

USO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NO ENSINO DE POLÍGONOS E CÍRCULOS PARA UM ESTUDANTE CEGO DO 8º ANO

USE OF ASSISTIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING POLYGONS AND CIRCLES TO A BLIND 8TH GRADE STUDENT

Estéfane Daiane do Nascimento Santos Sales¹

José Claudinei Ferreira²

Resumo: Este estudo relata a implementação de Tecnologias Assistivas no ensino de geometria (área de polígonos e círculos) para promover a autonomia de um estudante cego em uma sala de aula regular do 8º ano. Analisamos como essas tecnologias podem facilitar o acesso ao conteúdo e estimular a participação ativa do aluno. Utilizamos a metodologia de pesquisa-ação para documentar e analisar as intervenções pedagógicas que empregam Tecnologias Assistivas. A adaptação para o conteúdo abordado consistiu na construção e audiodescrição de um material didático manipulável composto por figuras geométricas. Os resultados indicaram que as intervenções individuais e o uso de materiais didáticos adaptados não só melhoraram a participação do estudante nas aulas de matemática, mas também contribuíram para sua autoconfiança e engajamento com o conteúdo. Temos também como resultado que a acessibilidade muitas vezes consiste em ir além das técnicas, valorizando-se o retorno do estudante e os conhecimentos de experiências docentes anteriores.

Palavras-chave: Tecnologias Assistivas; Educação Matemática Inclusiva; Materiais didáticos adaptados; Ensino de matemática para estudantes cegos.

Abstract: This study reports the implementation of Assistive Technologies in the teaching of geometry (area of polygons and circles) to promote the autonomy of a blind student in a regular 8th grade classroom. We analyze how these technologies can facilitate access to content and encourage active student participation. We use action research methodology to document and analyze pedagogical interventions that employ Assistive Technologies. The adaptation to the content covered consisted of the construction and audio description of a manipulable teaching material composed of geometric figures. The results indicated that individual interventions and the use of adapted teaching materials not only improved student participation in mathematics classes, but also contributed to their self-confidence and engagement with the content. We also have the result that accessibility often consists of going beyond techniques, valuing the student's feedback and knowledge from previous teaching experiences.

Keywords: Assistive Technologies; Mathematics Education and inclusion; Adapted teaching materials; Teaching mathematics to blind students.

¹Especialista em Educação Matemática na Contemporaneidade, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL). Salvador, Bahia, Brasil. E-mail: Estefane.daiane99@gmail.com.

²Doutor em Matemática, Instituto De Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC - USP). Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Alfenas, Minas Gerais, Brasil. E-mail: jose.ferreira@unifal-mg.edu.br.

1 Introdução

As mudanças nas concepções sobre Educação Inclusiva refletem-se nas recentes transformações nas práticas pedagógicas e nos debates acadêmicos em Educação Matemática. Este estudo se insere nesse contexto, explorando como inovações em Tecnologias Assistivas podem enriquecer a aprendizagem matemática de estudantes com deficiência visual. Isso evidencia que debates levantados pela academia e pela sociedade têm influenciado as práticas pedagógicas e que a formação de docentes que nos últimos anos têm os incentivado a adquirir a posição de professores-pesquisadores.

Percebe-se também que no campo da Educação Especial muitos trabalhos têm sido desenvolvidos em ambientes escolares na perspectiva da inclusão. Entretanto, com a sociedade em constante movimento, ressalta-se a importância de dar continuidade a esse processo de trazer discussões e reflexões sobre concepções teóricas e práticas pedagógicas desenvolvidas de forma a perpetuar essa cultura de pesquisa-ação feita por docentes que também assumem o papel contínuo de pesquisador. Acerca disso, Manrique e Viana (2020) pontuam a necessidade de a Educação Matemática avançar na busca por entendimentos mais críticos e multifacetados por meio do diálogo com a Educação Especial.

Mas como construir um ambiente escolar inclusivo nas aulas de Matemática? Como afirmam Rosa e Baraldi (2017), embora a inclusão escolar não seja uma responsabilidade exclusiva do professor, este ocupa um papel importante no processo de ensino e de aprendizagem na escola inclusiva, pois uma variedade de recursos se torna ineficientes sem um profissional capaz de construir estratégias de ensino não só em relação aos estudantes com necessidades educacionais especiais, mas para a prática educacional como um todo. Ramos (2023) apresenta que professores devem utilizar o contexto pessoal dos estudantes para desenvolver na prática estratégias inclusivas eficazes. Ou seja, a inclusão ocorre quando o professor prioriza os estudantes para o ensino do conteúdo matemático, e não o inverso. Rosa e Baraldi (2017) também ponderam sobre a questão ao delimitar a temática a estudantes com deficiência visual e argumentam que a construção de aulas de Matemática inclusivas não é uma tarefa fácil, as autoras complementam ao indicar que muitos professores apresentam dificuldade na adaptação curricular com recursos e a adoção de materiais didáticos táteis que auxiliam na construção de conceitos matemáticos. Como ressaltado por Ramos (2023), o avanço

do trabalho escolar inclusivo se dará fundamentalmente a partir de relatos de experiências. Pensando nisso, a proposta deste trabalho se baseia em refletir e discutir sobre a Educação Especial no contexto escolar sob a perspectiva inclusiva a partir de um relato de experiência.

Nas aulas de Matemática no 8º ano, lecionada pela primeira autora deste trabalho, percebeu-se que um estudante demonstrava certa insegurança com os conteúdos relacionados à geometria e que nestas aulas assumia uma postura mais isolada, muitas vezes não interagindo com a turma. O estudante mencionado é cego, e ao longo de sua trajetória escolar sempre apresentou facilidade com números, mas não com as formas geométricas. Essa situação instigou a docente em pensar em estratégias pedagógicas que auxiliassem o estudante mencionado de forma a tornar acessível o conteúdo explorado. Dessa forma, a problemática surgiu da necessidade de pensar em como Tecnologias Assistivas acessíveis ao docente podem ser adotadas para estímulo da autonomia de um estudante cego no ensino de área de polígonos e círculos.

