

ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL: FOCO NAS MODIFICAÇÕES EM RECURSOS DIDÁTICOS

MATHEMATICS TEACHING FOR VISUALLY IMPAIRED STUDENTS: FOCUS ON MODIFICATIONS IN DIDACTIC RESOURCES

Daiane Leszarinski Galvão
Centro Universitário Guairacá – UNIGUAIACÁ
daigalvao@yahoo.com.br

Eliziane de Fátima Alvaristo
Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO
elizianealvaristo@unicentro.br

Lucia Virginia Mamcasz Viginheski
Centro Universitário Guairacá – UNIGUAIACÁ e Centro de Atendimento Educacional Especializado de Guarapuava – CAEE-DV
lucia.virginia@uniguairaca.edu.br

Elsa Midori Shimazaki
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Universidade Estadual de Maringá – UEM
emshimazaki@uem.br

Resumo

Objetiva investigar estudos científicos, no período de 2006 a 2021, que tematizem modificações em materiais para o ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual. De abordagem quali-quantitativa, utilizou-se da revisão sistemática como estratégia de pesquisa, tendo como fonte de dados periódicos nacionais nas áreas de Educação Especial e Educação Matemática disponíveis no Portal de Periódicos da Capes. Os critérios de inclusão foram periódicos das referidas áreas, e excluiu-se periódicos com áreas diferentes ou que não estavam disponíveis para consulta no Portal. Localizou-se 3401 e, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, estudaram-se oito pesquisas por meio da análise de conteúdo. Os estudos mostram que as modificações de materiais foram realizadas para o ensino de conceitos de geometria plana e analítica, funções e conceitos sobre probabilidade. Os resultados mostram a escassez de produções e sinaliza para a necessidade de desenvolvimento de estudos referentes à elaboração de recursos materiais que contribuam para a apropriação dos conteúdos e inclusão dos estudantes com deficiência visual no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Palavras-chave: Ensino de Matemática - Deficiência Visual – Modificações de Materiais

Abstract

It aims to investigate scientific studies from 2006 to 2021 that deal with changes in materials for teaching Mathematics to students with visual impairments. From a quali-quantitative approach a systematic review was used as a research strategy, having national periodicals in the areas of Special Education and Mathematics available on the Portal the Periodicals Capes as a source of data. Inclusion criteria were journals from the refereed areas, and journals with, different areas or that were not available for consultation on the Portal were excluded. 3401 were located and, after applying the inclusion and exclusion criteria, eight surveys were studied through content analysis. Studies show that material modifications were made to teach concepts of the plane and analytical geometry, functions, and concepts about probability. The results show the scarcity of productions and point to the need to develop studies related to the elaboration of material resources that contribute to the appropriation of contents and inclusion of students with visual impairments in the process of teaching and learning Mathematics.

Keywords: Teaching of Mathematics - Visual impairment - Material modifications

INTRODUÇÃO

Segundo a Classificação Internacional de Doenças (CID 10), a deficiência visual pode ser classificada em deficiência visual moderada, deficiência visual grave e cegueira (OTTAIANO, et al., 2019). Estudantes com essa deficiência frequentam as salas de aula de diferentes níveis de ensino antes mesmo do surgimento do movimento a favor da inclusão das pessoas com deficiência nas escolas.

A esse respeito, Aranha (2000c) relata que, no ano de 1910, três pessoas cegas ingressaram na Faculdade de Direito de São Paulo após concluírem sua formação básica no Instituto Benjamin Constant e, em 1933, o primeiro estudante cego foi matriculado em uma escola do sistema regular de ensino em Curitiba-PR. Entretanto, o fato desses estudantes frequentarem as escolas regulares a algum tempo não impediu as muitas barreiras enfrentadas por eles, entre as quais a falta de metodologias de ensino na perspectiva inclusiva, a ausência de adaptações de materiais a suprir suas necessidades educacionais especiais, assim como a falta de flexibilização curricular.

Em relação aos aspectos relacionados à aprendizagem de pessoas com deficiência visual, Vygotsky (1997a) afirma que a cegueira não se trata apenas de uma deficiência, mas também de uma fonte de manifestação de suas capacidades, as quais ocasionam uma reorganização das estruturas físicas e psicológicas do organismo. Outras habilidades sensoriais podem ser desenvolvidas na ausência da visão, podendo suprimir lacunas que possam surgir em função disso. Para o teórico, a cegueira, “[...] ao criar uma nova e peculiar configuração da personalidade, leva a novas forças, modifica as direções normais das

funções, reestrutura de forma criativa e organicamente a psique do homem” (p. 99). Nesse sentido, os estudantes com deficiência visual apresentam as condições necessárias para a apropriação do conhecimento, desde que respeitadas suas necessidades educacionais especiais estabelecidas pela falta da visão, entre essas, a necessidade de adaptações e/ou flexibilizações curriculares, metodológicas e pedagógicas para o processo de ensino e aprendizagem.

É comum, entretanto, professores que, por não terem conhecimento sobre as implicações da limitação sensorial do estudante com deficiência visual em o seu processo de aprendizagem e o desconhecimento das possíveis formas de realizar modificações que lhes permitam o acesso e a apropriação dos conceitos ensinados, realizar um ensino voltado em explanações teóricas orais, que distancia a participação do estudante no processo de aprendizagem (BORGES et al., 2022; MAMCASZ-VIGINHESKI et al., 2022; GALVÃO et al., 2018). Nessa direção, o documento Saberes e Práticas para a Inclusão evidencia que, um ensino de Matemática calcado apenas em exposições teóricas, sem experiência concreta e significativa, tenderá a desenvolver, em qualquer educando, uma atitude desfavorável à apropriação do conteúdo desenvolvido (BRASIL, 2006).

