



Reflexões pedagógicas sobre a utilização de recursos Grafo-táteis na educação de estudantes com Deficiência Visual

Pedagogical Reflections on the use of Tactile Graphic Resources in the Education of Students with Visual Impairments

Fábio Garcia Bernardo¹
Rafael Duarte Santos²

Resumo: O trabalho, de natureza qualitativa, tem por objetivo apresentar orientações advindas da literatura de pesquisa para o desenvolvimento de recursos e materiais acessíveis, em especial materiais grafo-táteis, além de promover reflexão acerca da necessidade de encará-los como recursos de mediação, levando-se em conta as reflexões pedagógicas que circundam a utilização desses recursos. Discute-se o conceito de mediação, atribuído tanto aos recursos quanto ao papel do professor, e aponta caminhos para sua utilização em atividades de ensino. Os resultados apontam para a necessidade de se desenvolver recursos e materiais acessíveis, enquanto meio essencial de acesso ao aprendizado de conceitos com apelo visual, de modo a possibilitar que os estudantes com Deficiência Visual possam participar ativamente das aulas de matemática.

Palavras-chave: Acessibilidade. Educação Matemática. Educação Especial. Mediação

Abstract: This qualitative study aims to present guidelines from research literature for the development of accessible resources and materials, particularly tactile graphic materials, while also fostering reflection on the need to view these materials as mediation tools, taking into account the pedagogical reflections surrounding their use. The concept of mediation, attributed both to the resources and to the teacher's role, is discussed, and pathways for their use in teaching activities are suggested. The results indicate the necessity of developing accessible resources and materials as an essential means for facilitating the learning of visually oriented concepts, thus enabling students with visual impairments to actively participate in mathematics classes.

Keywords: Accessibility. Mathematic Education. Especial Education. Mediation

1 Introdução

A Educação é um direito fundamental de todos garantido pela Constituição Federal, reiterado por diversos outros documentos, políticas públicas e instrumentos legais. O termo todos, não diferencia pessoas, etnias, gênero, características pessoais, físicas ou cognitivas, uma vez que todos são todos. Ao longo do tempo, a crescente presença de estudantes com deficiência nas escolas têm causado profundas transformações nos espaços educacionais. Primeiro, porque passaram a ocupar um espaço que, embora garantido por direito e leis, não foi planejado, pensado e preparado para recebê-los. Segundo, porque a educação depende, acima de tudo, de acessibilidade em suas múltiplas dimensões, o que também não se observa na maioria das escolas brasileiras.

A compreensão da deficiência em seus aspectos biopsicossociais se assenta na importância de reconhecer, não apenas as necessidades individuais dos estudantes, mas também as barreiras sociais, ambientais, atitudinais e pedagógicas que podem dificultar ou impedir sua

¹ Instituto Benjamin Constant • Rio de Janeiro – RJ, — Brasil • ✉ fabiobernardo@ibc.gov.br • ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3785-4184>

² Instituto Benjamin Constant/UFRJ • Rio de Janeiro – RJ, — Brasil • ✉ rafaelduartesantos2003@gmail.com • ORCID <https://orcid.org/0009-0005-0446-793X>



participação em sociedade e o seu desenvolvimento pleno. Diante disso, a remoção e/ou minimização dessas barreiras se traduz em possibilitar não só acesso à escola, mas também as condições adequadas e satisfatórias para que possam participar das atividades oferecidas aos demais estudantes e, assim, terem condições de aprendizado. A acessibilidade se torna então fundamental para promover equidade nas oportunidades de ensino, independentemente da deficiência, pois essa beneficia a todos.

No contexto da matemática, uma disciplina muitas vezes com grande apelo visual, a inclusão de estudantes com Deficiência Visual (DV) apresenta desafios únicos. Nesse aspecto, é fundamental reconhecer que a acessibilidade não se limita a adaptação de atividades, como por exemplo a disponibilização de recursos táteis, uma vez que o uso destes materiais precisa ser feito de forma intencional, articulados com a devida problematização e em um contexto que possibilite a participação destes estudantes nas discussões/reflexões de sala de aula. Assim, a mera disponibilização de recursos táteis para o estudante com DV, muitas vezes apenas na Sala de Recursos Multifuncionais (SRM), pode ser tão ineficiente quanto entregar um livro didático para uma criança vidente e esperar que ela aprenda sozinha, sem o auxílio do professor.

No que se refere a recursos de acessibilidade para estudantes com DV, destaca-se, aqui, os materiais grafo-táteis, que são definidos como representações que fazem uso de elementos textuais, em braille e/ou em tinta (com fonte ampliada) e de elementos gráficos em relevo, com diferentes texturas, usualmente utilizados na acessibilização de figuras, tabelas, letras, numerais, símbolos e outros elementos imagéticos, em uma leitura acessível à pessoa com DV (Zucherato; Freitas, 2011, Rosa, 2015; Santos, 2022; Bernardo, Rust, 2018; Sonza, Salton, Poletto, 2020, Segadas *et al*, 2023). Estes recursos, que combinam diferentes representações táteis, têm emergido na literatura como importante ferramenta para facilitar a compreensão de diferentes conceitos por parte de estudantes com DV e, portanto, devem ser encarados como instrumentos mediadores do processo de aprendizagem. Quando disponibilizados em contexto de sala de aula e associados a problematização, a mediação e a participação dos demais estudantes sem deficiência, de forma colaborativa, torna-se essencial.

