudantes com cegueira e 12.751 com baixa visão) das matrículas na graduação ocupadas por 43.633 pessoas com as mais diversas deficiências. Uma informação preocupante extraída do referido Censo 2018 é que dentre todos os 5.053 estudantes com deficiência matriculados por meio de reserva de vagas, apenas 165 estudantes estão com status de “concluinte” [Inep 2019].

Dessa forma, em função do aumento no número de matrículas e o baixo índice de concludentes em cursos superiores, percebe-se que a acessibilidade aos estudantes com deficiência visual constitui um ponto primordial como forma de garantir o seu ingresso e, principalmente, a sua permanência nos cursos superiores, na medida em que as barreiras existentes no ambiente educacional podem ser eliminadas (ou pelo menos minimizadas) por meio do uso de Tecnologias Assistivas e que sejam, preferencialmente, de baixo custo ou gratuitas, uma vez que a participação dos estudantes com deficiência não deve ser restrita a determinados ambientes e atividades.

Portanto, o objetivo principal deste artigo é apresentar uma Revisão de Literatura sobre as Tecnologias Assistivas Digitais, de baixo custo, desenvolvidas no período de janeiro de 2010 a outubro de 2020, que possam auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual no ambiente acadêmico na área de Ciências Exatas e da Terra, delimitada ao aprendizado de disciplinas de matemática, química, física e informática, a partir da busca automática nas bases de dados digitais: Portal de Periódicos da CAPES, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e Google Acadêmico por possuírem relevância acadêmica, bem como disponibilidade para downloads de estudos primários escritos no idioma português.

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, escolheu-se realizar uma revisão de literatura, que está estruturada da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os procedimentos metodológicos; a Seção 3 descreve os resultados e discussões; e, por fim, a Seção 4 apresenta as considerações finais e a continuidade desta pesquisa.

2. Metodologia

Nesta pesquisa foi realizada uma Revisão de Literatura, caracterizada por uma pesquisa exploratória, descritiva, bibliográfica e de abordagem qualitativa. A Figura 1 apresenta o

esquema das etapas conduzidas nesta pesquisa, inspirada em Derneval, Coelho e Bittencourt (2019).

De acordo com a Figura 1, este trabalho foi norteado por uma pergunta de pesquisa do tipo exploratória: quais Tecnologias Assistivas Digitais (TADs) de baixo custo (ou gratuitas) podem auxiliar estudantes com deficiência visual e docentes no processo de ensino e aprendizagem nas disciplinas que envolvam cálculos, medições e aulas práticas de laboratório de química, física, matemática e informática em cursos superiores na área de Ciências Exatas e da Terra?

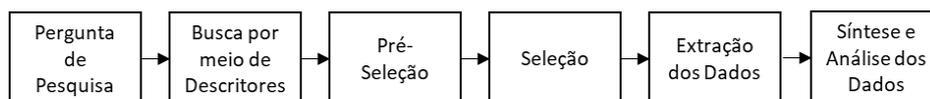


Figura 1 – Etapas da Pesquisa Bibliográfica.

Neste trabalho tem-se uma pesquisa descritiva e classificatória, envolvendo um levantamento bibliográfico em bases de dados digitais, permitindo um menor custo na obtenção dos dados. Em termos de método de análise, a abordagem adotada foi a interpretativa e descritiva dos dados, baseada nos dados de natureza qualitativa [Gil 2010].

O universo desta pesquisa abrange os estudos sobre as TADs de baixo custo aplicadas a disciplinas de ciências exatas (química, física e informática) desenvolvidas entre janeiro de 2010 e outubro de 2020, envolvendo artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado coletadas em três bases de dados pré-definidas: portal de periódicos CAPES, catálogo de teses e dissertações da CAPES e Google Acadêmico, por meio de uma busca automática, de acordo com os descritores de busca pré-determinadas, além de obedecer os critérios pré-definidos de inclusão e exclusão dos trabalhos buscados.

