

UMA ANÁLISE DO USO DE ATIVIDADES COM MATERIAIS MANIPULÁVEIS PARA UMA INTRODUÇÃO AO ENSINO DE TRIGONOMETRIA JUNTO A UMA APRENDIZ CEGA

DOI: <https://doi.org/10.33871/rpem.2024.13.32.9539>

Jean Avelino de Melo Soares¹

Claudia Segadas²

Resumo: Este estudo apresenta um recorte da dissertação de mestrado do primeiro autor, que objetivou verificar como recursos didáticos acessíveis podem colaborar para o estudo de conteúdos com representações visuais, como a trigonometria. Diante disso, apresentamos os resultados de uma análise que investigou as potencialidades e os desafios enfrentados por uma aprendiz cega congênita no aprendizado da trigonometria da primeira volta. Para isso, foram planejadas atividades com recursos que foram aplicadas com uma aluna cega do primeiro ano do Ensino Médio de uma instituição de ensino pública, com suporte especializado de um Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNE). Utilizando uma abordagem qualitativa, foram realizadas entrevistas baseadas em tarefas para produzir e analisar os dados. Para a análise dos dados, foram utilizados diários de campo, gravação e fotografias. O estudo destacou a importância de materiais manipuláveis e de uma abordagem cuidadosa para facilitar o ensino de conceitos com representações predominantemente visuais, como ângulos, arcos e redução ao primeiro quadrante. Os resultados indicaram que a aluna realizou as atividades com sucesso, demonstrando que os recursos desenvolvidos, bem como as tarefas, foram essenciais para superar os desafios educacionais. A pesquisa reforça o compromisso com a educação inclusiva, visando diminuir lacunas curriculares e promover equidade no ambiente educacional.

Palavras-chave: trigonometria; estudantes com deficiência visual; recursos didáticos; educação matemática inclusiva.

AN ANALYSIS OF THE USE OF ACTIVITIES AND MANIPULATIVE MATERIALS FOR AN INTRODUCTION TO TRIGONOMETRY TO A BLIND LEARNER

Abstract: This study presents an analysis of the potentialities and challenges faced by students with congenital visual impairment in learning trigonometry in the first year, through the use of accessible teaching resources. The study is based on a qualitative approach, which involved interviews based on activities, as well as field journals, recordings, and photographs to collect data and enable a more in-depth analysis of the student's interaction with the accessible teaching resources applied in the activities. The research involved the participation of a blind first-year high school student from a public educational institution, with specialized support from a Center for Assistance to People with Specific Needs (NAPNE). The results indicated that the student successfully completed the activities, demonstrating that the developed manipulative materials, as well as the tasks, were essential in overcoming the educational challenges of students with visual impairments. The research reinforces the commitment to inclusive education, aiming to reduce curricular gaps and promote equity in the educational environment.

Keywords: trigonometry; students with visual impairment; teaching resources; inclusive mathematics education.

¹ Mestre em Ensino de Matemática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEMAT/UFRJ). E-mail: jeanavelino@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4785-358X>.

² Doutora em Educação Matemática pela Universidade de Londres (Reino Unido). Pesquisadora do Projeto Fundão e do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PEMAT) do Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). E-mail: claudia@im.ufrj.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1967-5537>

Introdução

Os conteúdos de trigonometria desempenham um papel fundamental na disciplina de Matemática, permeando todo o percurso educacional de um indivíduo durante a Educação Básica. Para alunos com deficiência visual, o estudo desse conteúdo, embora necessário, torna-se um grande desafio, haja vista suas representações, de natureza predominantemente visuais. Para esses indivíduos, materiais manipuláveis são os principais aliados para o ensino.

Ao serem empregados recursos em sala de aula, é crucial não apenas considerar seu propósito educacional, mas também compreender as especificidades do estudante que irá utilizá-los. Devem ser cuidadosamente selecionados para atender objetivos educacionais definidos, facilitar o desenvolvimento de conceitos e ainda serem acessíveis a todos os alunos. Segundo Passos (2006), o seu uso deve servir como suporte na organização do processo de ensino-aprendizagem, atuando como mediador para facilitar as interações entre professor, aluno e conhecimento. Compreender o funcionamento específico destes materiais, considerando as particularidades do estudante envolvido, é tarefa primordial para serem identificadas as melhores técnicas e eventuais limitações durante uma aplicação.