Nesse contexto, este trabalho tem o objetivo discutir a importância de se estabelecer uma estreita relação entre a utilização de recursos didáticos táteis e grafo-táteis e as necessárias reflexões pedagógicas subjacentes a essa utilização, enquanto estratégia de ensino para estudantes com DV, para que todos possam participar das atividades propostas pelo professor.

Trata-se de pesquisa de natureza qualitativa, alicerçada na revisão de literatura, em referências que apontam caminhos para o desenvolvimento de materiais grafo-táteis, que defendem a sua utilização e que discutem estratégias para serem utilizados em atividades de ensino. A partir desta introdução, o texto está dividido em três seções, dentre as quais, na primeira, apresenta-se o conceito de mediação, signos e instrumentos (Vigotski, 2001, Motta, 2024), estes últimos enquanto recursos e estratégias que podem favorecer o acesso a um estágio de desenvolvimento para além daquele que se encontra o estudante, promovendo, desse modo, aprendizado. Em seguida, discute-se as diferentes formas de se conceber, elaborar e desenvolver materiais grafo-táteis, enquanto instrumentos de mediação no processo de ensino e aprendizagem (Cerqueira, Ferreira, 2000; Zucherato, Freitas, 2011; Rosa, 2015; Santos, 2022; Bernardo, Rust, 2018; Sonza, Salton, Poletto, 2020; Segadas *et al*, 2023, Sampaio, Bernardo 2023). Na terceira seção, apresenta-se algumas reflexões pedagógicas acerca dessa utilização, que abarcam a necessidade de se levar em conta a utilização desses recursos com intencionalidade pedagógica, para que não sejam confundidos com uma pseudo acessibilidade.



2 A utilização de recursos táteis enquanto mediadores pedagógicos

Neste trabalho, a mediação pedagógica na educação de estudantes com DV, refere-se à utilização de signos, instrumentos, materiais e recursos, e representações simbólicas, como ferramentas para facilitar/possibilitar o processo de ensino-aprendizagem. Essa abordagem está fundamentada na teoria sociointeracionista de Lev Vygotsky (2001), que se assenta na importância de instrumentos e signos na mediação do desenvolvimento cognitivo humano. Segundo Motta (2024), a mediação também pode ser realizada pelo professor, enquanto um terceiro elemento entre dois outros (sujeito e aprendizado), que deve estabelecer uma relação direta ou indireta entre os dois primeiros. A presença de um instrumento mediador torna a relação entre o organismo e o conhecimento possível, sobretudo quando se trata de um processo conceitual, abstrato. Para Vigotski (2001), há dois tipos de elementos mediadores: os instrumentos e os signos. Segundo ele, o desenvolvimento humano estaria na origem das atividades coletivas, no estabelecimento de relações sociais, bem como na intervenção por instrumentos, que se colocam entre o homem e a natureza, possibilitando alterá-la. Em nosso caso chamamos de instrumentos os materiais grafo-táteis que vamos definir e apresentar na próxima seção. Já em relação aos signos, eles podem ser definidos como representações mentais que substituem os elementos do mundo real. De acordo com Motta (2024, n.p.), os signos “são os instrumentos internos, voltados ao próprio sujeito com a intenção de transformá-lo”. Nesse aspecto, consideramos os materiais grafo-táteis como aqueles que podem auxiliar no estabelecimento de significados aos estudantes com DV, com a finalidade de ensinar ou consolidar um conceito, enquanto uma generalização que traz consigo uma abstração. Segundo Vygotsky (2001), a generalização ocorre a partir da percepção das semelhanças e diferenças dos objetos ou fenômenos presentes na realidade concreta.

Todavia, a importância do papel ativo dos estudantes deve ser apoiado e orientado pelo professor para facilitar esse processo. É uma abordagem centrada no aluno, que busca promover uma aprendizagem significativa, por meio de instrumentos e signos, porém intermediada pelo professor. A mediação pedagógica, tanto por parte do professor, quanto pela utilização de recursos é, assim, a ação intencional que promove movimento no processo de conhecimento do sujeito. Ela ocorre quando o professor, um parceiro mais experiente, seus colegas de turma ou recurso/instrumento, apoiam o sujeito no avanço daquilo que ele já sabe sobre um determinado assunto, para que ele possa ser estimulado a avançar para além do ponto que já se encontrava (Motta, 2024). É o que Vygotsky (2001), chama de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que se caracteriza pela distância entre o desenvolvimento atual do indivíduo e o desenvolvimento potencial guiado.

O autor chama a atenção então para que os professores se atentem para identificar o nível de desenvolvimento do indivíduo, que indica aquilo que o estudante consegue fazer por si só e o nível de desenvolvimento potencial, que caracteriza aquilo que ele consegue fazer com a ajuda dos outros, em interação social. Na prática, o (re)conhecimento do estudante, suas demandas, habilidades, motivações e aquilo que o motiva é o ponto de partida para que se possa planejar as aulas com atividades ressignificantes, de modo a alcançar a ZDP, fazendo uso de conceitos e procedimentos, em busca da abstração necessária ao aprendizado de matemática.

Desse ponto de vista, os instrumentos devem atuar, não somente no espaço no qual o aluno resolve problemas de forma independente, mas justamente na região em que pode avançar, com a ajuda do professor e/ou dos colegas, de modo a alcançar o que antes era inacessível por conta própria. Essa é a essência da mediação.