Nas discussões iniciais da proposição das atividades aqui relatadas a indagação consistia em pensar em como articular as adaptações necessárias ao estudante cego ao mesmo tempo em que se construía uma aula para todos os estudantes. Considerando-se as múltiplas abordagens a serem escolhidas para o assunto e buscando delimitar neste relato a temática estudada, propomos para exploração a usabilidade das Tecnologias Assistivas na vivência individual do estudante com a matemática e em conjunto na promoção de aulas inclusivas. Entende-se que ações inclusivas não implicam necessariamente em propostas que envolvam toda a turma. Em alguns momentos tais práticas objetivam o desenvolvimento de habilidades em um momento extraclasse com estudantes que necessitam de um atendimento educacional especializado, pois muitas vezes em experiências escolares anteriores esses estudantes não tiveram estratégias acessíveis e tendem a apresentar dificuldades maiores na disciplina, não como consequência de sua deficiência, mas das práticas pedagógicas anteriormente realizadas. É preciso considerar que momentos com estratégias individuais podem desenvolver o senso de capacidade no estudante, ampliando seus horizontes para capacidades que ele acreditava não possuir e estimulando a autoconfiança, consequentemente, incentivando-o a uma maior participação nas aulas regulares.

Nesta perspectiva, este trabalho concentra-se no contexto mais individual do estudante cego e em como adaptações particulares e em sala podem facilitar a construção de ambientes escolares inclusivos. Assim sendo, o objetivo deste trabalho é refletir sobre

aspectos teóricos e práticos envolvidos no uso das Tecnologias Assistivas no ensino de polígonos e círculos com um estudante cego do 8º ano. Buscando alcançar essa proposta, será apresentada a descrição de uma atividade realizada com este estudante, a usabilidade de recursos como audiodescrição e materiais concretos enquanto Tecnologias Assistivas no ensino de polígonos e círculos.

Neste primeiro momento foram apresentadas algumas inquietações iniciais que incentivaram a escrita deste relato e a literatura que fundamentou este trabalho. No percurso metodológico propomos uma descrição da proposta didática realizada com o estudante cego no ensino de polígonos e círculos a partir do uso de Tecnologias Assistivas. Em seguida, nos resultados e discussão será feita uma reflexão sobre a prática realizada objetivando-se compreender os aspectos pedagógicos que foram utilizados no processo de ensino e aprendizagem do estudante. Ao final, busca-se uma reflexão sobre algumas indagações sobre o ensino de geometria com recursos adaptados, buscando estimular a autonomia do estudante, finaliza-se, porém, sem deixar os questionamentos concluídos, mas ainda abertas a novas descobertas.

2 Percurso Metodológico

Como apontado por Garnica (2001), na Educação Matemática a estratégia que os pesquisadores dessa área conduzirão suas investigações deve essencialmente ser uma ação que busca compreender problemáticas da prática docente, de processos reais de ensino e aprendizagem de Matemática. A partir dessa concepção, neste relato de experiência buscamos uma aproximação com uma pesquisa qualitativa que, de acordo com Bicudo (2019) e Garnica (2019), pode ser compreendida como uma pesquisa fluída, que busca a expansão através do ato de refletir sobre elementos presentes à sua volta. De acordo com os autores, esse tipo de pesquisa dá destaque à descrição, percebendo-os em ação. Como ressaltado por Garnica (2001) o pensar qualitativo exige que a pesquisa seja norteada por uma regulamentação sensata que vise a finalidade da pesquisa e seja embasada em parâmetros. Sendo assim, a proposta é descrever e analisar um relato de experiência em sala de aula a partir dos pressupostos pertencentes a pesquisa qualitativa na concepção de Bicudo (2019) e Garnica (2001).

Como pontua Thiollent (1986) é por meio da ação de pessoas ou grupos participantes de um problema sob observação que se dará o processo de pesquisa-ação, metodologia que se aproxima dos princípios da pesquisa qualitativa. Em pesquisas da

área de Educação Matemática se a investigação traz como estratégia metodológica a participação de indivíduos implicados nos problemas investigados, essa pode ser nomeada de pesquisa-ação, que segundo Thiollent (1986) pode ser definida como:

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 1986, p. 14).

Acredita-se que pesquisa-ação possibilita construção, investigação e descrição de práticas realizadas em sala de aula.

Como apresentam Thiollent (1986) e Gil (2002) no processo de coleta de dados, muitas técnicas podem ser utilizadas na pesquisa-ação. Garnica (2019) complementa a discussão ao trazer que a coleta de dados predominantemente descritivos tem sido muito utilizada em pesquisas qualitativas. Considerando-se que neste texto a pesquisa consiste na reflexão, na busca de compreensão dos aspectos pedagógicos, teóricos e práticos, como um relato de experiência da aplicação de uma proposta de ensino, onde a primeira autora realizou o desenvolvimento e execução da intervenção, a técnica de coleta de dados utilizada correspondeu a de observação participante. Para Thiollent (1986) e Gil (2002) este método mostra-se adequado para investigação de situações que envolvem a relação professor-estudante. Como afirma Marques (2016) a observação participante na educação implica na interação com o sujeito e os grupos pesquisados sem o comprometimento da neutralidade da pesquisa, de acordo com o autor, neste método é necessário a aplicação sistemática de regras e princípios científicos. Sendo assim, a coleta de dados terá como suporte os registros pedagógicos como agenda das aulas do estudante e da professora elaboradas para o norteamento das atividades e fotos utilizadas ao longo do processo descrito de modo a trazer maior rigor ao detalhamento feito.

Vale destacar que o processo de reflexão e revisão da literatura sobre pesquisa ocorreu durante a escrita deste texto. A experiência em sala de aula foi inicialmente motivada pela demanda existente e realizada sem a intenção prévia de gerar um relato de experiência. Somente agora, ao relatar essa vivência, foi possível estabelecer essa análise crítica e articulá-la à fundamentação teórica.

Thiollent (1986) e Gil (2002) apontam na pesquisa-ação a necessidade da elaboração de um plano de ação que busque atingir a proposta planejada. A partir do que é proposto por esses autores, propomos um plano de ação mais delimitado visando atender os objetivos propostos neste trabalho. O primeiro ponto busca estabelecer os objetivos

que esperamos atingir com o público-alvo, definimos para este trabalho descrever uma proposta envolvendo o uso das tecnologias assistivas no ensino de polígonos e círculos com um estudante cego do 8º ano. O que nos leva ao segundo ponto, refletir e analisar na ação desenvolvida quais foram as contribuições e desafios para um ensino inclusivo de geometria fundamentado na Educação Matemática. Gil (2002) apresenta que a interpretação dos resultados pode se dar mediante a discussão em torno dos dados obtidos, o que nos leva ao nosso terceiro ponto da sistematização do plano de ação, que é a determinação da forma de avaliação dos resultados.