Para o ensino de Matemática na perspectiva inclusiva, ou seja, que possibilite ao estudante com deficiência visual o acesso e a apropriação dos conceitos escolares, o professor pode fazer uso de estratégias como posicionar o estudante na sala de aula de forma que ele possa escutar melhor o professor; facilitar a locomoção do estudante na sala de aula; fazer uso de explicações verbais para todo o material utilizado de forma visual; fazer uso de recursos e materiais modificados; livro didático impresso em Braille, falado ou ampliado; uso de tecnologias assistivas, entre outras (ALVARISTO; SANTINELLO, 2021; ALVARISTO, et al., 2020; ARANHA, 2000b).

Ao tratar especificamente de recursos e materiais modificados para o ensino de Matemática, é comum os estudantes com deficiência visual fazerem uso do código braille matemático para os registros escritos ou de *softwares* e/ou leitores de tela, como o *DosVox*, *Jaws*, *NVDA*, entre outros, e do soroban para a realização de operações matemáticas. No entanto, esses recursos podem ser limitados conforme o conteúdo estudado, daí a necessidade de o professor utilizar outros instrumentos e signos mediadores entre o estudante e o objeto de estudo. Esse fato conduziu ao questionamento deste estudo: O que

apresentam os periódicos sobre as flexibilizações curriculares, especificamente materiais modificados para o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual?

Apesar de algumas pesquisas com essa temática terem sido desenvolvidas nos últimos anos (ALVARISTO et al., 2018; LESZARINSKI-GALVÃO, SILVA; SHIMAZAKI, 2016; PEIXOTO; RODRIGUES, 2014; PASSOS; PASSOS; ARRUDA, 2013), há a carência de estudos com essa temática, fato que justifica e sustenta a presente investigação.

As autoras Alvaristo et al. (2018) mapearam estudos atinentes à utilização de materiais didáticos manipuláveis no processo de ensino e aprendizagem de Matemática a estudantes com deficiência visual. Constataram, frente à limitação de publicações e à crescente demanda de estudantes matriculados no ensino regular, a necessidade de novos estudos que desenvolvam a modificação de materiais para o ensino dessa disciplina, considerando o público alvo da Educação Especial, como tratado na Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008).

Passos, Passos e Arruda (2013) analisaram qualitativamente publicações relativas à educação matemática inclusiva e à formação de professores no contexto inclusivo em revistas na área de Educação Matemática. Observaram a escassez de estudos e a necessidade de novas pesquisas a fim de discutir o ensino de Matemática para os estudantes com deficiência.

Peixoto e Rodrigues (2014) analisaram de forma quantitativa dissertações e teses que abordaram o tema Educação Matemática Inclusiva, disponíveis no banco de teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, no período de 2001 a 2011. Os dados coletados foram catalogados com o objetivo de criar uma base para pesquisas nessa área.

Leszarinski-Galvão, Silva e Shimazaki (2016) analisaram as dissertações de mestrados profissionais no banco de dados da Capes, no período de janeiro de 2010 a junho de 2015, que abordaram o ensino de Matemática para alunos com surdocegueira, cujos resultados constataram não existir estudos específicos nessa área.

Assim como as pesquisas citadas, busca-se neste estudo trazer contribuições tanto para a área de Educação Matemática quanto para a área de Educação Especial, no sentido de apresentar aos pesquisadores, professores e outros profissionais que atuam na área de

educação, o que está sendo publicado e quais são as lacunas existentes, assim como apontar possibilidades para novas pesquisas que promovam mudanças qualitativas no processo de ensino e aprendizagem de Matemática para os estudantes com deficiência visual.

Nesse viés, o objetivo deste estudo é investigar publicações referentes a modificações em materiais para o ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual.

METODOLOGIA

Este estudo fez uso da abordagem quali-quantitativa, utilizando-se de uma revisão sistemática, a qual “[...] visa reduzir o viés através do uso de métodos explícitos para realizar uma pesquisa bibliográfica abrangente e avaliar criticamente os estudos individuais” (DONATO; DONATO, 2019, p. 227).

Para a constituição do acervo para análise, foram selecionados os periódicos nacionais na área de Educação Matemática e Educação Especial, disponíveis no Portal de Periódicos da Capes cujos escopos delimitam publicações de artigos referentes a pesquisas desenvolvidas sobre a inclusão e o processo de ensino e aprendizagem de Matemática. A pergunta inicial para a aplicação da busca no Portal de Periódicos da Capes assim se consolidou: O que apresentam os periódicos sobre as flexibilizações curriculares, especialmente materiais modificados para o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual?

Para a seleção e organização dos dados, estabeleceram-se como recorte temporal os últimos 15 anos, ou seja, períodos compreendidos entre os anos de 2006 a 2021, sendo adotados critérios de exclusão e inclusão. Foram excluídos os periódicos cujas páginas online não estavam disponíveis no momento; e publicações apenas de resumos

Para os critérios de inclusão, utilizou-se da análise do título e das palavras-chave relacionadas ao ensino e aprendizagem de Matemática, intercruzadas com educação especial, inclusão, pessoas com deficiência e deficiência visual. Foram selecionados artigos de relatos de pesquisa.

Desse modo, após realizar a busca no Portal de Periódicos da Capes a partir dos critérios estabelecidos neste estudo, excluíram-se os periódicos: i) Educação Matemática em Revista; ii) Caminhos da Educação Matemática em Revista; iii) Boletim Cearense de

Educação e História da Matemática, iv) Revista do Professor de Matemática, v) Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática; e vi) Cadernos do IME – Matemática.

Conforme os critérios adotados de inclusão, foram selecionados dezoito (18) periódicos de Educação de Matemática e seis (06) na área de Educação Especial. O Quadro 1 apresenta os periódicos selecionados para análise de dados.