3 Materiais e Recursos táteis e grafo-táteis enquanto instrumentos de mediação

Diversas pesquisas realizadas com estudantes com DV defendem e utilizam materiais táteis e grafo-táteis em suas investigações (Zucherato; Freitas, 2011, Rosa, 2015, Liberto; Ribeiro e Simões 2017, Santos, 2022, Bernardo; Rust, 2018, Sonza, Salton, Poletto, 2020, Sampaio, Bernardo, 2023, Segadas *et al*, 2023) e os resultados apontam para uma ferramenta que contribui para a participação mais ativa nas aulas e a possibilidade de acesso aos conteúdos imagéticos de forma mais equânime, o que faz desses recursos um forte aliado da Educação Matemática. Liberto; Ribeiro e Simões (2017), destacam que os aparelhos sensoriais e motores do corpo são instrumentos mediadores que possibilitam a criação de imagens mentais. Segundo eles, as informações vindas das diferentes fontes sensoriais (tato, olfato, audição) podem ser convertidas, de modo a dar sentido e significado à informação, fazendo a ponte entre os componentes físicos e os cognitivos, processo fundamental para a aprendizagem e acesso ao conhecimento.

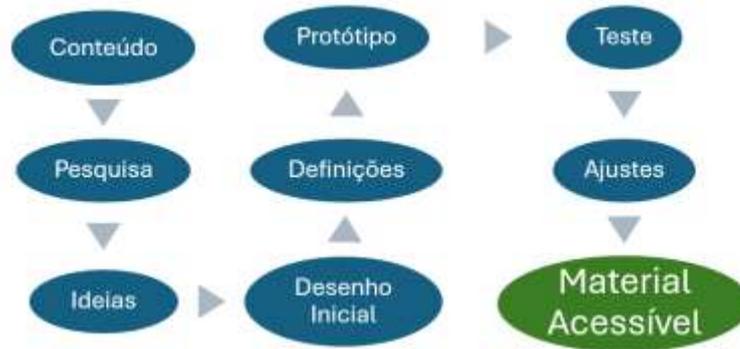
Cerqueira e Ferreira (2000) definem recursos didáticos para estudantes com DV como aqueles que podem ser utilizados em todas as disciplinas “sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem” (p.1). Segundo Rosa (2015), recursos didáticos acessíveis, dentre os quais os grafo-táteis, possuem um papel preponderante na escolarização desses estudantes e são excelentes exemplos de materiais que reduzem o hiato entre a representação visual e a percepção tangível, facilitando o entendimento de objetos educacionais.

Para a confecção e desenvolvimento desses recursos deve se levar em conta diferentes aspectos, tais como o tamanho equilibrado, adequado às necessidades da aula, do estudante e do professor. A significação tátil, relevo perceptível e, sempre que possível, constituir-se de diferentes texturas, informações textuais em braille e em tinta, e legendas, para melhor destacar as partes componentes. Além disso, recomenda-se cores contrastantes, para melhor estimular a visão funcional do aluno com baixa visão e materiais do tipo liso/áspero, fino/espesso, de modo a permitir distinções táteis. Outro ponto importante é a necessária testagem dos materiais, em busca de “aceitação” por parte dos estudantes, pois não deve provocar rejeição ao manuseio. A facilidade de manuseio e a resistência também devem ser levadas em conta, pois os materiais devem ser simples, proporcionando ao aluno uma utilização adequada à sala de aula e confeccionados de modo que não se estraguem com facilidade, considerando o frequente uso (Cerqueira, Ferreira, 2000).

Sobre o desenvolvimento desses recursos, o Centro Tecnológico de Acessibilidade (CTA) e o Centro de Referência em Tecnologia Assistiva (CRTA), em conjunto com a Assessoria de Ações Afirmativas, Inclusivas e Diversidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), tem contribuições relevantes para a área, se destacando como um importante disseminador de conhecimentos. A partir das demandas dos estudantes, Sonza, Salton, Poletto, (2020), pesquisadoras do CTA-IFRS, trazem como contribuições um roteiro para a confecção e desenvolvimento de materiais grafo-táteis, não como uma “receita de bolo”, mas como um processo reflexivo de desenvolvimento de recursos. Segundo as autoras, o processo deve se iniciar pela pesquisa a respeito do conteúdo a ser apresentado, o que sugere “um embasamento teórico, que irá auxiliar nas decisões sobre de que forma as informações deverão ser apresentadas. A partir daí, é importante um momento de *brainstorming*, no qual poderão surgir ideias e propostas, mesmo que ainda não estruturadas” (Sonza, Salton, Poletto, 2020, p. 62). A Figura 1, a seguir apresenta o passo a passo sugerido pelas autoras.



Figura 1: Passo a passo para a confecção de material grafo-tátil acessível



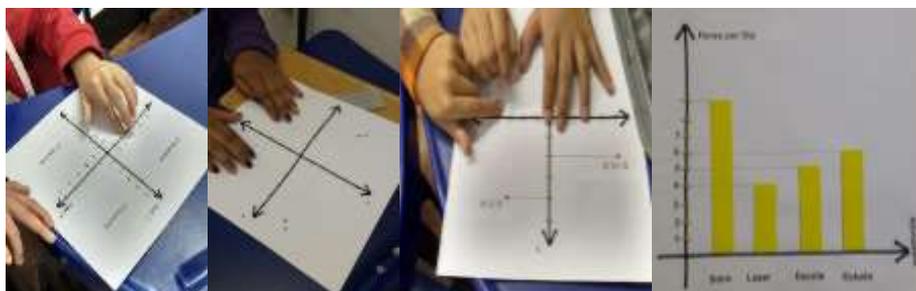
Fonte: Adaptado de Sonza, Salton, Poletto (2020)