3 Contexto do desenvolvimento da prática pedagógica

Precisamos trazer para debate a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência ([nº 13.146, de 6 de julho de 2015](#)) que estabelece o Estatuto da Pessoa com Deficiência e traz como um dos direitos fundamentais o acesso a um sistema educacional inclusivo. Percebe-se então que a implementação nas escolas da perspectiva proposta pela Educação Especial é um dos compromissos da comunidade escolar (Brasil, 2015). Entretanto, na prática, ainda há um longo caminho a ser percorrido e os profissionais da educação precisam com urgência se debruçar sobre esse assunto. A Lei nº 13.146, em seu Art. 28, incentiva o desenvolvimento de pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos de Tecnologia Assistiva visando a acessibilidade de estudantes com deficiência. Acredita-se que docentes têm produzido esses métodos e técnicas e experimentado aulas inclusivas, porém, muitas práticas não são registradas em pesquisas acadêmicas (e ressalta-se mais uma vez a posição do professor enquanto pesquisador).

É importante compreender que a inclusão exige uma atenção adequada da escola; como ressaltam Fernandes e Healy (2007) é preciso ir além das páginas da legislação pois no contexto escolar trazer recursos ou possuir equipes especializadas são necessários, mas não suficiente, é preciso existir a participação efetiva do estudante e do professor. Nas palavras de Kleina (2012) compreende-se que na perspectiva da educação inclusiva a escola regular vai além do atendimento de pessoas que precisam de métodos, procedimentos e recursos adaptados ao processo de ensino e aprendizagem, pois deve apresentar uma nova postura que valorize a diversidade de seus estudantes. Nesta concepção, discorrer sobre a Educação Especial na perspectiva inclusiva envolve a execução de práticas pedagógicas que possibilitem a participação e valorização de todos

os estudantes, desde o planejamento do professor, a atividades adaptadas e integração em sala de aula.

A escola não pode apresentar uma rigidez frente às mudanças necessárias para inclusão de estudantes que requerem práticas pedagógicas diferenciadas, é preciso ampliar e inovar a visão escolar para as possibilidades que busquem contemplar a Lei nº 13.146. Com o termo “inovar” não se supõe necessariamente o uso de tecnologias digitais ou outros recursos diferenciados, como aborda Kleina (2012), a inovação também compreende fazer as mesmas coisas, de forma diferente. A partir disso, pode-se pensar na mesma escola, mas com uma nova visão acerca da inclusão. No Ensaio sobre a inclusão na Educação Matemática, Fernandes e Healy (2007) percebem a partir de relatos de professores entrevistados que alguns tópicos de Matemática são tratados de forma diferenciada para estudantes com deficiência visual, muitas vezes com estratégias que desfavorecem o processo de aprendizagem. Na pesquisa, as autoras pontuam que principalmente conteúdos de geometria são excluídos da sala de aula e quando trabalhados, não apresentam estratégias de ordem material e técnica (Fernandes; Healy, 2007). Esse apontamento reflete-se em estudantes muitas vezes inseguros com respeito a conteúdos da área de geometria, acreditando que em função da barreira visual esses conteúdos não lhes serão acessíveis.

Para muitos, a Matemática é uma “linguagem universal”, porém, o professor de Matemática não deve permitir que este raciocínio o leve a não realizar adaptações que atendam às necessidades específicas de aprendizagem dos estudantes. Pois como apresenta Skovsmose (2023), diferentes grupos de estudantes estão inseridos em diversos contextos, mas todos devem ter acesso a aprendizagem de Matemática que consequentemente deverá ser proposta validando essas diferenças. Ramos (2023) acrescenta a discussão ao afirmar que não podemos pensar em educação inclusiva sem refletir sobre a relação entre o ambiente escolar e o espaço que vivem os estudantes, pois a educação deve estar atrelada e contemplar a realidade desses estudantes. Como observam Manrique e Viana (2020) o docente em situações que se efetivam o ensino e a aprendizagem de Matemática deve propiciar estratégias para alterar os conteúdos tradicionalmente trabalhados nas aulas de Matemática de forma a torná-los acessíveis a toda a turma, contemplando então os estudantes com ou sem deficiência visual. Nesta perspectiva de inclusão o professor trará não uma linguagem universal, mas diferentes linguagens, meios e ações que estão centradas no estudante e consequentemente em seu processo de ensino e aprendizagem.

Como é discutido por Skovsmose (2023), aprender deve ser compreendido como uma ação que não está centrada na figura do professor. Segundo o autor, a aprendizagem entendida a partir da intencionalidade dos estudantes considera suas expectativas, esperanças, frustrações e perspectivas, ou seja, o que os motiva (ou desmotiva) a aprender, pois será nessa perspectiva que o docente poderá traçar um caminho para construção de sentido que convida os estudantes para a proposta de uma atividade. Considerar as motivações dos estudantes ao trazer estratégias para acessibilidade de pessoas com deficiência tende a trazer sentido para tais práticas, pois essa ação embora seja mediada pelo professor, partirá das necessidades do estudante, como a aprendizagem deve ser. É nessa conjuntura que trazemos o conceito de Tecnologia Assistiva que fundamenta este trabalho. A partir dos autores Manrique e Viana (2020) e Galvão Filho (2009) é possível entender Tecnologias Assistivas como recursos ou procedimentos pessoais, tais como equipamentos e estratégias de leitura e escrita ou recursos táteis que atendem a necessidades diretas do usuário final, visando sua independência e autonomia. Como proposto por Galvão Filho (2009) essas tecnologias vêm se tornando uma ponte para as possibilidades nos processos de aprendizagem e desenvolvimento de estudantes com deficiências. Para o autor, em uma era de destaque ao uso de tecnologias educacionais em relação a qualquer estudante, as que oportunizam a acessibilidade evidenciam-se ainda mais como necessárias (Galvão Filho, 2009).

Este relato resulta de propostas didáticas realizadas com um estudante cego em uma turma do 8º ano de uma escola privada em Salvador, Bahia. As atividades docentes da primeira autora deste texto na instituição tiveram início em 2023. Desde o primeiro contato, a escola orientou que os professores, sempre que possível, deveriam adaptar as atividades para o estudante cego, a fim de atender adequadamente às suas necessidades específicas. Embora a instituição não tivesse uma impressora braille, a mesma possuía uma máquina de escrita braille utilizada pelo estudante em avaliações e também encaminhava para um centro de apoio pedagógico as avaliações feitas pelos professores para transcrição das questões para o braille e também direcionava as respostas das avaliações do estudante para transcrição do braille para o português. Como o centro é público e recebe demandas de várias instituições da cidade, o tempo de envio e devolução de materiais adaptados para o braille levava em torno de 15 a 30 dias para ser enviado e devolvido, o que dificultava a produção de atividades para o dia a dia em sala. Sendo assim, a produção de materiais didáticos feitos pelo centro era restrita às avaliações.