Em salas de aula com alunos com deficiência visual, por exemplo, é imperativo utilizar tecnologia assistiva, tal como materiais grafo-táteis para garantir acesso aos conteúdos, atividades e exercícios que dependam de elementos visuais. A condução dessas práticas requer um entendimento melhor do processo de aprendizagem, incluindo como o aluno aprende, quais condições externas e internas o influenciam, e quais são suas necessidades específicas.

Instrumentos táteis permitem que tópicos de matemática sejam compreensíveis de forma acessível aos estudantes com deficiência visual. Diante desse contexto, é essencial que o professor torne os materiais acessíveis e utilize ferramentas que empreguem sentidos remanescentes, especialmente o tátil. Recursos como Multiplano, Geoplano, livros acessíveis, dentre outros, oferecem a esses alunos oportunidade de acesso aos conteúdos matemáticos.

O estudo da trigonometria torna-se crucial, porém desafiador para muitos professores de Matemática (Oliveira, 2006; Freitas *et al.*, 2016; Silva; Frota, 2010) e, não diferente, para o aluno, especialmente porque muitos desses profissionais não foram adequadamente preparados para esse conteúdo. Isso resulta em obstáculos significativos para a sua compreensão e posteriormente, transmissão de conhecimento. Diante dessa questão, Brito e Morey (2004, p. 4) reconhecem existir um "[...] descaso para com a trigonometria [...]", atribuído à formalização precoce de conceitos e à memorização de procedimentos sem compreensão adequada.

O objeto de análise deste artigo foi verificar como os recursos didáticos acessíveis contribuíram para a compreensão de conceitos trigonométricos abordados a estudantes cegos congênitos do primeiro ano do Ensino Médio. Apresentamos para isso, os resultados observados com uma aprendiz cega congênita participante deste estudo, estudante de uma instituição de ensino pública, com suporte especializado de um NAPNE. Foram utilizados materiais acessíveis, como triângulos e círculos confeccionados de papel paraná, E.V.A, barbante e papelão, juntamente com o Multiplano, para a realização das tarefas. Após a entrega desses materiais, como a proposta era mediada, auxiliamos no reconhecimento e na exploração de cada recurso empregado, a fim de que a aluna pudesse utilizá-los para compreender o conteúdo e, conseqüentemente, resolver as atividades propostas.

Para isso, foram utilizadas entrevistas baseadas em tarefa como suporte metodológico no desenvolvimento das atividades, com o intuito de investigar o processo de aprendizagem da aluna ao realizar as tarefas. As observações não se basearam apenas nas respostas recebidas, mas também nos processos envolvidos na execução das ações. As atividades e recursos desenvolvidos têm como finalidade possibilitar o ensino de trigonometria aos alunos com deficiência visual, considerando esse conteúdo como essencial no currículo de estudantes do primeiro ano do Ensino Médio.

Em primeiro lugar, apresentamos a importância dos materiais manipuláveis e suas aplicações no ensino de estudantes com deficiência visual. Posteriormente, detalhamos a metodologia utilizada e exploramos algumas questões relacionadas às aplicações, incluindo modos de implementação, uso dos recursos e adequações necessárias para atender às necessidades específicas dessa aluna. Por fim, trazemos algumas considerações finais.

O uso de materiais manipuláveis e sua importância para alunos cegos

Os materiais manipuláveis desempenham um papel crucial no ensino de matemática, proporcionando uma abordagem prática e tangível que complementa a aprendizagem teórica. São objetos físicos que os alunos podem tocar, mover e manipular para explorar conceitos matemáticos de forma concreta. Autores como Ribeiro (1995), Santos, Oliveira e Oliveira (2013), e Vale (1999), não apenas ajudam os alunos a visualizarem e compreenderem abstrações matemáticas, mas também promovem o raciocínio lógico e estimulam o pensamento crítico.