Na busca automática, foram incluídos os descritores “Tecnologia Assistiva” e “Deficiência Visual”, adicionados aos seus respectivos direcionamentos para a seleção dos estudos para as áreas de “Química” ou “Ensino de Química”, “Física” ou “Ensino de Física”, “Matemática” ou “Ensino de Matemática” e “Informática” ou “Ensino de Informática”, com o uso do conectivo AND para que houvesse acesso às pesquisas que tivessem cruzamento entre os diferentes termos.

Para garantir que apenas os estudos relevantes fossem considerados para responder a questão de pesquisa, foram definidos os seguintes critérios de inclusão: artigos, dissertações e teses com acesso livre, publicados no período de janeiro de 2010 a outubro de 2020, que tivessem com seus textos completos; estudos primários, nacionais e escritos em língua portuguesa; estudos com palavras-chave iguais ou semelhantes às estabelecidas, com resumo e objetivos relacionados com o tema pesquisado; estudos que apontassem TADs que possam ser utilizadas no ensino de química, física, matemática ou informática.

Os critérios de exclusão adotados neste trabalho foram: livros, *ebooks* e outros tipos de documentos diferentes dos estabelecidos para esta pesquisa, ou fora do período de tempo estabelecido; documentos que precisassem ser pagos ou que o link estivesse fora de funcionamento ou que não estão disponíveis online; a pesquisa é uma versão mais antiga de uma outra pesquisa já considerada ou que estejam em duplicidade nas

bases de dados; pesquisas com outras deficiências; pesquisas em áreas de conhecimento diferentes; estudos secundários (revisões e mapeamentos da literatura); Tecnologias Assistivas (TAs) que não sejam digitais e que não sejam de baixo custo; protótipos de Tecnologias Assistivas; Tecnologias Assistivas que não estão disponíveis no mercado, ou não estejam prontas para uso; TAs usadas no Ensino Fundamental ou Médio e que não possam ser usadas no ensino superior.

A busca inicial resultou em um total de 793 estudos. Em seguida foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão adotados nesta pesquisa, resultando em um total de dezessete estudos primários aprovados na etapa de pré-seleção. Para serem selecionados nesta etapa, os trabalhos tiveram seus títulos, resumos e palavras-chave examinados.

Na etapa de seleção, todos os estudos incluídos na lista de pré-seleção, ou seja, que não foram excluídos na etapa anterior, tiveram o seu conteúdo analisado integralmente, permitindo, dessa forma, que fossem aplicados critérios de exclusão mais específicos (por exemplo, se a TA é de baixo custo) para decidir se o estudo deveria ser selecionado para a etapa de extração de dados. Nesta etapa foram selecionados sete estudos, sendo um da área de química, um de física, quatro da área de matemática e um que pode ser aplicado à área de informática.

Os dados extraídos dos estudos foram sintetizados, analisados e organizados de acordo com as seguintes áreas de conhecimento (química, física, matemática e informática), dando uma visão macro do universo já publicado acerca do tema em questão.

3. Resultados e Discussões

Dentre os sete estudos selecionados, têm-se uma Tese de Doutorado e seis artigos para compor o objeto de estudo da presente análise, conforme apresentado no Quadro 1. Após a leitura dessas pesquisas, se fez necessário ter uma síntese das produções, concentrando-se em responder a questão de pesquisa. Dessa forma, apresenta-se nos próximos parágrafos um resumo das pesquisas e uma breve análise sobre suas abordagens. Destaca-se que por uma necessidade de encadeamento das ideias propostas, as pesquisas não seguem a organização do Quadro 1.

No trabalho de Voos e Gonçalves (2016), os autores fazem reflexões sobre o uso da Tecnologia Assistiva e o ensino de química para estudantes com cegueira, apresentando uma visão crítica sobre a possibilidade do instrumentalismo em relação ao uso de tecnologia, cuja consequência pode ser o entendimento de que a Tecnologia Assistiva supre sozinha a necessidade desse alunado, destacando a importância da formação docente para que isso não ocorra.