A produção de materiais didáticos adaptados que incluíam a escrita em braille faziam parte da prática pedagógica da primeira autora em função de experiências anteriores, sobretudo com estágios supervisionados e cursos de escrita em braille e audiodescrição. Em diálogo com a coordenação pedagógica da escola e após o primeiro contato com a turma, iniciou-se a produção de materiais adaptados para as aulas, com o objetivo de promover maior autonomia ao estudante, utilizando recursos em braille. Ao longo do ano letivo, o estudante era acompanhado para as atividades realizadas em sala por uma mediadora que, embora não tivesse o domínio do braille, o auxiliava com audiodescrição e no manuseio dos materiais. Além disso, percebeu-se que o estudante sempre recebia apoio dos colegas. Como a turma já o acompanhava desde o Ensino Fundamental - anos iniciais, de forma geral, buscavam auxiliá-lo quando necessário na locomoção pela escola ou nas atividades realizadas em sala. À vista disso, muitas atividades realizadas buscavam promover a interação entre a turma, pois ela tinha uma preocupação em incluí-lo.

Ao longo do ano escolar, o estudante em questão realizou outras atividades relacionadas a conteúdos de geometria em conjunto com a turma, utilizando inclusive recursos como régua (com escrita em braille) e compasso adaptado com uso do barbante em sala de aula. Percebeu-se que era necessário conciliar os momentos em classe onde o estudante teria que realizar as mesmas atividades dos demais estudantes, mas com materiais manipuláveis ou audiodescrição quando necessário, e momentos extraclasses com recursos adaptados.

O processo de escrita em braille foi feito com os seguintes instrumentos: Reglete de bolso e punção tradicionais e folhas de papel cartão (que possuem uma gramatura um pouco mais grossa). De forma simplificada, temos que uma reglete no modelo usado possui 112 células (espaço onde se produz um sinal braille) distribuídos igualmente em 4 fileiras com 28 células cada. Cada célula possui seis pontos organizados em duas colunas com 3 linhas cada. De modo geral, e como foi utilizado neste relato, podemos fazer diversas combinações de pontos para representar letras, números e sinais matemáticos, nesse último seguindo o Código Matemático Unificado para Língua Portuguesa (Brasil, 2006). Apresentamos na Figura 1 um exemplo simples de representação com o sistema braille.

Representação	Significado
	a
	1
	1+1=2

Figura 1: Exemplo de representação em braille e seu significado

Fonte: Autores (2023).

No uso da reglete e punção tradicionais precisamos escrever afundando a punção no papel para que a folha fique marcada pelo espaço do ponto na célula, logo a escrita deve ser feita da direita para a esquerda, porque as palavras são lidas pelo relevo virando-se a folha.

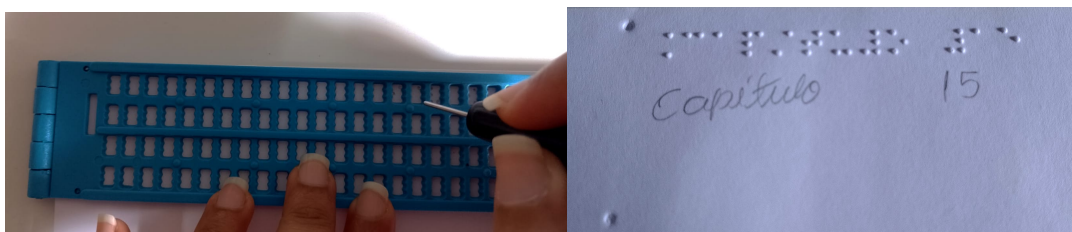


Figura 2: Marcação de pontos no papel com reglete de bolso e a punção para escrita braille

Fonte: Autores (2023).

Com a Figura 2 conseguimos representar a descrição do processo para escrita em braille em uma folha. Inicialmente sendo feita a marcação dos pontos na célula para em seguida conseguirmos ter o relevo no verso da folha, onde é realizada a leitura do braille. Embora inicialmente o procedimento pareça ser complexo, com a prática, percebemos que podemos realizar diversas combinações de forma simples, com poucos recursos e que ao final podem oferecer à pessoa com deficiência visual um material acessível. A partir de outras experiências docentes em sala de aula com a produção de materiais didáticos adaptados, compreendeu-se a importância para autonomia e acessibilidade do estudante inserir o braille nos recursos a serem utilizados, à vista disso, a linguagem tátil por si só é um potencializador para que um material adaptado se torne uma Tecnologia Assistiva.

É importante ressaltar que a descrição que será feita é um recorte das práticas realizadas em momentos síncronos e assíncronos ao longo do capítulo do material didático, que consistia em um livro digital, sobre área de polígonos e círculos. O objetivo neste relato é trazer uma apresentação mais direcionada da proposta feita para o uso pelo estudante dos recursos adaptados construídos. O material apresentado neste relato foi mais utilizado pelo estudante em casa, pois no período o mesmo estava passando por

alguns problemas de saúde e necessitava receber o conteúdo passado de forma remota e assíncrona. Esse contexto e o desejo de estimular um contato com a Matemática que não dependesse do auxílio direto de um mediador conduziu a docente a pensar em uma estratégia pedagógica com materiais didáticos adaptados que possibilitasse a autonomia do estudante para conseguir acessar os recursos disponibilizados e ter uma aprendizagem que não se reduzisse a decorar fórmulas, mas que fosse significativa. Além do domínio do braille, o estudante tinha bastante autonomia para manusear o seu laptop e acessar os materiais disponibilizados, o que favoreceu o desenvolvimento da proposta didática.

4 Descrição da proposta didática

O conteúdo explorado intitulado como “Área de polígonos e círculos” estava inserido no terceiro trimestre como capítulo 15 na sequência do livro didático digital. A partir da análise do capítulo mencionado, o primeiro passo consistiu na escolha do recurso adaptativo a ser utilizado, onde optou-se pela utilização de Tecnologias Assistivas que dessem maior autonomia de exploração do material e de tomada de decisão quanto ao momento do estudo. O procedimento de elaboração estratégica e produção do material foi de aproximadamente um mês, destaca-se que as etapas que serão descritas foram feitas pela professora da turma (primeira autora) em momentos extraclasse, fora do ambiente escolar e com recursos próprios. Assim, a adaptação foi feita em duas partes complementares, a primeira consistia na construção de um material didático manipulável e a segunda na elaboração da audiodescrição dos materiais construídos.

A partir dessa decisão, o próximo passo foi a escolha dos recursos a serem utilizados na confecção dos materiais manipuláveis. Levando em consideração a importância da exploração tátil, optou-se por utilizar papel Paraná, por ser um material resistente, mas também suficientemente maleável para permitir construções. O processo de desenho das formas estudadas foi feito com rigor geométrico com o auxílio da régua, par de esquadros e compasso. Construídas as formas geométricas, o passo seguinte foi o recorte e a pintura com tinta spray (no planejamento, embora o material fosse destinado ao estudante que necessitava da adaptação, o material também seria utilizado em alguns momentos em sala por toda a turma). Logo após, foi feita a marcação com cola 3D (cola de alto relevo) para distinção tátil das características das figuras, que seriam úteis para o entendimento do cálculo de área.