O conteúdo se refere ao material em si a ser confeccionado. A pesquisa se refere ao embasamento teórico necessário ao desenvolvimento do recurso. Já as ideias, o Desenho inicial e as definições apresentarão o que virá a se tornar o recurso tátil, momento em que se escolhe os materiais a serem utilizados (linhas, barbantes, aviamentos, EVA, cola, tesoura, etc.). Segue-se então para a confecção do protótipo, e a fase de testes e ajustes, que deve se dar com a participação da pessoa/estudante que será usuário do recurso. Nessa etapa se faz necessária a definição de detalhes, tais como a utilização ou não de textos em braille ou em letras ampliadas e o foco naquilo que atende as necessidades da(s) atividade(s) de ensino. A seguir, apresentamos as diferentes formas de se produzir materiais grafo-táteis.

3.1 Materiais grafo-táteis confeccionados de forma artesanal

São considerados recursos de baixa complexidade, que se sustentam nas necessidades do professor e se alicerçam na criatividade de quem os desenvolve. Bernardo e Rust (2018), apontam que para a confecção dos materiais, é comum utilizar-se: “E.V.A. com cores contrastantes e com diferentes texturas, linhas enceradas com diferentes espessuras, adquiridas em lojas de aviamentos, papel cartão texturizado, papel panamá, pérolas, espuma, cola e tesoura” (p.7), entre outros materiais reciclados e de uso comum. Além disso, é fundamental que os materiais promovam a maior autonomia possível em seu manuseio, de modo que é importante conter título, legendas, fontes e informações em tinta (ampliado) e em braille, sempre que possível. A Figuras 2 e 3, a seguir, apresentam alguns desses materiais.

Figura 2: Plano Cartesiano e gráfico de barras verticais confeccionados de forma artesanal



Fonte: Bernardo; Rust (2018)



Figura 3: Gráfico de barras horizontais, de setores e de barras verticais



Fonte: Zucherato; Freitas (2011)

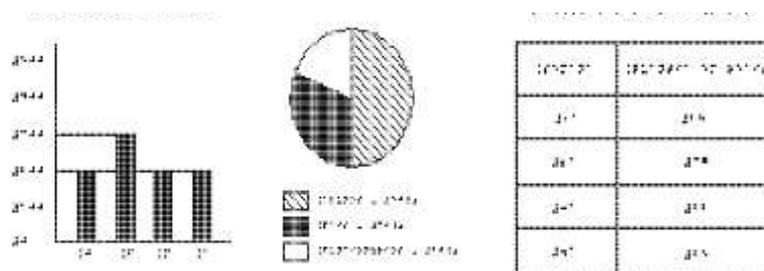
Os recursos são ditos artesanais, pois foram confeccionados manualmente, com materiais de baixa custo, fazendo uso, acima de tudo, da criatividade de quem os desenvolve.

3.2 Materiais grafo-táteis confeccionados por meio do *Software Monet*

O *software* livre *Monet* é um programa gerador de gráficos táteis, fórmulas matemáticas, figuras geométricas, desenhos e imagens que possibilita a impressão, utilizando as impressoras braille. Segundo seus desenvolvedores, o grupo *Acessibilidade Brasil* (<http://www.acessibilidadebrasil.org.br>), o programa possui características semelhantes a outros programas geradores de imagens e desenhos, que podem ser construídas em camadas, facilitando a construção de gráficos e desenhos para serem impressos em relevo.

O *software* possui interface similar ao *paint*, encontrado no Sistema operacional *Windows*, que possibilita utilizar desenhos, imagens e figuras geométricas, já existentes em sua biblioteca de imagens, mas também possibilita importar de imagens, de modo a serem “brailizadas”, para serem impressas com pontos do Sistema Braille. A Figura 3 apresenta algumas imagens de materiais grafo-táteis desenvolvidos pelo *software Monet*.

Figura 4: Gráfico de barras verticais, gráfico de setores e um quadro desenvolvidos no *Software Monet*



Fonte: Adaptado de Santos (2022)

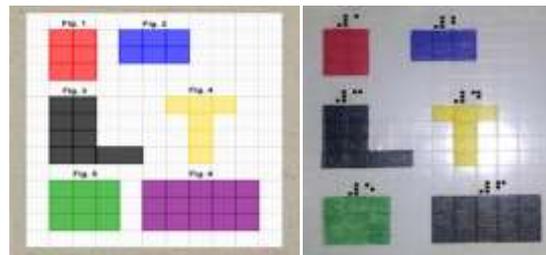
O *software* é livre, ou seja, pode ser baixado e utilizado por qualquer um. No entanto, é um recurso que necessita de uma impressora braille para que as atividades desenvolvidas sejam impressas, o que, em grande medida necessitará do apoio de um professor/profissional com formação em Educação Especial na escola. As legendas, títulos e informações textuais aparecem em braille na Figura 4. Embora desfocadas em função da redução da imagem, o mais importante é a apresentação da forma como os gráficos são produzidos pelo *software*.