Área	Título da obra	Referência	Tipo de Estudo
Química	Tecnologia assistiva e ensino de química: reflexões sobre o processo educativo de cegos e a formação docente.	[Voos; Gonçalves 2016]	Artigo
Física	Ensino de física e deficiência visual: possibilidades do uso do computador no desenvolvimento da autonomia de alunos com deficiência visual no processo de inclusão escolar.	[Carvalho 2015]	Tese

Matemática	O Braille Fácil em matemática no ensino superior: uma experiência com um aluno cego na perspectiva de promoção de autonomia.	[Santos; Moraes; Sales 2017]	Artigo
	Matemática, Computação e Braille: Desafios da Pedagogia, da Semiótica e da Síntese da Fala.	[Dias <i>et al</i> 2018]	Artigo
	Realização de Testes com Leitores de Tela para Leitura de Fórmulas Matemáticas como Auxílio para Estudantes Cegos.	[Anjos; Prietch; Freire 2018]	Artigo
	Math2Text: Software para geração e conversão de equações matemáticas em texto - limitações e possibilidades de inclusão.	[Szesz Junior; Mendes; Silva 2020]	Artigo
Informática	Contribuições da tecnologia na construção de uma educação inclusiva: o trabalho com um aluno deficiente visual nas aulas de Matemática.	[Santos <i>et al</i> 2017]	Artigo

Quadro 1 - Pesquisas selecionadas para a análise.

Voos e Gonçalves (2016) destacam na contextualização de seu trabalho, alguns softwares livres que podem ser utilizados no processo de ensino e aprendizagem e que estão disponíveis on line: o sistema operacional DosVox, que faz parte do projeto DosVox de acessibilidade do Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais - NCE/UFRJ [Borges 2009] e o editor molecular NavMol [Molinsight 2016], utilizado nas aulas de química orgânica.

Ao visitar o portal web MOLinsight [Molinsight 2016] para conhecer a ferramenta NavMol, foi possível encontrar diversos softwares livres disponíveis, que podem ser integrados em estratégias de ensino para pessoas com deficiência visual processarem estruturas químicas.

No artigo “O Braille Fácil em matemática no ensino superior: uma experiência com um aluno cego na perspectiva de promoção de autonomia”, Santos, Moraes e Sales (2017) abordam um estudo de caso com um estudante com deficiência visual, graduando em Matemática, que entre outras limitações, o mesmo não encontrava textos matemáticos em Braille que pudesse auxiliá-lo em seu processo de aprendizagem e também não conseguia socializar seu aprendizado com os professores, pois ao apresentar um texto escrito em Braille, seus professores não conseguiam compreender a escrita, sendo recíproco quando o estudante recebia um texto em tinta, por não ter acesso ao conteúdo.

O editor Braille Fácil é um software livre desenvolvido pelos professores José Antônio Borges e Geraldo José Ferreira Chagas com o apoio do projeto DosVox, composto de: editor de textos integrador; editor gráfico para gráficos táteis; pré-visualizador da impressão Braille; impressor Braille automatizado; simulador de teclado Braille; utilitários para retoque em Braille; e utilitários para facilitar a digitação. O Braille Fácil permite a escrita de fórmulas matemáticas em Braille, incluindo fração, limite, derivada e integral, utilizando o Código Matemático Unificado (CMU), permitindo a criação de uma impressão Braille de forma simplificada, sem a necessidade de um especialista em decodificação Braille.