Ao total, foram feitas 8 figuras geométricas que seriam abordadas no capítulo: paralelogramo, retângulo, losango, quadrado, trapézio (retângulo e isósceles), triângulo e círculo. A Figura 3 apresenta algumas das etapas descritas do processo de construção.

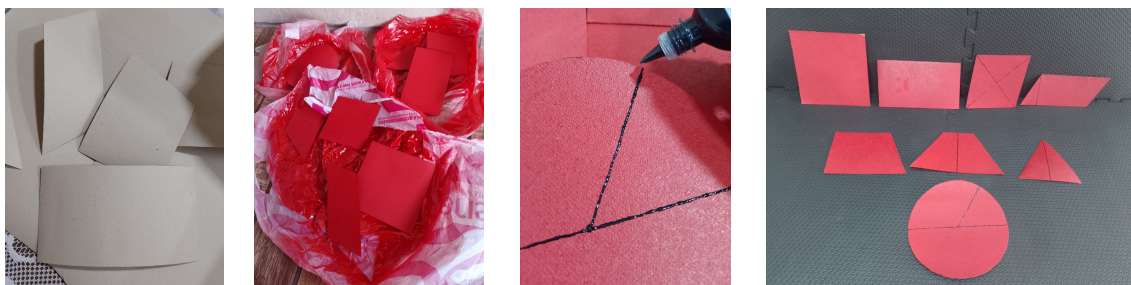


Figura 3: Representação das etapas de construção do material didático manipulável

Fonte: Autores (2023).

Considerando-se que existam outros conceitos que poderiam ser abordados com o material a ser produzido a exemplo dos quadriláteros notáveis e suas características, tipos de triângulos ou mesmo elementos do círculo e da circunferência, uma das dificuldades encontradas no processo de construção foi a escolha de quais características das formas geométricas inserir. Entretanto, o foco foi, pelo menos inicialmente, ter uma abordagem mais delimitada trazendo elementos que seriam úteis para a compreensão do cálculo de área com o material disponível, porém, sem deixar o material com excesso de informações, pois a proposta era que o estudante tivesse a possibilidade de manusear o recurso sozinho.

O objetivo também foi produzir materiais utilizando recursos acessíveis. Embora existam atualmente outras tecnologias para a confecção de materiais manipuláveis para pessoas cegas, essas tecnologias não estavam disponíveis durante o processo aqui descrito. A partir da análise do conteúdo e das fórmulas de cálculo de área foram representados com a cola 3D as diagonais do losango, as alturas do trapézio isósceles, do paralelogramo e do triângulo, foram representados também o diâmetro e o raio do círculo (o centro do círculo foi marcado incluindo-se um acúmulo maior de cola no ponto referente ao centro). No retângulo, quadrado e no trapézio retângulo até cogitou-se a possibilidade de incluir com cola 3D alguma característica, mas tendo como norteadora a percepção tátil, no momento da construção considerou-se que elementos muito próximos à borda para representar os lados não seriam muito úteis para o toque.

O último passo da construção do material consistiu na escrita em braille (com o auxílio da punção e reglete de bolso) das fórmulas do cálculo de área das figuras estudadas a serem colocadas no verso do material, que foi um dos maiores desafios nesse processo.

É fundamental manter a escrita matemática, entretanto a forma de escrita precisa ser adaptada para que o leitor do braille consiga compreender a fórmula. Nesse momento, foi necessário pensar na estratégia de estrutura de leitura de uma pessoa cega, embora a construção estivesse sendo feita por uma pessoa vidente, foi preciso realizar esse procedimento sem impor ao estudante a forma vidente de ler o mundo, pois ele já tem sua própria forma.

No braille, conforme previsto no Código Matemático Unificado para Língua Portuguesa (documento oficial que orienta a escrita dos símbolos matemáticos em braille), a estruturação de fórmulas matemáticas é parecida com a que usamos nos primeiros anos do Ensino Fundamental, o sentido lógico do cálculo a ser realizado deve ser mantido, mas escrito em uma única linha. Por exemplo, no 8º ano, no cálculo da área do trapézio geralmente escrevemos $A = \frac{(B+b) \cdot h}{2}$, mas no braille, escrevemos $A = (B + b) \cdot h \div 2$ (estrutura semelhante a utilizada em fórmulas na linguagem de programação). A Figura 4 apresenta o exemplo mencionado.

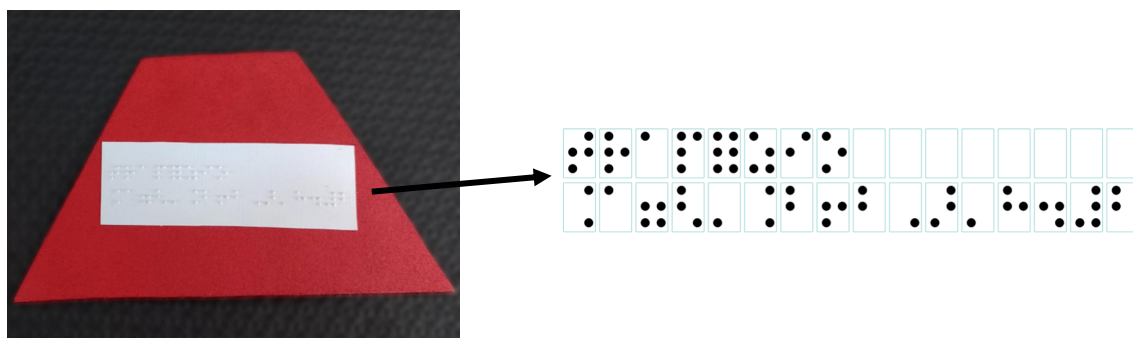


Figura 4: Verso com escrita em braille do material didático manipulável: trapézio
Fonte: Autores (2023).

Na Figura 4, temos em braille na primeira linha o nome da figura geométrica e na segunda a sua respectiva fórmula. Os demais materiais construídos seguiram o mesmo padrão.