3.3 Materiais grafo-táteis confeccionados por meio do *Thermoform*



Trata-se de um recurso de Tecnologia Assistiva, já presente em instituições de ensino, instituições especializadas e de pesquisa, mas ainda não presente em massa nas escolas. Destaca-se o Instituto Benjamin Constant enquanto instituição que produz e disponibiliza, gratuitamente, diversos materiais produzidos em *Thermoform* a instituições públicas que assim o desejarem (mais informações em <https://www.gov.br/ibc/pt-br/pesquisa-e-tecnologia/materiais-especializados-1/materiais-didaticos>). Todavia, de forma breve, Segadas et al (2023), destacam que a produção de materiais no dispositivo envolve o desenvolvimento de uma matriz artesanal, utilizada como molde. Inicialmente, os desenhos que compõem a matriz podem ser criados programas de edição (*Microsoft Word, Paint, Geogebra, Photoshop*, etc.), com o intuito de se produzir uma imagem clara e objetiva, a ser texturizada. Nesta etapa, utilizam-se os materiais de aviamentos já citados anteriormente, que podem ser: linhas, barbantes, lixas, miçangas não plásticas, entre outros. Esses materiais serão colados à matriz, juntamente com as informações textuais em tinta e em braille. Com a utilização de uma película de PVC, denominada *braillex*, colocada em cima da matriz, o equipamento, por meio do processo denominado *termovácuo*, impõe relevos e diferentes texturas e os textos presentes no molde. A Figura 5 apresenta um material desenvolvido e confeccionado no *Thermoform*.

Figura 5: Matriz e material grafo-tátil desenvolvido no *Thermoform*



Fonte: Segadas et al (2023)

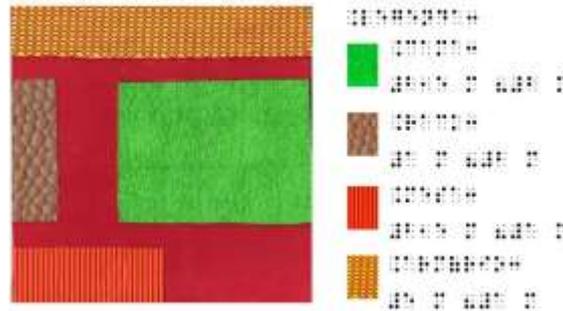
A utilização da máquina *Thermoform* exige a presença de um profissional especializado para a sua produção, além de materiais e técnicas adequadas para a confecção das matrizes, tal como a não utilização de materiais plásticos, devido as altas temperaturas em que atua. O grande potencial desses materiais é que podem ser reproduzidos em larga escala e são duráveis, pois os relevos ficam nas películas de PVC e podem ser utilizados por todos em sala de aula.

3.4 Materiais táteis

Os materiais táteis são constituídos de figuras, artefatos e representações em relevo, que possibilitam a resolução de problemas, acesso a imagens contidas em livros, provas e avaliações, de modo que o estudante possa tatear o recurso e ter autonomia na exploração (Sampaio, Bernardo, 2023). Em geral, são mais simples que os grafo-táteis, pois visam atender a demandas pontuais da sala de aula, tais como régua adaptadas, figuras geométricas, artefatos bi e tridimensionais. Podem ser confeccionados de forma artesanal (Figura 6) ou adquiridos em sites na internet (Figura 7).



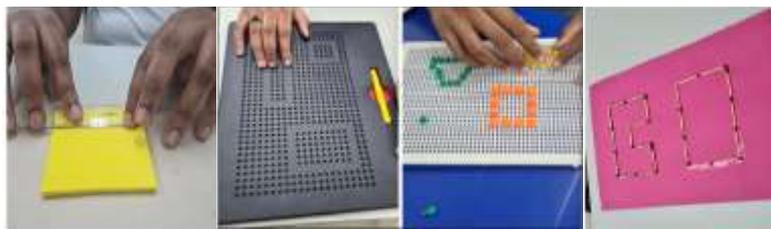
Figura 6: Material tátil para resolução de problema envolvendo o cálculo de área e perímetro



Fonte: Segadas et al (2023)

O recurso apresentado na Figura 6, segundo os autores (Segadas et al, 2023), foi desenvolvido para resolver um problema que envolvia o cálculo da área ocupada pelos móveis de um quarto. A legenda contém as medidas do mobiliário (cama, mesa, armário), de modo que o estudante cego possa ter acesso, por meio do tato, a todas as informações do problema.

Figura 7: Carrossel com quatro imagens de materiais táteis



Fonte: Sampaio, Bernardo (2023) (Adaptado)

Já na Figura 7, são apresentados materiais utilizados em uma atividade de medição, construção de figuras geométricas e o cálculo de áreas e perímetros (Sampaio, Bernardo, 2023). A primeira imagem demonstra um estudante cego utilizando uma régua adaptada (com ranhuras nos números) para medir as dimensões de um quadrilátero. Já a segunda e a terceira indicam recursos adquiridos em um site na internet, que possibilitam que os estudantes construam polígonos e estimem as medidas dos lados, área e perímetro. Por fim, a quarta figura apresenta dois polígonos construídos com palitos de fósforo, com a mesma intencionalidade dos demais.

4 Reflexões pedagógicas sobre a utilização de recursos táteis

Chamamos de reflexões pedagógicas as ideias organizadas que subsidiam a prática educativa, e denotam o modo de realizar o ato educativo. Embora cada professor dê sentido individual sobre elas, é importante destacar que a necessidade de se oferecer ao estudante com DV a possibilidade de participar das aulas de matemática, respeitando suas necessidades individuais, que se traduzem aqui em acessibilidade, é condição premente para o processo de inclusão.