Quadro 1: Relação de periódicos selecionados para a análise

Área	Periódico
Educação Matemática	Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática
	Boletim de Educação Matemática – Bolema
	Boletim Online de Educação Matemática
	Educação Matemática Pesquisa
	Educação Matemática Debate
	Ensino da Matemática em Debate
	Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática
	Matemática e Estatística em Foco
	Perspectivas da Educação Matemática
	Professor de Matemática Online
	Revista de Educação, Ciências e Matemática
	Revista de Ensino de Ciências e Matemática
	Revista de Matemática Ensino e Cultura – Rematec
	Revista Eletrônica da Matemática – Remat
	Revista de Produção Docente em Educação Matemática
	Revista Eletrônica de Educação Matemática - Revemat
	Revista Paranaense de Educação Matemática
	Zetetiké – Revista de Educação Matemática
Educação Especial	Revista Brasileira de Educação Especial
	Cadernos de Pesquisa
	Revista Educação, Artes e Inclusão
	Revista Educação e Pesquisa
	Revista Educação Especial
	Revista Ibero Americana de Estudos em Educação-RIAAE

Fonte: Acervo das autoras (2022).

No que concerne à análise quantitativa dos dados coletados, foram elaborados tabelas e gráficos com o objetivo de permitir melhor visualização dos resultados.

Na análise qualitativa de publicações na área da deficiência visual, os dados foram examinados por meio da análise de conteúdo, um método utilizado para descrever e interpretar conteúdos de documentos e textos, promovendo a compreensão de seus significados para um nível além da leitura comum. Assim, o trabalho de análise dos dados deu-se a partir das etapas: i) preparação das informações; ii) transformação do conteúdo

em unidades; iii) categorização das unidades; iv) descrição; e v) interpretação (MORAES, 1999).

As unidades foram classificadas em duas categorias, instauradas a partir dos objetivos propostos nos artigos e do público alvo, sendo: i) o processo de ensino e aprendizagem de Matemática para estudantes com deficiência visual, tendo como público professores e estudantes; e ii) as modificações realizadas para o ensino dos conteúdos da disciplina de Matemática.

RESULTADOS E ANÁLISES

Análise quantitativa dos resultados

Com a finalidade de analisar quantitativamente as produções sobre a Matemática e o estudante com deficiência visual, estabeleceu-se um comparativo com o total de publicações nos periódicos selecionados nos últimos quinze anos, período compreendido entre 2006 a 2021.

Desse modo, verificou-se a publicação de 3401; desses, 2227 em periódicos de Educação/Ensino de Matemática e 1174 em periódicos de Educação Especial/Inclusão.

No Quadro 2, apresenta-se o total de publicações por periódico no intervalo de tempo estabelecido para esta pesquisa.

Quadro 2: Total de publicações em periódicos de Educação/Ensino de Matemática

Área	Periódico	Total
Educação Matemática	Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática	104
	Boletim de Educação Matemática – Bolema	405
	Boletim Online de Educação Matemática-Boem	52
	Educação Matemática Pesquisa	379
	Educação Matemática Debate	40
	Ensino da Matemática em Debate	16
	Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática	128
	Matemática e Estatística em Foco	162
	Perspectivas da Educação Matemática	53
	Professor de Matemática Online	13
	Revista de Educação, Ciências e Matemática	102
	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	138
	Revista de Matemática Ensino e Cultura – Rematec	162
	Revista de Produção Docente em Educação Matemática	58
Revista Eletrônica de Educação Matemática – Revemat	161	

	Revista Eletrônica da Matemática – Remat	26
	Revista Paranaense de Educação Matemática	62
	Zetetiké – Revista de Educação Matemática	166
Educação Especial	Revista Brasileira de Educação Especial	480
	Revista Educação Especial	498
	Cadernos de Pesquisa	19
	Revista Educação, Artes e Inclusão	75
	Revista Educação e Pesquisa	19
	Revista Ibero Americana de Estudos em Educação-RIAEE	83
Total		3401

Fonte: Acervo das autoras (2022).

No tocante aos artigos referentes ao ensino de Matemática para estudantes com deficiência publicados nos periódicos selecionados, identificaram-se, no recorte temporal, 45 artigos, os quais representam menos de 1,5% do total de artigos publicados. Tem-se o conhecimento de que pesquisas nessa área são publicadas também em outros periódicos na área de ensino e educação, os quais não foram selecionados para este estudo, bem como em anais de eventos, congresso, simpósios, entre outros. Destarte, o resultado ora apresentado é um indicativo de que ainda são poucas as pesquisas nessa área e o crescente número de matrículas de estudantes com deficiência no ensino regular exige uma prática de ensino de Matemática inclusiva, o que amplia o campo para novas investigações nessa área.

Do total de artigos publicados tendo como público alvo da Educação Especial, em específico as pessoas com deficiência, foi realizada uma classificação por área de deficiência e apresentada a percentagem de cada área com relação a esse total, cujos resultados constam na Tabela 1.

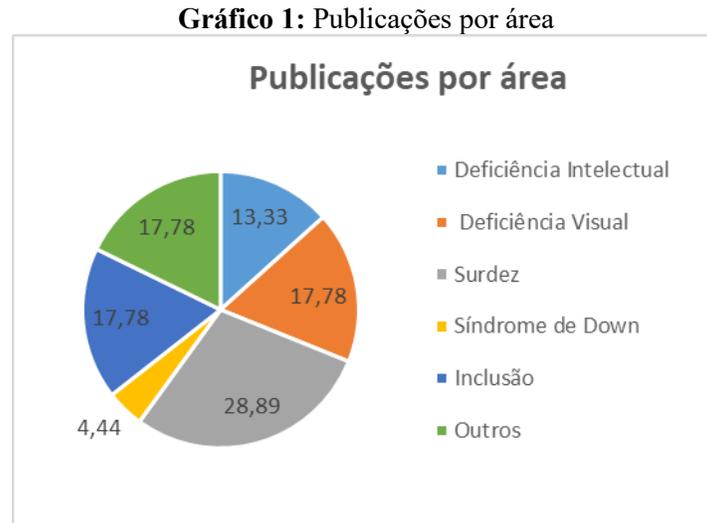
Tabela 1: Total de publicações por área

Área	Nº	%
Deficiência Intelectual	6	13,33
Deficiência Visual	8	17,78
Surdez	13	28,89
Síndrome de Down	2	4,44
Inclusão	8	17,78
Outros	8	17,78

Fonte: Acervo das autoras (2022).