A utilização de materiais manipuláveis não é apenas uma questão de proporcionar uma experiência sensorial, ela requer planejamento cuidadoso por parte dos professores. É

fundamental que os materiais sejam integrados de maneira significativa no currículo, alinhando-se aos objetivos de aprendizagem específicos e às estratégias pedagógicas adotadas. Conforme destacado por Lorenzato (2006) e Passos (2006), o sucesso no seu uso depende da competência do professor em escolher, adaptar e orientar os alunos na manipulação desses recursos. Em outras palavras, o aluno passa a ser agente ativo do conhecimento a partir do momento que se possibilite a “[...] descoberta e o princípio de que ‘aprende-se a fazer fazendo’ - se pautando em atividades, valorizando a ação, a manipulação e a experimentação” (Fiorentini, 1995 *apud* Nacarato, 2005, p.1).

Além disso, é crucial que os professores compreendam que simplesmente ter acesso a esses materiais não garante a aprendizagem. É necessário um entendimento profundo de como eles podem ser mais bem utilizados para desenvolver conceitos matemáticos, criando oportunidades para os alunos construírem significados através da manipulação ativa e reflexiva dos objetos. No entanto, há desafios associados ao seu uso. Como apontado por Kamii, Lewis e Kirkland (2001) e Uttal *et al.* (2009), é essencial que a manipulação seja orientada por um propósito educacional. Apenas manipular um material não garante automaticamente a compreensão dos conceitos matemáticos subjacentes; é necessário um direcionamento consciente por parte dos educadores para que as atividades promovam o aprendizado.

Portanto, enquanto os materiais manipuláveis oferecem potencialidades significativas para o ensino de matemática, seu uso eficaz depende da formação dos professores, do alinhamento com os objetivos de aprendizagem e da integração cuidadosa no contexto educacional. Quando utilizados com intenção pedagógica e alinhados às práticas educativas, podem colaborar para a aprendizagem de matemática dos alunos, proporcionando-lhes uma base mais sólida para a construção de seu conhecimento.

As teorias de Skemp (1987 *apud* Moyer, 2002) indicam que as primeiras experiências e interações com objetos físicos formam a base para a aprendizagem em níveis mais avançados. A manipulação de materiais possibilita o desenvolvimento de um repertório imagético que ajuda os alunos a internalizarem conceitos subjacentes à sua manipulação. No entanto, é crucial que tais manipulações sejam realizadas com propósito bem definido, conforme alertam Sarama e Clements (2020), para que contribuam com o processo educativo.

A confecção e adequação de recursos pelos próprios professores são estratégias que objetivam atender as necessidades individuais dos alunos, possibilitando uma aprendizagem mais inclusiva. Autores como Bernardo, Garcez e Santos (2019) e Santos, Vianna e Santos (2022) enfatizam que recursos manipuláveis são particularmente essenciais para alunos com

deficiência visual, oferecendo acesso aos conteúdos com representações de caráter predominantemente visuais. Esses recursos não apenas estimulam outros sentidos, mas também facilitam a construção de estruturas matemáticas e a exploração de conceitos abstratos (Batista; Miranda, 2015).

Ormelezi (2000 *apud* Nunes; Lomônoco, 2008) sugere que as representações mentais (imagens e conceitos) dos indivíduos cegos não se limitam às experiências táteis, auditivas e olfativas. Todas essas experiências estão de alguma forma interligadas com a linguagem, incluindo explicações, definições e metáforas, que são utilizadas e apresentadas aos cegos. Segundo essa autora, a linguagem desempenha um papel crucial na compreensão de conceitos, uma vez que esses não se desenvolvem a partir de suportes sensoriais reais, mas são moldados e adquirem significados em diferentes contextos.