O texto pode ser digitado diretamente no Braille Fácil usando os mesmos comandos do editor Bloco de Notas do sistema operacional Windows (formato txt) ou com auxílio de um simulador de teclado Braille, bem como o texto pode ser importado a partir de um editor de textos convencional. O referido software também permite a visualização do texto em Braille antes da impressão para que erros de digitação ou equívocos do programa sejam corrigidos. A geração de gráficos é feita pelo software

livre desenhador Monet (2014), que pode ser usado individualmente, mas foi desenvolvido para trabalhar com o Braille Fácil. Os autores também destacam a utilização dos leitores de tela Non Visual Desktop Access (NVDA), e o Java Application With Speech (JAWS).

Carvalho (2015), em sua tese intitulada “Ensino de física e deficiência visual: possibilidades do uso do computador no desenvolvimento da autonomia de alunos com deficiência visual no processo de inclusão escolar”, analisou as possibilidades e limitações em utilizar a linguagem de marcação para a editoração de documentos de alta qualidade tipográfica LaTeX, associada aos softwares leitores de tela gratuitos (NVDA.2012 e ORCA 2.0) e os leitores pagos, em suas versões de testes (JAWS 13.0 e VIRTUAL VISION 7.0), na mediação de processos ativos de leitura e resolução de problemas da área de Física, por meio do computador, que envolvam expressões matemáticas.

Em sua pesquisa, Carvalho (2015) verificou a relação entre os leitores de tela e a linguagem LaTeX no processo ativo de resolução de problemas da área de Física por estudantes com deficiência visual. Como resultado, destacou que a forma linear de escrita das equações no LaTeX, em que se utiliza apenas caracteres QWERT (por exemplo, a escrita da fórmula “ $C_k^n = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!}$ ”), sem a necessidade de um editor de fórmulas como no Word, além de ser mais simples de escrever, é acessível aos leitores de tela. Além disso, o LaTeX possui códigos curtos e intuitivos, facilitando a memorização e utilização. Como desvantagem, o autor apontou para os códigos serem em inglês e a estrutura da linguagem necessitar que as expressões matemáticas sejam escritas em ambientes matemáticos, o que dificulta o aprendizado da nova linguagem por parte dos estudantes.

A pesquisa de Anjos, Prietch e Freire (2018) também analisa os leitores de tela, em suas versões mais recentes, JAWS 17.0 (versão de teste), NVAccess 2016.2.1, Virtual Vision 10.0 (versão de teste) e incluiu o ChromeVox 53.0.2784.5 (usando o navegador Google Chrome), em formulações matemáticas digitadas no editor de textos Word da empresa Microsoft, ao invés do LaTeX. Os resultados apontam que os leitores de tela ainda efetuam a leitura de algumas expressões matemáticas de forma incompreensível para o usuário, no sentido de não informar as fórmulas conforme seria feita por um leitor humano.

Contudo, nos casos em que ocorreram acertos, para fórmulas digitadas em texto comum no Word (usando com formatações de sobrescrito e subscrito, quando necessárias), os leitores de tela Virtual Vision e ChromeVox se destacam por entregarem melhores resultados. Já para as fórmulas elaboradas usando o Editor de Equação do Word, o leitor Virtual Vision apresentou melhores resultados. Porém, o estudo também revelou que o Virtual Vision possui voz robotizada, prejudicando o entendimento da leitura por parte dos usuários, e também os comandos acionados pelo teclado numérico, dificultam a navegação. Ademais, para uso do NVDA também é preciso memorizar as teclas de atalho, o que faz com que vários usuários não queiram utilizá-lo, porém, por ser um software livre, as sugestões de melhoria podem estar presentes a cada nova versão desse leitor.

Dias *et al* (2018) descrevem estratégias baseadas na adoção da codificação ASCIIMath, uma linguagem de marcação para matemática criada originalmente para

exibição de fórmulas em navegadores de internet, sendo uma alternativa ao uso do LaTeX. Além disso, os autores apresentam a ferramenta SonoraMat [Pacitti, 2019], que cria frases sonoramente não ambíguas e fáceis de serem compreendidas para expressões matemáticas. Essas duas facilidades foram adicionadas ao sistema DosVox. Os autores também apontam problemas em relação à falta de uma padronização universal do Braille matemático, sendo que o Brasil adotou um código unificado com a Espanha e Portugal e isso dificulta a utilização da vasta literatura em Braille americana, por exemplo.