No Gráfico 1 ilustra-se a representação percentual das publicações relativas ao ensino de Matemática de cada deficiência dos 45 artigos identificados. Ressalta-se que os

artigos classificados como “Outros” dizem respeito a oito publicações, sendo: i) duas (02) referentes ao Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade – TDAH e ii) somente uma (01) publicação referente a cada uma das seguintes deficiências: Autismo, Altas Habilidades, Dificuldades Cognitivas, X Frágil, Exclusão no Discurso e Deficiência Física Neuromotora.



Fonte: Acervo das autoras (2022).

Os resultados evidenciam que as pesquisas envolvendo o ensino de Matemática para alunos surdos são em maior número e representam 28,89% dos artigos encontrados, seguidos dos temas envolvendo inclusão, com 17,78%, assim como produções sobre deficiência visual. Artigos contemplando o ensino de Matemática para alunos com deficiência intelectual representam 13,33% e em menor número aparecem os que tratam da Síndrome de Down no ensino de Matemática, 4,44% das publicações.

Esses resultados sinalizam a existência de novas demandas de pesquisas relacionadas ao ensino de Matemática para estudantes com deficiências. Frente ao crescente número desses estudantes matriculados no ensino regular, as pesquisas realizadas nessa área contribuirão para que os professores, que ali atuam, tenham um referencial teórico e metodológico para balizar suas ações pedagógicas.

Análise qualitativa dos resultados

Entre os problemas encontrados na inclusão de pessoas com deficiência no cenário educacional, um deles refere-se à formação dos professores. No estudo de Silva e

Strohschoen (2019), foram entrevistados onze professores; entre eles, três professores de Matemática. Destes, dois não se lembravam de terem tido alguma capacitação durante a formação e apenas um teve alguma nas disciplinas de pós-graduação. No estudo de Uliana e Mol (2019), os licenciados se mostraram muito interessados e motivados, contudo, apreensivos em desenvolver e testar os materiais e estratégias para os estudantes com deficiência visual. Dias e Oliveira (2016) afirmam que 90% alunos conhecem apenas alguns atendimentos da Educação Especial. Observaram que 90% responderam não ter participado de nenhum curso de capacitação; apenas os outros 10% relataram já ter feito um curso. Verificaram ainda que nenhum deles disse estar preparado para o ensino inclusivo; 65% disseram estar parcialmente preparados e 35% que não saberiam ensinar. Foi verificado que apenas 10% conhecem recursos materiais para o ensino da Matemática, 75% conheciam alguns e os outros 15% alegaram não conhecer nenhum. Entre os recursos das tecnologias da informação e comunicação, os docentes manifestaram se sentir despreparados para a sua utilização, mesmo tendo alguma formação. Sturion et al. (2018) investigaram 142 professores e afirma que maioria não se sentiu capaz de utilizar tecnologias midiáticas e dispositivos móveis em suas aulas, ainda que reconhecessem que seus usos poderiam incentivar a participação dos alunos. Martins e Ferreira (2015), ao analisarem as matrizes curriculares de 24 cursos de licenciatura em Matemática, verificaram que 87,5% das instituições ofertam a disciplina Libras, e 37% oferecem outra relacionada à inclusão. No trabalho de Rosa e Baraldi (2016), os professores entrevistados se mostraram favoráveis à inclusão, porém resistentes e alguns não concordaram.

Na coleta de dados, foram identificados seis artigos cujos objetivos de pesquisa estavam relacionados ao ensino de Matemática para pessoas com deficiência visual. Destes, dois tratavam do processo de ensino e aprendizagem de Matemática para estudantes com deficiência visual tendo participantes professores e estudantes (ROSA; BARALDI, 2015; MELLO, 2013); um estudo abordou o conhecimento desses estudantes sobre o código Braille para a Matemática e Química para o Ensino Médio (FALCÃO; FIGUEIRÊDO; ODEBRECHT, 2013), e três apresentaram adaptações de materiais para o ensino de conteúdos para estudantes cegos (VITA; MAGINA; CAZORLA, 2015; ULIANA, 2013; FERNANDES; HEALY, 2010).

Optou-se por iniciar as análises a partir da pesquisa desenvolvida por Rosa e Baraldi

(2015), cujo objetivo era apresentar algumas discussões acerca do uso de narrativas (auto) biográficas como fontes para a realização de pesquisas em Educação Matemática e tecer considerações a respeito da inclusão nessa área. A pesquisa abordou a percepção dos professores de Matemática sobre a inclusão das pessoas com deficiência visual no ensino regular mediante suas narrativas. Os participantes da pesquisa eram professores, em sua maioria acadêmicos de Licenciatura em Matemática, e professores em exercício que realizaram um curso de Braille online oferecido pela Universidade Federal Fluminense – UFF, no estado do Rio de Janeiro. As análises deram-se por meio das narrativas de quatro professores que trabalharam em escolas regulares inclusivas, entre os quais um professor com deficiência visual. As autoras constataram que, para os professores que participaram de seu estudo, a educação inclusiva é uma responsabilidade social e um caminho para a diversidade, em que se fazem necessárias adequações nas aulas para atender às necessidades educacionais especiais dos estudantes com deficiência.

A necessidade de compromisso pedagógico do professor de Matemática com alunos com deficiência foi expressada pelos participantes da pesquisa, em especial as mudanças possíveis de serem realizadas pelo próprio profissional, especialmente no que tange ao ensino de conceitos que necessitam do auxílio da visão para a compreensão, citando como exemplo o conceito de ângulo. Tão importante quanto essas mudanças é a linguagem utilizada pelo professor para o ensino, ou seja, a comunicação entre o professor e o estudante com deficiência (ROSA; BARALDI, 2015). As autoras destacam ainda que a maioria dos professores que participaram da pesquisa declarou que conheciam os recursos didáticos disponíveis para o uso por estudantes com deficiência visual nas aulas de Matemática, bem como a importância em utilizá-los.