A segunda parte, consistiu na elaboração da audiodescrição dos materiais manipuláveis. A ideia foi produzir um conteúdo um pouco mais descontraído, semelhante a um podcast, mas que apresentasse as características principais das formas trabalhadas com suas respectivas fórmulas de cálculo de área. Com a audiodescrição o estudante teria possibilidade de estudar em casa com o auxílio do computador ou mesmo do celular, e com a autonomia, sem ter necessariamente uma supervisão para mediação. Consequentemente, o estudante também poderia escutar o áudio por partes, ou completo, antes, durante ou depois da exploração do material manipulável, escolhendo então, como

seria seu processo de estudo. A função da audiodescrição na prática feita foi o de ser um complemento ao material físico, a ideia consistia em fazer uma transposição do concreto (recurso manipulável) para a abstração com as características gerais de cada figura geométrica enunciada na audiodescrição.

Os recursos construídos, que podem servir de inspiração para trabalhos futuros por profissionais da educação, podem ser analisados na pasta ao clicar no link: “[Material didático adaptado: ensino de polígonos e círculos](#)”.

5 Resultados e Discussão

No decorrer do ano letivo, notou-se que as intervenções feitas com o estudante de forma individual bem como o uso de materiais adaptados estimularam uma maior participação do estudante ao longo das aulas de Matemática. Inicialmente, raras vezes tirava dúvidas ou se propunha a falar em sala, o que foi sendo modificado ao longo do processo. Com isso, percebeu-se também que o estudante tinha mais confiança para expressar seus pensamentos e opiniões em atividades de grupos. Fazendo uma breve retrospectiva compreendemos que o trabalho de adaptação dos conteúdos da geometria apresentados neste relato é resultado de um processo construído durante todo o ano.

No início das intervenções a interação em sala do estudante com o conteúdo era muito restrita a leitura do material didático com auxílio do leitor. Na Figura 5, temos um exemplo de uma atividade proposta sobre quadriláteros (pertencente a um capítulo que antecedeu as ações detalhadas neste relato) onde o estudante recebeu um material adaptado feito com papel Paraná, muito semelhante ao apresentado na Figura 3, mas sem a marcação com cola 3D. Na proposta, o estudante deveria utilizar o material para compreender de forma tátil as classificações e características dos quadriláteros descritas no livro e descrever com suas palavras aspectos mais marcantes de cada quadrilátero. O mesmo optou por não utilizar o material, e realizar a atividade a partir das descrições do livro. Na Figura 5 temos a descrição feita pelo estudante que foi escrito pela mediadora.

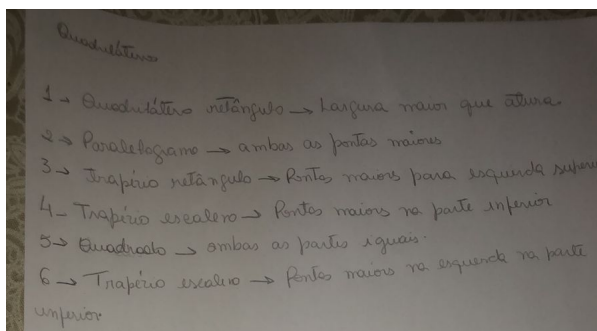


Figura 5: Características dos quadriláteros descritas pelo estudante em atividade proposta
Fonte: Autores (2023).

Posteriormente, uma segunda atividade feita consistia no estudo do caso de congruência de triângulos Lado, Lado, Lado. Nesta proposta, o estudante recebeu medidas para montar um triângulo com palitos de churrasco (chamado de triângulo número 1), o desafio seria montar com o auxílio de uma régua braille um triângulo congruente, ou seja, que tivesse as mesmas medidas (triângulo número 2). Para resolver o problema, a estratégia utilizada pelo estudante foi a de copiar as medidas do triângulo número 1, onde por sinal foi aproveitado um dos lados (Figura 6). Além do objetivo de aprendizagem de compreensão de um dos casos de congruência, a proposta também tinha como meta que o estudante mobilizasse seus conhecimentos para produzir e testar uma conjectura. Após a atividade a postura em sala de aula do estudante teve uma mudança, pois o mesmo percebeu que com materiais adaptados poderia realizar atividades manuais e trabalhar na resolução de problemas da geometria com maior autonomia.

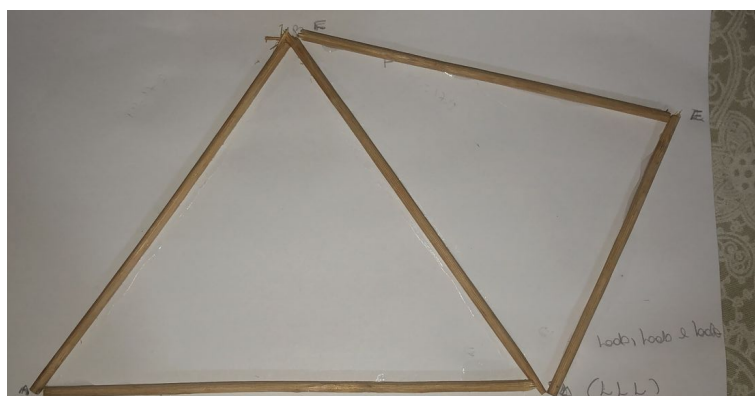


Figura 6: Construção de dois triângulos congruentes com palitos de churrasco
Fonte: Autores (2023).

A partir disso, ressalta-se a necessidade e importância de práticas que busquem estimular a autonomia e consequentemente a autoconfiança dos estudantes, pois essas ações devem visar para além do ensino de um determinado conteúdo escolar.

No livro didático o capítulo no qual o conteúdo estava inserido apresentava dois objetivos de aprendizagem: “calcular a área de quadriláteros notáveis, triângulos e círculos” e “resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo da área de figuras planas”. O material didático desenvolvido buscou auxiliar o estudante no desenvolvimento de habilidades que possibilitasse o alcance destes objetivos. O capítulo mencionado foi avaliativo, no dia da avaliação final, a professora (primeira autora) estava como mediadora para auxiliar na leitura da prova e no manuseio dos materiais adaptados para as questões que o requeriam. Trazemos alguns dados obtidos através deste momento de modo a apresentar resultados das intervenções pedagógicas e do uso das Tecnologias Assistivas construídas. Na Figura 7 temos uma questão que mobilizava conhecimentos sobre área de círculos, além de exigir a interpretação de texto:

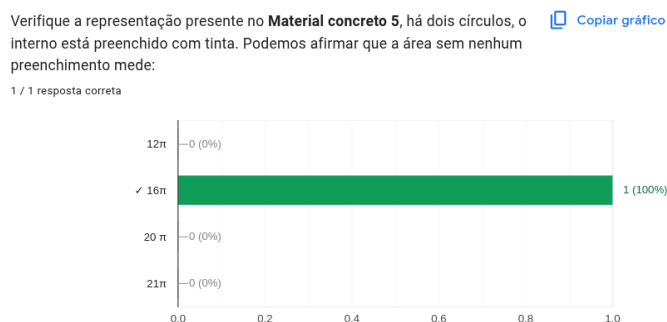


Figura 7: Indicador de questão avaliativa 1 feita pelo estudante
Fonte: Autores (2023).