Szesz Junior, Mendes e Silva (2020) apresentam o Math2Text, um software livre e de código aberto que converte equações, produzidas em uma plataforma gráfica, em equações textuais por extenso e sem ambiguidades acessíveis, possibilitando ao estudante com deficiência visual compreender e interpretar a equação, a fim de solucioná-la adequadamente. O software desenvolvido mostrou-se bastante eficiente na fase de teste e em um futuro próximo, após mais testes e refinamentos, há a pretensão de ser disponibilizado de forma gratuita ao público. Nesta pesquisa os autores também analisaram estudos similares, realizando uma comparação entre diferentes softwares. Como resultado desta análise, apresentaram, dentre outros, o MathJax, software de código aberto sob a Licença Apache, com distribuição gratuita, que exibe notação matemática em navegadores da Web, usando as marcações MathML, LaTeX e ASCIIMathML. Contudo, esse software é em inglês, o que pode ser uma barreira a mais aos estudantes com deficiência visual.

Santos *et al* (2017), em seu artigo, relatam a experiência de ensinar matrizes e determinantes a um estudante com baixa visão do 2º ano do Ensino Médio de uma escola regular. Os autores apresentam uma proposta de uso das ferramentas do Google Drive (editor de textos, apresentações e planilhas) para um aprendizado significativo, com resultados promissores. Apesar do trabalho ser da área da matemática, optou-se em classificá-lo em Informática, pois as ferramentas do Google Drive são utilizadas nas aulas práticas de Informática Aplicada.

De fato, as ferramentas do Google Drive, disponíveis na forma gratuita e paga, em conjunto com um software leitor de tela, são acessíveis e podem ser usadas de forma colaborativa, remotamente, o que abre um leque de possibilidades em disciplinas de ciências exatas, incluindo disciplinas de Informática Aplicada ministrada em cursos superiores.

Acerca da questão de pesquisa, é possível observar por meio dos estudos selecionados, que há uma carência em relação às TAs aplicadas às aulas de laboratórios que necessitam de instrumentos de medida. Destaca-se, porém, que existem vários estudos envolvendo TAs para esta finalidade com resultados promissores, mas foram excluídos da análise por se tratarem de protótipos ou porque não foram encontradas evidências de que não estão disponíveis no mercado para serem utilizados. Alguns protótipos encontram-se em fase de testes ou são utilizados apenas na instituição desenvolvedora. Isso pode servir de alerta para que se tenha mais pesquisas, mas também que estas pesquisas se concretizem em produtos finais e que possam ser utilizados pelo público geral.

Outro ponto importante é que as TADs aqui apresentadas foram escolhidas usando o critério de serem gratuitas. Não foi dada ênfase a aplicativos para smartphones

na *string* de busca. Contudo, não foram encontrados estudos que pudessem ser analisados, abrindo uma possibilidade de trabalho futuro.

A seguir, o Quadro 2 apresenta um resumo das TADs gratuitas, em suas versões mais atualizadas, que podem ser usadas na área de Ciências Exatas e da Terra, encontradas nas pesquisas analisadas, com uma breve descrição, características técnicas de instalação e link para download. Reforça-se que algumas ferramentas podem ser usadas, independente do sistema operacional utilizado (multiplataforma) por se tratarem de ferramentas Web, acessadas via navegador, ou exigem a instalação da Máquina Virtual Java, em alguns casos, garantindo-lhe maior flexibilidade de instalação.

Quadro 2 – Tecnologias Assistivas Digitais gratuitas.