Mello (2013) desenvolveu um estudo com a finalidade de desvelar alguns problemas enfrentados pelos estudantes cegos e seus professores em relação ao processo de ensino e de aprendizagem de Matemática em um colégio público do estado de São Paulo no qual ela trabalhava há algum tempo. Os dados foram coletados por meio de conversas informais com os participantes e na prática pedagógica da pesquisadora. A autora salienta em sua pesquisa as diferenças existentes entre a linguagem matemática escrita à tinta e escrita em Braille e a importância da comunicação entre o professor e o estudante com deficiência visual para diminuir os problemas causados por essas diferenças.

Pontua-se que o código Braille pode ser considerado como uma das primeiras adaptações táteis que permitiram às pessoas com essa deficiência o acesso à leitura e à escrita. O código foi idealizado por Louis Braille no século XIX, a partir de um antigo código de guerra francês, sendo composto por combinações de seis pontos em relevo, distribuídos em uma matriz de três linhas por duas colunas (BIRCH, 1993). Os símbolos utilizados na disciplina de Matemática permitem o registro escrito de todo conteúdo matemático.

Mello (2013) cita como exemplo o conteúdo de frações e de logaritmos. Na escrita em Braille, os códigos são dispostos linearmente; assim, uma fração em Braille não é representada como a tinta, na qual o numerador fica na parte superior do traço de fração e o denominador na parte inferior. Conforme a autora, “[...] podemos perceber a importância da comunicação entre o professor e o aluno, a linguagem escrita do professor e a linguagem escrita do aluno são diferentes, mas eles têm uma linguagem em comum, a linguagem oral” (MELLO, 2013, p. 136). Assinala ainda a relevância do professor de Matemática, mesmo sem ter conhecimento do código Braille, entender as diferenças entre a escrita a tinta e a escrita em Braille, evitando o surgimento de dificuldades de aprendizagem pelos estudantes com deficiência visual.

Outra pesquisa sobre o código Braille foi desenvolvida por Falcão *et al.* (2013), cujo objetivo foi avaliar o nível de conhecimento dos estudantes com deficiência visual matriculados no Ensino Médio em instituições regulares de ensino no município de João Pessoa, Paraíba. Foi utilizado como instrumento de pesquisa uma entrevista com treze (13) estudantes e a aplicação de questionários sobre o código Braille de Matemática e de Química, os quais permitiam identificar o nível de conhecimento relativo à grafia em ambas as disciplinas.

Os pesquisadores verificaram que os estudantes apresentavam maiores dificuldades para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos e parte significativa fazia uso de símbolos diferentes dos apresentados no Código Matemático Braille, além de os estudantes desconhecerem as normas de uso desses símbolos. Os autores declararam que:

Segundo os alunos entrevistados, uma metodologia de ensino que aborde outras percepções, além da visual, vinculada à utilização de materiais didáticos seria fundamental para uma aprendizagem mais efetiva. Se o aluno DV não tiver acesso a representações ou descrições de gráficos e esquemas utilizado para indicar variações que acontecem nos processos de estudo, ele passa a se sentir

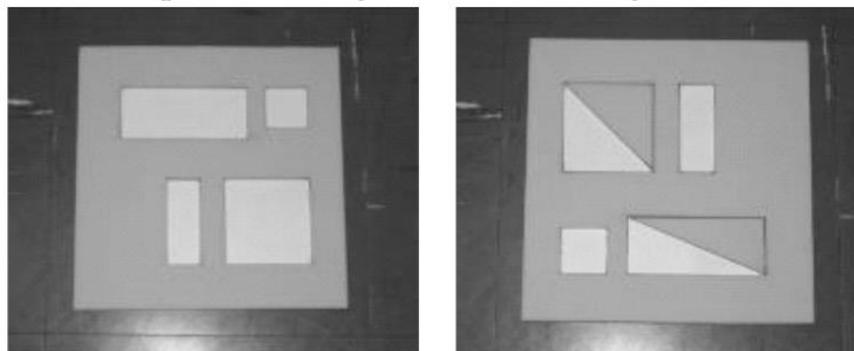
excluído do processo de ensino-aprendizagem pela falta de acessibilidade à informação (FALCÃO et al., 2013, p. 373).

Dessa forma, para o ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual, é necessário que o professor tenha conhecimento sobre a área, quais recursos estão disponíveis para o ensino e que outras mudanças em sala de aula de forma a promover não somente a presença física desses estudantes em suas aulas, mas, principalmente, o acesso ao conteúdo que está sendo ensinado para posterior uso social. Além do código Braille, podem ser utilizados instrumentos para o cálculo como o soroban, a calculadora sonora, materiais didáticos como o material dourado, o tangran, as réguas numéricas, os blocos lógicos, entre outros.

Preocupados em promover o acesso e a apropriação dos estudantes cegos aos conteúdos referentes à geometria, especificamente sobre área, perímetro e volume, as pesquisadoras Fernandes e Healy (2010) elaboraram materiais que permitem a exploração tátil de figuras geométricas com o fito de possibilitar aos estudantes com deficiência visual elaborar os conceitos de uma variedade de formas geométricas. O material foi validado com quatro estudantes cegos, cujas atividades foram desenvolvidas em duplas, em uma escola pública do estado de São Paulo.

Os instrumentos utilizados por Fernandes e Healy (2010) foram constituídos por uma prancha para o estudo de área e perímetro, além de outros materiais como cubos, moedas, entre outros. Na Figura 2 reproduz-se o material desenvolvido pelas pesquisadoras.

Figura 1: Prancha para o estudo de área e perímetro



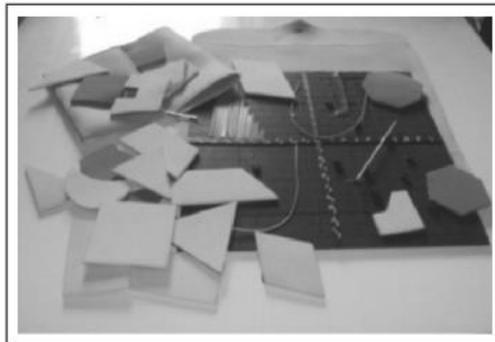
Fonte: Fernandes e Healy (2010, p. 1119).