Assim, cabe ao professor e a escola atuarem em direção a tornar a sala de um espaço de convívio e aprendizado. O professor deve procurar (re)conhecer seus alunos, investigar as características e necessidades daqueles com DV, em busca de suas potencialidades e de suas necessidades. Assim, em consonância com os demais estudantes, é necessário investigar acerca da utilização (ou não) de recursos digitais (celular, computador, e-mail, redes sociais), se tem apoio familiar, se utiliza o Sistema Braille ou letras ampliadas, contrastes adequados e se já utilizou os materiais grafo-táteis antes.

Esse (re)conhecimento vai permitir escolher os melhores e mais adequados recursos de acessibilidade para que todos possam participar das atividades propostas. Os recursos, tanto materiais quanto humanos, devem atuar enquanto elementos de mediação, visando fazer com que o estudante



avance em seu processo de aprendizagem. Nesse sentido, todos devem ser convidados a participar desse processo, trabalhando em duplas, trios ou em atividades coletivas, de modo que possam discutir e refletir coletivamente sobre os conceitos que estão sendo trabalhados nas aulas.

Sobre a utilização de materiais grafo-táteis, espera-se que estes possam representar imagens contidas em livros didáticos e/ou em materiais de ensino autorais do professor, não sendo assim algo confeccionado de modo exclusivo aos estudantes com DV. Segundo Levi e Rolli (1994) *apud* Liberto, Ribeiro e Simões (2017), para que a imagem descritiva nos recursos se torne uma abstração que se aproxima ao efeito visual, os signos gráficos e ícones utilizados devem ter uma configuração clara, objetiva e facilmente perceptível ao tato.

Além disso, há de se pensar no tempo adequado para manuseio, interpretação e leitura, o que exige tempo, suporte verbal e mediação adequados. Portanto, não se trata de apenas disponibilizar o recurso ao estudante esperando que o material seja compreensível. A utilização de recursos táteis faz com que sejam revistos ideais conservadores e conteudistas no ensino de matemática, o que pode beneficiar a todos os estudantes, uma vez que uma abordagem aligeirada dos objetos de conhecimento não apresentam resultados satisfatórios de aprendizagem como se observa nos resultados da educação, sempre divulgados pela mídia.

Bernardo e Rust (2018) argumentam que os alunos “devem ter acesso a um material tátil que o permita ter acessibilidade às informações visuais contidas nos problemas, textos e outros materiais visuais, mas não necessariamente a um material que reproduza exatamente as figuras contidas em livros e materiais didáticos” (p.7). Segundo os autores, muitas imagens nos textos didáticos possuem informações acessórias, sem relevância para a resolução de problemas e compreensão de conceitos e definições. O excesso de informações pode mais atrapalhar do que ajudar ao estudante com DV.

Liberto, Ribeiro e Simões (2017) buscaram conhecer as percepções e a pertinência da utilização de recursos grafo-táteis com estudantes com DV e seus professores, no contexto da educação inclusiva. Os resultados apontaram para a importância e necessidade de utilização desses recursos desde os primeiros anos na escola e a pesquisa revelou que as representações geométricas foram as que mais facilmente foram identificadas pelos alunos. Segundo os autores, para poderem ser interpretadas de forma significativa, as representações táteis em relevo devem ser utilizadas nas competências curriculares acadêmicas, de modo a trabalhar os conteúdos disciplinares, ou seja, articuladas com uma atividade de ensino.

Os recursos táteis e grafo-táteis devem ser utilizados como recursos de acessibilidade para possibilitar exploração, investigação e participação ativa na sala de aula. Eles podem ser utilizados para apresentar conceitos, propriedades, demonstrações e na solução de atividades/problemas com apelo visual. O papel de mediação, que pode ser realizado pelo professor regente, profissional que faz mediação nas salas de aula ou pelos demais estudantes, deve se dar no sentido de se discutir as atividades propostas, possibilitando que o estudante com DV possa participar das discussões, de modo ativo e não como mero ouvinte.

Ao professor, cabe o papel de possibilitar que os estudantes registrem o conteúdo de modo escrito (em braille), grave o áudio das aulas ou disponibilize o conteúdo trabalhado em arquivo digital acessível ou por meio de material textual acessível, a depender da condição visual do estudante. Ao propor atividades de pesquisa e investigação que levem o estudante à matemática que envolve os materiais desenvolvidos e utilizado nas aulas, o professor torna-se aquele que vai intermediar o estudante, os instrumentos, os signos e a interação social, de modo a conduzi-lo ao desenvolvimento de seu próprio aprendizado. Esse movimento, intencional, visa possibilitar que os estudantes saiam do estágio em que se encontram para alcançar uma dimensão acima, consolidando um conceito ou avançando (Vygotsky, 2001; Motta, 2024).



De acordo com Motta (2024), os conceitos científicos são uma abstração mais complexa que os cotidianos e dependem de uma intencionalidade pedagógica para que se desenvolvam. Para Vigotski (2001) é como se os conceitos espontâneos partissem do concreto para o abstrato, enquanto os científicos percorressem caminho inverso, ou seja, a partir dos conceitos cotidianos, daquilo que o estudante traz enquanto conhecimento, a materialidade leva a abstração e a abstração leva a materialidade, que se constitui no conhecimento científico.