Tecnologia Assistiva	Descrição	Sistema Operacional	Interface	Página da Ferramenta
Braille Fácil 4.0	Software que permite a criação de uma impressão Braille.	Windows	Gráfica	http://intervox.nce.ufrj.br/brfacil/
ChromeVox 53.0.2784.6	Ledor de Tela. Extensão para o navegador Google Chrome.	Multiplataforma	Web	https://chrome.google.com/webstore/detail/chromevox-classic-extensi/kgejghlpjiefppelpmljgicjbhoiplfn?hl=pt-BR
DosVox	Sistema composto por vários programas, que se comunica com o usuário por meio de síntese de voz. É compatível com leitores de tela gratuitos	Windows, mas é possível executar no Linux Ubuntu por meio do emulador Wine.	Linha de Comando e Teclas de Atalho	http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/download.htm
Google Drive	As Ferramentas do Google Drive (Documentos, Apresentações, Planilhas, Formulários, entre outras) estão disponíveis para quem tem um e-mail do gmail. É compatível com leitores de tela gratuitos.	Multiplataforma (acesso por navegador)	Web	https://www.google.com.br/drive/apps.html
MathJax	Ferramenta para exibição de equações em plataformas web, com saídas acessíveis, compatíveis com diversos leitores de tela gratuitos.	Multiplataforma (acesso por navegador)	Web	https://www.mathjax.org
MiKTeX	Sistema preparador de textos LaTeX.	Windows Linux MacOS	Gráfica (opcional)	https://miktex.org/download
Monet	Software para elaborar desenhos táteis para serem impressos em uma impressora Braille.	Multiplataforma	Gráfica	http://www.acessibilidadebrasil.org.br/joomla/softwares?id=685
NavMol 2.0.1	Editor molecular.	Multiplataforma	Gráfica	https://sourceforge.net/projects/navmol/files/navmol-2.0.1/navmol.jar/download
NVDA 2020.3	Ledor de tela.	Windows	Gráfica	https://www.nvaccess.org/download/
ORCA 3.35.3	Ledor de tela pré-instalado em distribuições Linux com várias combinações de fala, suporte a Braille e uma lente de aumento acoplada.	Linux	Gráfica	https://linux.softpedia.com/get/Utilities/Orca-224-13083.shtml
SonoraMat 1.0	Ferramenta para elaboração de textos matemáticos.	Não informado	Não informado	http://intervox.nce.ufrj.br/sonoramat/

Por fim, é importante ressaltar que a formação continuada do docente para a utilização das TAs, bem como a elaboração de estratégias pedagógicas são essenciais, pois repercutem diretamente para que haja uma prática pedagógica inclusiva.

4. Considerações Finais

O objetivo principal desse trabalho foi realizar uma Revisão de Literatura sobre as Tecnologias Assistivas Digitais, de baixo custo, desenvolvidas no período de janeiro de 2010 a outubro de 2020, que possam auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual no ambiente acadêmico na área de Ciências Exatas e da Terra, delimitada ao aprendizado de disciplinas de matemática, química, física e informática, a partir da busca automática por estudos primários, no idioma português, nas bases de dados digitais: Portal de Periódicos da CAPES, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e Google Acadêmico.

A partir da análise qualitativa de sete estudos selecionados, esse objetivo foi parcialmente atendido, pois foi constatado uma carência de tecnologias disponíveis no mercado para serem aplicadas nas aulas de laboratório e que necessitam de instrumentos de medida.

Contudo, embora esse estudo não represente o “estado da arte” da temática em questão, pois foram utilizadas somente três bases de dados e documentos no idioma português, foi possível identificar TADs disponíveis, que podem ser utilizadas por professores e estudantes em curso de graduação nas áreas de ciências exatas, especialmente nas disciplinas que envolvem cálculos matemáticos.

Por fim, como contribuição, este trabalho poderá ser usado pelas instituições de ensino como um instrumento que indicará tecnologias digitais a serem estudadas e utilizadas por professores e estudantes para tornar o ambiente acadêmico mais acessível e inclusivo.