A adaptação feita para questão consistiu em um material concreto (adaptado) que o estudante teve acesso no momento da avaliação. É preciso destacar que a mesma questão foi utilizada na avaliação padrão para os demais alunos, sendo a única diferença a forma que de representação da situação, sendo uma feita de forma digital e outra de forma física (Figura 8).

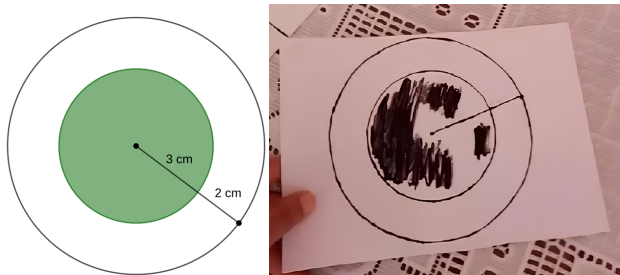


Figura 8: Representação geométrica da situação abordada na questão 1
Fonte: Autores (2023).

Trazemos como exemplo outra questão avaliativa (Figura 9) que foi idêntica a da avaliação padrão feita pelos demais estudantes. No total de 10 questões, as avaliações contaram com 8 questões idênticas das quais em 5 utilizou-se um material adaptado. Em dados, o estudante acertou 70% da avaliação.

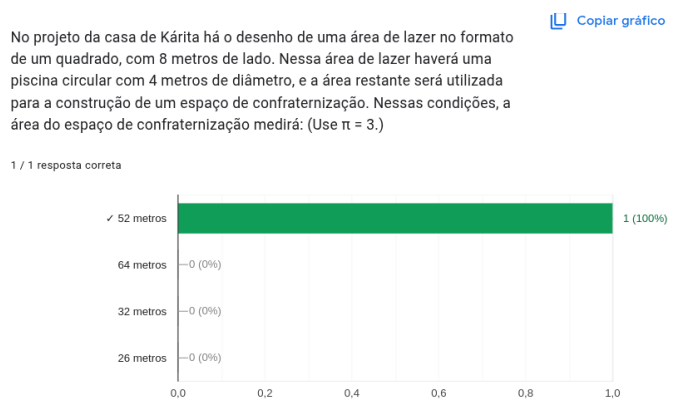


Figura 9: Indicador de questão avaliativa 2 feita pelo estudante
Fonte: Autores (2023).

Quando o estudante fez a devolutiva do material adaptado no dia da prova final de matemática, seus responsáveis que também estavam presentes para acompanhá-lo informaram que perceberam uma maior disposição dele no processo de estudo ao longo do ano, mencionaram também que tinha uma boa memória para gravar dados algébricos, mas dificuldade em relacionar informações relacionadas à geometria (realizar a abstração) e que presenciar momentos de estudos autônomos era muito importante pois a medida que os níveis de ensino avançavam ficava mais difícil instruí-lo em casa. Questionado sobre o material adaptado, o estudante relatou que achou muito útil a percepção tátil no recurso físico e a nomenclatura em braille, e que para ele era importante ter as informações em braille.

Ressalta-se, que no momento de escrita das fórmulas matemáticas em braille, a necessidade do docente de olhar para o estudante e percebê-lo para além de um indivíduo que irá receber o material, mas como um participante do processo de construção da proposta que também tem muito a contribuir. Essa percepção foi importante pois, foi percebendo em sala como o estudante escrevia as fórmulas e equações no laptop com o auxílio do Dosvox, como escrevia e estruturava o texto que pode-se ter uma maior compreensão de como produzir a escrita matemática de forma acessível no material. Percebeu-se ao longo do processo que a acessibilidade muitas vezes consiste em ir além das técnicas, o Código Matemático Unificado para Língua Portuguesa foi indispensável

no processo, mas entender a forma de escrita matemática com o estudante, sem deixar o rigor exigido na lógica matemática, proporcionou uma maior usabilidade do material para o público alvo do material, que são as pessoas cegas. O processo de desenvolvimento da proposta didática apresentou alguns desafios quanto à produção com materiais mais acessíveis à professora que conduziu a prática. Compreendemos que não existem os recursos corretos ou incorretos para a construção de materiais didáticos concretos para estudantes com deficiência visual. Mesmo tendo um pouco de experiência nessa área, cada produção apresenta suas particularidades e a escolha dos materiais dependerá de qual finalidade será dada ao recurso e também de quem receberá o material produzido.

Uma preocupação inicial, referente à escrita em braille, foi acerca do sucesso da leitura do estudante. A produção de materiais contendo informações em braille oferece algumas nuances que precisam ser observadas. Comumente treinos/práticas da escrita em braille por videntes são feitas com folhas de ofício comum, mas para disponibilizar a pessoas cegas precisamos utilizar um papel mais grosso. Essa é uma situação bem delicada com a leitura braille, pois depende de uma escrita correta, mas também dos materiais e do leitor. Fatores como sensibilidade nos dedos, prática de leitura em diferentes superfícies, e quais serão essas superfícies, letramento braille e até se a cegueira foi de nascença ou adquirida podem influenciar na leitura. Nas palavras do estudante, o papel utilizado que tinha uma textura semelhante a folha braille possibilitou uma leitura sem dificuldades, além disso, a cola 3D proporcionou o relevo satisfatório para distinção do que era representado.

É preciso ressaltar que, ao longo do ano letivo outras práticas haviam sido realizadas, e as experiências resultantes somadas a pesquisas e leituras de outros relatos de experiências na mesma área possibilitaram uma escolha mais assertiva dos recursos para construção dos materiais manipuláveis. Compreende-se que práticas educacionais voltadas à inclusão exigem um constante aperfeiçoamento, além de recursos que possibilitem a construção de materiais didáticos adaptados sejam eles físicos ou até mesmo digitais. Infelizmente, nem sempre os docentes têm acesso aos recursos desejados, nessa situação, o auxílio da escola e da família mostram-se ainda mais necessários para, em parceria elaborar planos de ação que visem, dentro do possível, contornar a situação.

Analisando e refletindo sobre a prática desenvolvida, um procedimento que poderia ser feito diferente foi em relação a audiodescrição das figuras representadas no material manipulável. Em discussões feitas pelos autores ao longo da escrita deste relato

percebeu-se que elaborar áudios mais curtos, separando um áudio para cada figura estudada, poderia ser favorável para o estudante, caso ele quisesse revisar algum detalhe específico de uma figura particular. Além disso, com essa estrutura o estudante poderia ter ainda mais autonomia quanto a escolha da ordem do conteúdo estudado.