Na prática, tomando os materiais e recursos propostos por Santos, (2022), Sampaio; Bernardo, (2023) e Segadas et al, (2023), (Figuras 4, 5, 6 e 7), os autores sugerem que as aulas se iniciem com uma discussão coletiva sobre o que os estudantes trazem de conhecimento sobre o tema a ser discutido. O professor pode conduzir a discussão e incentivar a interação buscando compreender o estágio em que os estudantes se encontram e os erros que cometem ao definir os conceitos e os demais conhecimentos que envolvem o conteúdo. Nesse aspecto, o professor deve propor situações, exemplos e analogias que auxiliem os alunos a perceberem as nuances do conteúdo e propor atividades, individuais, em duplas e/ou coletivas, explorando os recursos disponibilizados, em diferentes níveis.

É o que propõem Segadas *et al* (2023), quando apresentam uma série de atividades, mediadas por recursos grafo-táteis. Os autores disponibilizam aos estudantes, problemas, em nível crescente de dificuldade, tanto em tinta (ampliado), quanto em braille e sugerem a leitura coletiva das atividades propostas, de modo que os estudantes possam se organizar em busca de solução aos problemas. Assim, os recursos, enquanto objetos de mediação, promovem acessibilidade e autonomia. Ao comentarem sobre os resultados da aprendizagem, os autores ponderam que os estudantes que participaram das atividades propostas responderam positivamente à abordagem, trocando experiências, chegando a solução dos problemas propostos. Conceitos que se confundiam, sobre área e perímetro, por exemplo, puderam ser discutidos e corrigidos, de modo que o material grafo-tátil proposto possibilitou que os próprios alunos pudessem medir e realizar os cálculos, com auxílio do professor e dos demais estudantes.

Abordagem semelhante é proposta por Zucherato, Freitas (2011), Bernardo; Rust (2018) e Santos (2022) ao trabalharem com materiais grafo-táteis em aulas de matemática. Eles sugerem que os estudantes explorem os materiais, em busca de seus elementos constitutivos, de modo a trabalhar os conceitos matemáticos envolvidos. No caso da Estatística (Santos, 2022, Zucherato, Freitas, 2011), os alunos devem procurar identificar o título, a natureza dos gráficos, a fonte dos dados e as informações que estão sendo transmitidas, por meio da linguagem gráfica. O material e a exploração tátil pode/deve auxiliar na resolução reflexiva de problemas, de modo a eliminar as barreiras de acessibilidade em problemas com grande apelo visual. O Professor tem o papel de ajudá-los nessa investigação, mediando a utilização do recurso, buscando avançar em direção a um estágio de desenvolvimento superior ao que se encontra o estudante (Vigotski, 2001, Motta, 2004).

Um dos materiais apresentados por Bernardo e Rust; (2018) na Figura 1, objetivava trabalhar o plano cartesiano com estudantes com DV. São atividades de reconhecimento dos quadrantes, localização de pontos e identificação de pares ordenados, atividades bastante visuais que, em geral, são apresentadas no quadro ou em livros quando se trabalha com estudantes videntes. Nesse caso, a disponibilização de um material grafo-tátil promove equidade na sala de aula e diminui o hiato entre a apresentação visual (no quadro) e uma explicação exclusivamente falada (Rosa, 2015). Segundo os autores (Bernardo; Rust, 2018), o tema de fundo da aula foi a localização de objetos no plano e o funcionamento do sistema do GPS, bastante popularizado nos dias atuais. Eles sugerem que seja utilizada uma atividade em um contexto real de localização de objetos, utilizando o material grafo-tátil para discutir os eixos, a disposição dos números, dos quadrantes e as coordenadas. As discussões coletivas



devem possibilitar que o estudante com DV participe da aula, diferentemente de quando ele é um elemento passivo, receptor de informações. Ao possibilitar que os estudantes participem das discussões, descobre-se o estágio atual em que se encontram, o que sabem e o que não sabem, para assim avançar.

Nos materiais utilizados por Sampaio; Bernardo (2023), os estudantes puderam criar figuras geométricas, de forma autônoma, explorar a nomenclatura de polígonos, discutir propriedades e calcular os respectivos perímetros e suas áreas, com diferentes estratégias. Após a utilização dos recursos, no caso do trabalho com áreas e perímetros, os autores apontam a necessidade do registro de conceitos e definições, para em seguida avançar, investigando e deduzindo as expressões algébricas que calculam as grandezas (perímetro e área), partindo da materialidade para a abstração, buscando levar o estudante a um estágio superior ao que se encontrava (Vygotsky, 2001, Motta, 2024). Assim, os recursos táteis e grafo-táteis, juntamente com o professor, assumem o papel de mediadores do processo de aprendizagem, o que justifica nossa defesa de que são indispensáveis na educação de estudantes com deficiência visual.

5 Considerações Finais

O uso do tato na exploração dos materiais táteis grafo-táteis por estudantes com DV valoriza e incentiva um sentido preservado, que precisa ser sempre estimulado, pois se mostra essencial para o desenvolvimento cognitivo desse estudante. Ao considerar o estudante cego, sem outras deficiências associadas, seu cognitivo se encontra preservado e sua capacidade de aprendizado não se diferencia dos demais estudantes, desde que sejam utilizados recursos e métodos adequados de aprendizado, o que se dá por meio da promoção da acessibilidade em suas múltiplas dimensões, em especial a pedagógica.