Referências

Acessibilidade Brasil (2014). “Monet”.

<http://www.acessibilidadebrasil.org.br/joomla/software?id=685>. Acesso em: 28 out. 2020.

Anjos, Graciela Pires dos; Prietch, Soraia Silva; Freire, André Pimenta (2018) Realização de Testes com Leitores de Tela para Leitura de Fórmulas Matemáticas como Auxílio para Estudantes Cegos. In *Anais ERI-MT 2018*, Cuiabá. p. 64-73, nov. 2018.

Borges, J.A (2009) “Do Braille ao Dosvox: diferenças nas vidas dos cegos brasileiros”. Tese de Doutorado - Coppe Sistemas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Brasil. Presidência da República. Secretaria Especial dos Direitos Humanos (2007) “Ata da Reunião III do Comitê de Ajudas Técnicas”. Brasília, 2007. http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf. Acesso em: 02 out. 2019.

Carvalho, Julio Cesar Queiroz de (2015) “Ensino de física e deficiência visual: possibilidades do uso do computador no desenvolvimento da autonomia de alunos com deficiência visual no processo de inclusão escolar”. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Acesso em: 25 out. 2020.

- Dermeval, Diego; Coelho, Jorge A. P. de M.; Bittencourt, Ig I (2019) Mapeamento Sistemático e Revisão Sistemática da Literatura em Informática na Educação. cap. 3. In: JAQUES, Patrícia Augustin; PIMENTEL, Mariano; SIQUEIRA; Sean; BITTENCOURT, Ig. (Org.) In *Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa de Pesquisa*. Porto Alegre: SBC, 2019. (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 2).
- Dias, Angelica; França, Juliana; Borges, José Antonio; Silveira, Júlio; Carvalho, Marcos; Borges, Marcos (2018) Matemática, Computação e Braille: Desafios da Pedagogia, da Semiótica e da Síntese da Fala. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, [S.l.], p. 1863, out. 2018. ISSN 2316-6533.
- Gil, A. C (2010) “Como elaborar projetos de pesquisa”. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2019) “Sinopse Estatística da Educação Superior 2018”. Brasília: Inep, 2019. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>. Acesso em: 26 fev. 2020.
- Instituto Tércio Pacitti (2019) “SonoraMat 1.0: Acessibilidade para Matemática”. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019. Disponível em: <http://intervox.nce.ufrj.br/sonorammat/>. Acesso em: 5 out. 2020.
- MOLinsight (2016) Um portal web para o processamento de estruturas moleculares por estudantes cegos. http://66.39.103.191/index_pt.htm#NavMol. Acesso em: 6 out. 2020.
- Santos, F. M. dos; Moraes, M. E. L. de; Sales, E. R. de (2017). O braille fácil em matemática no ensino superior: uma experiência com um aluno cego na perspectiva de promoção de autonomia. In *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 164-176. DOI: 10.26571/2318-6674.a2017.v5.n1.p164-176.i5448.
- Santos, Flávio Lopes dos; Cordeiro, Janivaldo Pacheco; Pires, Nahun Thiaghor Lippaus; Thiengo, Gonçalves Edmar Reis (2017) Contribuições da tecnologia na construção de uma educação inclusiva: o trabalho com um aluno deficiente visual nas aulas de Matemática. In *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 1, n. 2, maio/ago. 2017.
- Szesz Junior, Albino; Mendes, Lucas Ribeiro; Silva, Sani de Carvalho Rutz da (2020) Math2Text: Software para geração e conversão de equações matemáticas em texto - limitações e possibilidades de inclusão. In *RISTI*, Porto, n. 37, p. 99-115, jun. 2020.
- Voos, Ivani Cristina; Gonçalves, Fábio. Tecnologia assistiva e ensino de química: reflexões sobre o processo educativo de cegos e a formação docente. In *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 4, p. 297-305, nov. 2016.