Uma aprendizagem que ficará desta experiência é em relação ao uso e potencialidades de materiais manipuláveis em sala de aula. Muitas vezes os docentes tendem a inserir em sala tecnologias digitais, o que é muito bom, entretanto, percebe-se que trabalhar com o digital (como os áudios na audiodescrição e o laptop do discente) aliado ao concreto (como os materiais manipuláveis) tendem a favorecer ainda mais as práticas pedagógicas.

6 Considerações Finais

As experiências relatadas neste texto refletem uma prática educacional que teve origem nas reflexões provocadas durante o curso de Especialização em Educação Matemática na Contemporaneidade, oferecido pela Universidade Federal de Alfenas. É importante registrar esse contexto, pois, embora a primeira autora já possuísse vivências anteriores em sala de aula, voltadas para a inclusão de estudantes cegos, um novo horizonte se abriu a partir das propostas da Educação Matemática. Essa área, preocupada com o uso da Matemática como ferramenta para promover a autonomia e uma transformação crítica e social dos estudantes, motivou uma nova abordagem. Com base nessa perspectiva, surgiu o objetivo de refletir sobre os aspectos teóricos e práticos envolvidos no uso de Tecnologias Assistivas no ensino de um estudante cego do 8º ano. Com isso, ao descrever a proposta didática executada, que ocorreu ao longo do percurso do curso da especialização, a finalidade estava em compreender os aspectos pedagógicos que foram assertivos no processo de ensino e aprendizagem do estudante no contexto escolar escolhido, bem como refletir criticamente sobre quais processos poderiam ser aperfeiçoados.

Afirmamos que é necessário trabalhar com Tecnologias Assistivas na perspectiva da Educação Matemática como instrumento de incentivo a autonomia de estudantes com deficiência visual, o que exige do docente a escuta e a busca de compreensão dos estudantes envolvidos no processo. A produção do material didático mencionado foi possível considerando-se três pilares: para quem o recurso estava sendo destinado, ou seja, trazer contribuições e priorizar o feedback do estudante; conhecimentos de

experiências didáticas anteriores; ser um professor-pesquisador, pois em alguns momentos precisamos consultar outras fontes e adaptar a nossa realidade o que tem sido feito por outros docentes.

Na elaboração de materiais didáticos destinados a pessoas com deficiência visual é necessário também pensar na estratégia de estrutura de leitura de uma pessoa não vidente, embora a construção estivesse sendo feita por uma pessoa vidente. Com isso, trazemos que esse processo mostrou que é importante se colocar no lugar do outro, buscando potencializar o seu acesso a recursos por meio da adaptação desses, porém é preciso ter consciência que a finalidade não consiste no que se pode fazer ou construir, mas em atender as especificidades da pessoa com deficiência, priorizando sempre seu lugar de fala. Isso reflete o que ocorreu nesse relato, embora muitos caminhos pudessem ter sido seguidos, o objetivo principal foi delimitar a construção dos materiais didáticos a necessidade do estudante para o conteúdo estudado. É provável que no futuro, revisitando essa escrita e com mais experiência, outras possibilidades possam ser observadas, todavia, desenvolver trabalhos na área de Educação e Ensino consiste em um trabalho de constante construção de conhecimentos.

À vista disso, o objetivo para trabalhos futuros e o convite aos docentes que atuam ou desejam atuar na inclusão na sala de aula na perspectiva da Educação Matemática é desenvolver a prática de ser um professor-pesquisador, que traz para seu trabalho um olhar para o que as Tecnologias Assistivas e a própria Matemática podem proporcionar ao estudante, cego ou não: autonomia.

Referências

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. *In*: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola. **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. 6. ed. São Paulo: Autêntica, 2019. *E-book*.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 01 mar. 2024.

BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial**. Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa / elaboração: Jonir Bechara Cerqueira. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006. Disponível em: http://antigo.ibe.gov.br/images/conteudo/AREAS_ESPECIAIS/CEGUEIRA_E_BAIXA_VISA_O/Braille/Cdigo-Matemtico-Unificado.pdf. Acesso em: 1 mar. 2024.

FERNANDES, Solange Hassan Ahmad Ali; HEALY, Lulu. Ensaio sobre a inclusão na Educação Matemática. **UNIÓN-REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA**, local, v. 3, n. 10, 2007. Disponível em: <https://matematicainclusiva.net.br/pdf/Ensaio%20sobre%20a%20inclusao%20na%20Educacao%20Matematica.pdf>. Acesso em: 08 mar. de 2024.

GALVÃO FILHO, Teófilo. A Tecnologia Assistiva: de que se trata? In: MACHADO, Guilherme José de Carvalho; SOBRAL, Maria Neide. (Org.). **Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade**. 1. ed. Porto Alegre: Redes Editora, 2009. p. 207-235.

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. Pesquisa qualitativa e Educação (Matemática): de regulações, regulamentos, tempos e depoimentos. **Mimesis**, Bauru, v. 22, n. 1, p. 35-48, 2001. Disponível em: https://secure.unisagrado.edu.br/static/biblioteca/mimesis/mimesis_v22_n1_2001_art_02.pdf. Acesso em: 24 mar. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KLEINA, Claudio. **Tecnologia assistiva em educação especial e educação inclusiva**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2012. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 25 jan. 2024.

MANRIQUE, Ana Lúcia; VIANA, Elton de Andrade. **Educação matemática e educação especial: diálogos e contribuições**. 1. ed. São Paulo: Autêntica, 2020. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 19 jan. 2024.

MARQUES, Janote Pires. A “observação participante” na pesquisa de campo em Educação. **Educação em foco**, local, v. 19, n. 28, p. 263-284, 2016. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/1221/985>. Acesso em: 24 mar. 2024.

RAMOS, Rossana. **Inclusão na prática: estratégias eficazes para a educação inclusiva**. 4. ed. São Paulo: Summus, 2023. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 23 jan. 2024.

ROSA, Fernanda; BARALDI, Ivete. Narrativas de si: o que professores (de matemática) e alunos com deficiência visual contam sobre suas formações?. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Paraná, v. 6, n. 10, p. 118-134, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/rpem/article/view/6052/4075>. Acesso em 10 fev. 2024.

SKOVSMOSE, Ole. **Um convite à educação matemática crítica**. 1. ed. Campinas, SP: Papirus, 2023. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 23 jan. 2024.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2.ed. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1986.

Recebido em: 07 de setembro de 2024

Aceito em: 27 de fevereiro de 2025