Soares, Castro e Delou (2015) reconhecem a necessidade de materiais acessíveis para a compreensão de conceitos através da manipulação, discriminação tátil e direcionamento, pois o mero verbalismo que venha a ser utilizado por professores, não irá por si só permitir a compreensão dos assuntos abordados a estudantes com deficiência visual, dificultando seu acesso ao conhecimento. Ao serem construídos materiais educativos acessíveis, é fundamental avaliar a adequação e a aceitação pelos alunos, além de considerar aspectos como texturas, tamanhos e durabilidade. Esses elementos, dentre outros, são essenciais para garantir que os recursos não apenas atendam às necessidades educacionais.

A seguir, o instrumento metodológico utilizado neste artigo é apresentado.

Explorando o percurso metodológico: condução das atividades e identificação da participante

Neste estudo, adotamos uma abordagem qualitativa, utilizando entrevistas baseadas em tarefas como método de produção de dados. Este método, conforme descrito por Goldin (2000), envolve a interação entre o entrevistador e pelo menos um participante, seguindo um roteiro pré-determinado de tarefas. As entrevistas podem ser gravadas para captura de reações, pensamentos e ações dos envolvidos. Registros escritos, bem como, notas de campo, são utilizados para posterior análise, uma vez que as entrevistas não se dão apenas no meio das interações entre os sujeitos com os entrevistados, mas no ambiente em que as atividades ocorrem (Goldin, 2000).

Através desta abordagem, o pesquisador pode identificar e inferir sobre o pensamento matemático e o processo de aprendizagem do indivíduo. Concentrando-se nas ações do

entrevistado, é possível observar como alunos cegos congênitos realizam atividades e manipulam materiais, visando compreender os processos envolvidos na execução das tarefas, indo além das respostas produzidas (Fernandes, 2008). As estruturas das entrevistas permitem intervenções durante o desenvolvimento das tarefas, integrando-se à metodologia de pesquisa para o planejamento e a condução das atividades. Conforme Goldin (2000), tais intervenções podem influenciar os resultados obtidos durante a resolução das atividades. A escolha desse método permitiu uma maior exploração do entendimento da participante acerca dos tópicos de trigonometria apresentados, analisando conceitos, habilidades, sistemas de representação internos e estratégias utilizadas para realizar as tarefas.

Na primeira parte da entrevista, realizamos perguntas que nos permitiram descrever o perfil e os conhecimentos prévios da entrevistada, a quem iremos nos referir pelo pseudônimo “Estrela”. A aluna é cega congênita, o que significa que não possui memória visual de eventos que precedem sua cegueira. Portanto, suas lembranças atuais foram desenvolvidas por meio de experiências auditivas, táteis, olfativas e gustativas.

Estrela é uma aprendiz de 19 anos, residente no Rio de Janeiro, estudante do primeiro ano de uma instituição de ensino pública localizada neste mesmo município. As entrevistas ocorreram no núcleo de acessibilidade (NAPNE) da instituição de ensino, distribuídas ao longo de seis sessões de 40 a 60 minutos cada. Todas as sessões foram gravadas para análise das ações e das estratégias empregadas pela aluna quanto ao uso das ferramentas e das atividades.

Nesta pesquisa, as atividades foram desenvolvidas em quatro etapas. Em cada etapa da entrevista foram entregues à estudante materiais manipuláveis produzidos e outros já existentes, como o Multiplano, para que pudéssemos tecer reflexões e discutir sobre as potencialidades e os desafios presentes nesses materiais para o estudo. Para a concepção tanto das etapas que compunham esta pesquisa, quanto dos recursos, baseamo-nos na tríade: triângulo, plano cartesiano e circunferência para que fossem construídas e desenvolvidas a trigonometria da primeira volta junto à aprendiz.

As tarefas realizadas envolveram o reconhecimento de diferentes tipos de triângulos, para além dos retângulos; a identificação das razões trigonométricas; a localização de pontos tanto no plano cartesiano quanto na circunferência trigonométrica; e a análise do comportamento das simetrias de reflexão e rotação. Também foi abordada a identificação de arcos nos demais quadrantes, utilizando o método de redução ao primeiro quadrante.