Fernandes e Healy (2010) constataram, nos resultados de sua pesquisa, que os estudantes fizeram uso de diferentes estratégias de medição baseadas na contagem de

unidades de área, obtendo resultados precisos, além de elaborarem um método geral para o cálculo da área, perímetro e volume. De acordo com as pesquisadoras “[...] ao iniciarem as atividades os aprendizes empregavam de forma sintaticamente correta os termos área e perímetro– conceitos ingênuos trazidos pelos aprendizes e que permitiram a emergência e manutenção das práticas dialógicas favorecendo a formulação de conceitos mais maduros e abstratos para esses termos” (FERNANDES; HEALY, 2010, p. 1132). Consideram ainda que o material desenvolvido para a pesquisa era simples, com base em materiais utilizados no ensino comum, e que a proposta de inclusão na qual o estudante com deficiência visual tem a oportunidade de interagir com seus pares em situações de aprendizagem traz benefícios para todos os estudantes.

Outra pesquisa relativa ao ensino de geometria para estudantes cegos publicada em um dos periódicos consultados foi realizada por Uliana (2013). O enfoque de sua pesquisa foram conteúdos de geometria plana, funções e geometria analítica, tendo como objetivo a criação, confecção e validação, por estudantes com deficiência visual, de um kit de material pedagógico. Na Figura 2, apresenta-se o material desenvolvido pela pesquisadora.

Figura 2: Kit de material



Fonte: Uliana (2013, p. 605).

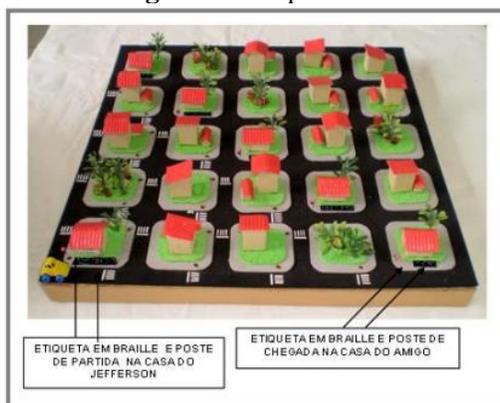
O material desenvolvido por Uliana (2013) é composto por uma placa de metal com manta magnética quadriculada em uma das faces, eixos x e y de ímã com numeração em Braille, formas geométricas planas em EVA com manta magnética em uma das faces, pinos de ímãs, pedaços de arame flexível e de raios de bicicleta de tamanhos variados.

O material foi aplicado por dois professores com três estudantes cegos, em três escolas do estado de Rondônia. Os resultados da aplicação do material foram positivos, destacando-se a eficiência para o estudo de funções, a autonomia para os estudantes

marcarem os pontos das funções, esboçarem gráficos e procederem às análises da mesma forma como os estudantes sem deficiência realizam em sala de aula. A pesquisadora ressalta que o material pode ser utilizado no estudo de outros conteúdos de Matemática como potenciação, radiciação, unidade de medida, matriz e determinante, assim como conteúdos de Física que necessitam de representações gráficas, como na termologia, mecânica, cinemática vetorial, eletricidade, impulsos e demais conteúdos.

Além de pesquisas relativas à adaptação de materiais para o ensino de conteúdos de geometria para estudantes cegos, foi publicada uma pesquisa sobre o desenvolvimento de uma maquete tátil para o ensino de conceitos básicos de probabilidade (VITA; MAGINA; CAZORLA, 2015). Tal estudo foi aplicado em uma cidade do estado de São Paulo e em duas cidades do estado da Bahia, envolvendo quatro (04) estudantes cegos. O instrumento era constituído por um tabuleiro, 300 brinquedos diferentes (60 de cada tipo), mais um carrinho, 240 cartas em EVA com diferentes texturas, sete colmeias para os registros, duas tampas plásticas para os sorteios e tarefas. A Figura 3 representa o material adaptado.

Figura 3: Maquete tátil



Fonte: Vita, Magina e Cazorla, 2015, p. 78.

O material resultou da evolução de cinco protótipos até sua versão final, em uma sequência de atividades denominadas “Os passeios aleatórios de Jefferson”. Segundo as autoras, “[...] várias adaptações curriculares de pequeno porte foram necessárias para que a Maquete Tátil fosse configurada como material didático na aprendizagem de conceitos básicos de probabilidade de estudantes cegos” (VITA; MAGINA; CAZORLA, 2015, p. 92).

As pesquisas desenvolvidas pelos autores, que consistiram em mudanças de materiais para o ensino de conceitos básicos sobre geometria e probabilidade e na validação

dos materiais construídos pelos estudantes com deficiência visual são apenas alguns exemplos de que é possível um ensino de Matemática com qualidade para esses estudantes, garantindo-lhes o acesso e à apropriação aos conhecimentos dessa disciplina. Os materiais desenvolvidos são de baixo custo e de fácil acesso. Observa-se, dessa forma, que para a realização de pequenas mudanças são necessários, além da idealização e elaboração do material, aplicá-los aos estudantes com deficiência visual, verificando-se as transformações necessárias ao material, as limitações existentes, os materiais adequados para a percepção tátil, entre outros aspectos.

Realça-se que a utilização desses materiais se faz importante não somente para os estudantes com deficiência visual, mas por todos os estudantes. É comum nas escolas os professores desconsiderarem de suas práticas os materiais manipulativos ou suas representações, fazendo uso apenas de explicações orais, conforme o conteúdo estudado. Vigotski (1997b) pondera que o aprendizado é um processo que possibilita aos estudantes o acesso à vida intelectual das pessoas que convivem juntamente com elas, cujos processos de ensino e de aprendizagem se efetivam pelas relações estabelecidas entre professor, aluno, signo e instrumento.