Na remoção de barreiras pedagógicas, espera-se que a escola ofereça oportunidades de aprendizado, para além da igualdade, pois esta acaba por atribuir ao estudante a responsabilidade de se adaptar. Ao pensar em equidade, espera-se que o estudante tenha suas necessidades individuais respeitadas, não se sobrepondo a coletividade e aos objetivos curriculares. Assim, defende-se a utilização de recursos e materiais grafo-táteis no ensino de matemática, quando se considera a presença de estudantes cegos nas aulas, sempre que possível. A literatura defende o uso pedagógico desses instrumentos, com atividades reflexivas e investigativas, tanto para o desenvolvimento e consolidação de conceitos, quanto para a resolução de problemas, uma vez que esses recursos promovem acessibilidade ao estudante com DV, além de possibilitar que este realize as mesmas atividades propostas aos demais.

O professor e os recursos se caracterizam como mediadores para o desenvolvimento e a consolidação do aprendizado, em busca de levar os estudantes do estágio atual em que se encontra a uma zona de desenvolvimento que o possibilite alcançar novos estágios, abstração e aprendizado. Desse modo, considera-se que a não utilização de recursos táteis pode restringir as explicações do professor, tornando o estudante com DV apenas ouvinte na sala de aula ou refém dos materiais inadequados e inacessíveis que fazem uso excessivo de imagens. Dessa forma, a inadequação dos recursos opera como um perpetuador da exclusão dentro das instituições de ensino, sendo a antítese da flexibilidade necessária nos ambientes escolares caracterizados por uma diversidade significativa entre os estudantes.

Isto posto, é imperativo que a DV não pode ser um impeditivo ao pleno conhecimento. Nesse sentido, os alunos com DV também precisam explorar o mundo visual que os rodeia, isto é, integrar-se ao mundo dos objetos, não meramente como um fim em si mesmo, mas visando contribuir para o desenvolvimento de habilidades interpretativas, associativas e conceituais o que possibilita um ambiente de aprendizado inclusivo e mais equânime. É o que propomos



quando apresentamos e incentivamos o desenvolvimento de diferentes materiais táteis e grafo-táteis para as aulas de matemática.

Por fim, há de se considerar os desafios e as dificuldades em se utilizar recursos e materiais acessíveis, em especial os materiais grafo-táteis, que exigem tempo para planejamento e embasamento teórico para o seu desenvolvimento, além de conhecimentos inerentes às necessidades dos estudantes com DV, tal como o conhecimento sobre o Sistema Braille. Assim, destaca-se a importância dos profissionais com formação em Educação Especial nas escolas e as salas de Recursos Multifuncionais como espaço de colaboração para o desenvolvimento desses recursos. Essa parceria é fundamental para que os conhecimentos da Educação Especial possam contribuir e não substituir a Educação Inclusiva, paradigma que sustenta a educação para uma escola que vive e experiencia a diversidade em todos os seus aspectos.

Referências

- Bernardo, F. G. & Rust, N. M. (2018). A utilização de materiais grafo-táteis para o ensino de ciências e matemática para alunos com deficiência visual. In: *Anais do 8º Congresso Brasileiro de Educação Especial*, São Carlos. Campinas, Galoá.
- Brasil. (2008) *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*. Secretaria de Educação Especial/MEC, Brasília.
- Cerqueira, J. B. & Ferreira, M. A. (2000). Os recursos didáticos na educação especial. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, n. 5, p.15-20.
- Liberto, A.; Ribeiro, C. & Simões, C. (2017). representações de imagens grafo-táteis para o aluno cego no contexto educativo inclusivo. *Revista Educação Especial*, 30(57), 9-26.
- Motta, F. M. N. (2024). *Brincar e Aprender numa perspectiva lúdica*. Curso de Especialização em Educação Especial e Inovação Tecnológica. Disponível em: <https://www.youtube.com/live/cSjtUqJZKq8?si=MzMhaP0FCWJABqtp>. Acesso em: 13 Abr. 2024.
- Sampaio, L. S. & Bernardo, F. G. (2023). Explorando o conceito de área e perímetro Por meio da utilização de materiais e recursos acessíveis a estudantes com deficiência visual. *Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 67, e296709.
- Santos, R. C. (2022). *Representações de tabelas e gráficos estatísticos para alunos com deficiência visual*. 252 f. Tese (Doutorado em Ensino e História da Matemática e da Física). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ.
- Segadas, C. et al. (2023). *Área e Perímetro: práticas acessíveis a alunos surdos e alunos com deficiência visual*. (Volume único, 1º ed). Rio de Janeiro, RJ. Instituto de Matemática – UFRJ (E-book). Disponível em: <http://www.im.ufrj.br/index.php/pt/editora-im/ensino-de-matematica>. Acesso em: 13 de Mar. 2024.
- Rosa, P. (2015). *A prática docente e os materiais grafo-táteis no ensino de ciências naturais e (2015). da terra para pessoas com deficiência visual: uma reflexão sobre o uso em sala de aula*. 260 f. Dissertação (Mestrado em diversidade e inclusão). Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ.
- Sonza, A. P., Salton, B. P. & Poletto, C. (2020). *Confecção de material pedagógico acessível com foco na deficiência visual*. In: *Novos diálogos em Ciência e Tecnologia: perspectivas de pesquisas*. Vianna, M (Org.), Porto Alegre, Rs. Editora Fi.
- Vygotsky, L S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo, SP. Martins



Fontes.

Zucherato, B. & Freitas, M. I. C. (2011). A construção de gráficos táteis para alunos deficientes visuais. *Revista Ciência em Extensão*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 24-41.

AGRADECIMENTOS: O trabalho conta com o apoio da FAPERJ, por meio da concessão de Bolsa de Iniciação Científica ao segundo autor do texto.