Talizina (2009) corrobora com Vigotski ao declarar que no processo de ensino e de aprendizagem os conceitos são elaborados pela imagem específica de mundo e por um sistema determinado pelas ações e pelas operações. Sem elas, o conceito não poderá ser assimilado e, conseqüentemente, utilizado em situações cotidianas, como na resolução de problemas.

Para a elaboração dos conceitos, Galperin (2009) propõe um ensino por meio de etapas, por meio das quais o conhecimento que está sendo ensinado é interiorizado pelos estudantes. Para o professor orienta o ensino, proporcionando aos estudantes uma etapa material ou materializada na qual o objeto de estudo é real ou representado; a etapa verbal, em que a linguagem se constitui como um meio que promove interações entre alunos, professor e objeto de conhecimento; e por fim a etapa mental, em que a comunicação se transforma em linguagem interna, com a função de proporcionar aos estudantes novos meios para o pensamento.

As etapas têm sua importância no processo de ensino e aprendizagem, daí a relevância em se fazer uso das mudanças no ensino, como a elaboração de materiais

manipuláveis para que a etapa material ou materializada seja contemplada no ensino dos conceitos matemáticos para todos os estudantes, independente das limitações visuais que alguns deles possam apresentar.

Galvão, Rehfeldt e Schuck (2021) apresentam a modelagem matemática como estratégia para o processo de ensino e aprendizagem do aluno cego. Aplicaram seu estudo a uma turma com 23 alunos, entre eles, um (1) com deficiência visual (cegueira) e com acompanhamento de um aluno de sua turma. O local do estudo foi em um Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia. A metodologia fundamentou-se em uma pesquisa qualitativa, com ênfase em estudo de caso. Utilizaram como instrumentos as observações, gravações de áudio simples, fotografias, diário de campo e entrevista para analisarem os dados. A proposta foi baseada no cálculo de área de superfície externa de utensílios domésticos. Para isso, fizeram uso de uma fita métrica em relevo demarcando os centímetros, utensílio doméstico adaptado em alto-relevo com indicação de medida de raio. Os resultados mostraram que o professor necessita utilizar estratégias de ensino da Matemática, contribuindo para a motivação, participação e independência do aluno com deficiência visual. Nesse sentido, as possibilidades ofertadas pela Modelagem Matemática oferecem formas versáteis na solução de problemas do cotidiano, considerando as mudanças necessárias para o acesso ao currículo.

Nery e Sá (2019), em um artigo de natureza básica de revisão bibliográfica, discutem o ensino de Matemática para alunos com deficiência visual a partir de expressões lúdicas como estratégia de ensino para promover a inclusão. Apresentam alguns materiais como mosaico geométrico, tangran, cubo soma, Torre de Hanoi, cubo mágico e explicam como fazer as modificações para que esses materiais possam ser utilizados no ensino de Matemática para estudantes cegos, destacando que o interesse do aluno pelo lúdico depende do planejamento das atividades propostas pelo professor, assim como da mediação no momento da realização dessas atividades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, investigaram-se estudos científicos publicados em periódicos das áreas de Educação Matemática e Educação Especial que tematizaram modificações em materiais para o ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual.

A respeito das transformações para o ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual, foram publicados materiais modificados para o ensino de geometria plana e analítica, funções e conceitos sobre probabilidade. Ao se considerar a grande abrangência dos conteúdos de Matemática relacionados a números e álgebra, grandezas e medidas, geometria e tratamento da informação, e as necessidades educacionais especiais que os estudantes com deficiência visual apresentam em função de sua limitação visual, muitos estudos podem ser desenvolvidos buscando proporcionar um ensino de qualidade não somente para esses estudantes, mas para todos os que frequentam os diferentes forma de atendimento da Educação Básica e Ensino Superior.

De modo geral, os resultados indicaram um vasto campo de investigação na área em função das poucas produções comparadas com o total de artigos publicados pelos periódicos encontrados. Entretanto, mesmo com estudos rarefeitos, é de fundamental importância que os professores do ensino regular, ao tomar conhecimento desses materiais produzidos, possam aplicá-los em suas salas de aula em situações de ensino regular. Faz-se necessária a compreensão de que um ensino de matemática inclusivo não significa preparar duas aulas, uma para o estudante com deficiência visual e outra para os demais estudantes. A inclusão acontece quando todos os estudantes participam juntos em todos os momentos da aula, respeitando-se as adaptações necessárias.

Todavia, é necessário incentivar os professores de Matemática do ensino regular, assim como os professores que atuam na Educação Especial, a desenvolverem e publicarem outras mudanças de materiais para seus estudantes, de forma individual ou em parceria com dos pesquisadores, uma vez que a prática em sala de aula e os resultados obtidos a partir dela contribuem para o desenvolvimento de novos estudos na área e permite uma prática docente onde todos aprendam o conteúdo escolar e utilize em situações do cotidiano.

Referências

ALVARISTO, F. E, et al. The use of manipulative didactic material to teach concepts related to the treatment of information for visually impaired students, 2020. **Acta Scientiae**, Canoas v. 22, n. 2, p. 105-121. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/issue/view/326>. Acesso em 27 nov. 2022.

ALVARISTO, F. E. et al. Material didático manipulável para o ensino de matemática para estudantes com deficiência visual, 2018. **Rev. Espacios**, v. 39, n. 46. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n46/a18v39n46p32.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.

ALVARISTO, F. E.; SANTINELLO, J. As contribuições da tecnologia assistiva *Dosvox* para professores em formação inicial: intermediando práticas tecnológicas inclusivas. 2021. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara**, v. 16, n. esp. 4, p. 3086-3105. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/15600>. Acesso em 10 nov. 2022.

ARANHA, M. S. F. Adaptações curriculares de grande porte. **Projeto Escola Viva. Garantindo o acesso e permanência de todos os alunos na escola. Alunos com necessidades educacionais especiais**, 2000a. Brasília: MEC/SEESP.

ARANHA, M. S. F. Adaptações curriculares de pequeno porte. **Projeto Escola Viva. Garantindo o acesso e permanência de todos os alunos na escola. Alunos com necessidades educacionais especiais**. Brasília: MEC/SEESP, 2000b.

ARANHA, M. S. F. Visão histórica. **Projeto Escola Viva. Garantindo o acesso e permanência de todos os alunos na escola. Alunos com necessidades educacionais especiais**. Brasília: MEC/SEESP, 2000c.

BIRCH, B. **Louis Braille**. Personagens que mudaram o mundo: os grandes humanistas. São Paulo: Globo, 1993.

BORGES, F., et al. Processo de inclusão escolar de uma aluna cega em aulas de matemática. **Educação, Matemática e Pesquisa**, 2022, v. 24, n. 1, p. 388-417. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/54260> Acesso em 01 dez. 2022.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: adaptações curriculares**. Brasília: MEC/SEESP, 1997.

BRASIL. **Saberes e práticas da inclusão: desenvolvendo** competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão. Brasília: MEC/SEESP, 2006.

DONATO, H.; DONATO, M. Etapas na condução de uma revisão sistemática, 2019. **Acta Med Port**, v. 32, n. 3, p. 227-235. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/195808557.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2022.

FERNANDES, S. H. A. A.; HEALY, L. A inclusão de alunos cegos nas aulas de matemática: explorando área, perímetro e volume através do tato, 2010. **Bolema**, v. 23, n. 37, p. 1111-1135. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema> Acesso: 24 set. 2022.

GALPERIN, P. Y. La formación de los conceptos y las acciones mentales. In: ROJAS, L. M. SOLOVIEVA, Y. **Las funciones psicológicas en el desarrollo del niño**, 2009. México: Trillas.

GALVÃO, D. L. et al. An approach to the plane geometry teaching in the inclusive school contexto: a deafblindness student case. **European Journal of special Education Research**, 2018 v. 3, n. 2, p. 54-71. Disponível em: <https://oapub.org/edu/index.php/ejse/article/view/1485> Acesso em: 20 nov. 2022.

GALVÃO, M. L.; REHFELDT, H. J. M.; SCHUCK, J. R. Modelagem Matemática: uma proposta de ensino para alunos deficientes visuais. **Educação Matemática Debate**,

Montes Claros, v. 5, n. 11, p. 1-24, 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/article/view/2215>. Acesso em: 01 dez. 2022.

LESZARINSKI-GALVÃO, D; SILVA, S. C. R. DA; SHIMAZAKI, E. M. Pesquisas em ensino de matemática: estado da arte. **Anais VII Congresso Brasileiro de Educação Especial**. São Carlos, 2016. Disponível em: <https://proceedings.galoa.com.br/cbee7/trabalhos/pesquisas-em-ensino-de-matematica-estado-da-arte-em> Acesso 25 nov. 2022.

MAMCASZ-VIGINHESKI, L. V.; SILVA, S. C. R.; SHIMAZAKI, E. M. Aspectos da formação continuada de professores atuantes na educação da pessoa com deficiência intelectual. **Sisyphus – Journal of Education**, 2022, v. 10, n. 3, p. 166-185. Acesso em: <https://revistas.rcaap.pt/sisyphus/article/view/27550> Acesso 03 dez. 2022.

MELO, E. M. O professor, alunos cegos e a linguagem matemática. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, 2013, v. 2, n. 2., p. 132-143. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/rpem/index> Acesso 20 nov. 2022.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, 1999, v. 22, n. 37, p. 7-32. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4125089/mod_resource/content/1/Roque-Moraes_Analise%20de%20conteudo-1999.pdf Acesso 20 nov. 2022.

NERY, E, S, S.; SÁ, A. V. M. de. A deficiência visual em foco: estratégias lúdicas na educação matemática inclusiva. **Revista Educação Especial**, 2019, p. 1-26. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/35402> Acesso em 20 nov. 2022.

PEIXOTO, R. A. M.; RODRIGUES, C. K. Educação matemática inclusiva: uma análise quantitativa de investigações acadêmicas. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, 2014, v. 4, n. 1, p. 69-84. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm> Acesso 20 nov. 2022.

RESENDE FILHO, J. B.; FALCÃO, N. K. S. M.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. DE. & ODEBRECHT, M. F. H. Avaliação do nível de conhecimento dos alunos do ensino médio da cidade de João Pessoa com deficiência visual sobre as grafias química e matemática Braille. 2015. **Revista Educação Especial**, v. 26, n. 46, p. 367-384. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial> Acesso 20 nov. 2022.

OTTAIANO, et. al. **As condições de saúde ocular no Brasil. 2019**. Disponível em: https://www.cbo.com.br/novo/publicacoes/condicoes_saude_ocular_brasil2019.pdf. Acesso em 25 nov. 2022.

ROSA, F. M. C. DA; BARALDI, I. M. O uso de narrativas (auto)biográficas como uma possibilidade de pesquisa da prática de professores acerca da educação (matemática) inclusiva. 2015. **Bolema**, v. 29, n. 53, p. 936-954. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema> Acesso: 24 set. 2022.

TALIZINA, N. *La teoria de la actividad aplicada a la enseñanza*. Puebla. 2009.

Uliana, M. R. Inclusão de estudantes cegos nas aulas de matemática: a construção de um kit pedagógico. 2013. **Bolema**: v. 27, n. 46, p. 597-612. Disponível em:

<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema> Acesso: 24 set. 2022.

VITA, A. C.; MAGINA, S. M. P; CAZORLA, I. M. A probabilidade, a maquete tátil, o estudante cego: uma teia inclusiva construída a partir da análise instrumental. 2015. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 8, n. 3, p. 55-97. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/28912/>. Acesso: 27 set. 2022.

VIGOTSKI, L. S. Fundamentos de defectologia. Obras Escogidas, 5. Madrid: Visor. 1997a.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamiento y lenguaje**. Obras Escogidas 2. Madrid: Visor. 1997b.

Submetido em 19 de dezembro de 2022.

Aprovado em 21 de março de 2023.