Resultados e análise das entrevistas baseadas em tarefas

Durante a entrevista, observamos que a aluna manifestou um forte interesse pelo conteúdo de trigonometria, descrevendo-o como "interessante". Para ela, a trigonometria se destacava pela possibilidade de utilizar materiais como o Geoplano e o Multiplano, e pela oportunidade de identificar e construir figuras com o apoio desses recursos. Isso nos indicou de certo modo, que ela já possuía alguma familiaridade prévia com esses materiais indicados.

Prosseguimos com as entrevistas e observamos que a aluna lembrava de alguns conceitos que eram trabalhados à medida que recebia orientações apropriadas e estímulo a partir dos materiais. Recordou-se, por exemplo, de tópicos específicos relacionados ao estudo da trigonometria no triângulo retângulo, como seno, cosseno, tangente e algumas razões trigonométricas, os quais haviam sido previamente abordados pelo professor regente no início do ano, por meio de uma revisão do 9º ano. Isso nos permitiu resgatá-los e utilizá-los em momentos adequados para o estabelecimento de conexões com tópicos trigonométricos posteriores. Para isso, nos apoiamos na tríade composta pelo triângulo, pela circunferência e pelo plano cartesiano fundamentais para essa construção utilizando os recursos.

Etapa 1 – Trabalhando com triângulos

Inicialmente, começamos com os triângulos. Para isso, foi solicitado que ela dissesse o que era um triângulo. De acordo com a aluna, triângulos eram figuras formadas por “pontinhas”. Deixamos que explorasse de modo livre os triângulos que a ela foram entregues, confeccionados com papel paraná, E.V.A e barbante, de textura emborrachada (Figura 1). Após esse momento de exploração, pedimos que distinguísse os diferentes tipos de triângulos. Haviam sido entregues à aluna quatro triângulos, sendo eles, dois triângulos retângulos de tamanhos diferentes, um triângulo isósceles e um triângulo obtusângulo. Para ela, os triângulos retângulos (isósceles ou não) eram os únicos que conhecia e, quando diferentes desses, dizia não serem triângulos, por mais que fossem figuras formadas por “pontinhas” e um ângulo reto.

Figura 1 - Representações de diferentes tipos de triângulos



Fonte: Os autores, 2024.

Assim, Estrela pontuou não conhecer um dos triângulos, que segundo ela era o mais “diferente”. De acordo com a aluna, essa figura não era sequer um triângulo, pelo fato de estar mais torto. Esse triângulo torto a que se referiu era justamente o triângulo obtusângulo. Para ela, essa figura não representava um triângulo devido ao seu formato, gerado pela presença de um ângulo obtuso. O fato de a aluna só reconhecer triângulos retângulos como sendo triângulos nos indicou que as imagens mentais construídas por ela do que seria triângulo não englobavam os diferentes tipos de triângulos apresentados na ocasião.

Diante dessa situação, observamos que Estrela utilizou o seguinte modo para o reconhecimento dos triângulos: posicionou cada um deles de forma perpendicular sobre a mesa e observou se algum deles formava um ângulo de 90° entre um dos lados desse objeto e a superfície da mesa. Os triângulos retângulos eram imediatamente identificados através desse método (Figura 2). Esse processo era aplicado pela aluna para cada um dos triângulos disponíveis, notando se essa característica era ou não aplicável a cada um dos ali presentes.

Figura 2 - Método utilizado pela aluna para identificar se um triângulo era retângulo



Fonte: Os autores, 2024.

Esse modo empregado pela aluna só permitia que ela reconhecesse uma das diferenças presentes neles, que era a presença ou não de ângulos retos. Para a diferenciação dos demais triângulos, orientamos que fossem feitas sobreposições das figuras e a comparação duas a duas. Isso possibilitou que ela identificasse ângulos como sendo maiores e menores que o ângulo reto (entende-se o ângulo reto como sendo aquele formado por retas perpendiculares), além das diferenças envolvendo os tamanhos dos lados dos triângulos. Lima, Lima e Silva (2000 *apud* Nunes; Lomônaco, 2008) afirmam que o não acesso a materiais gráficos (desenhos e figuras em relevos) pelos alunos cegos os restringe quanto as possibilidades de conhecimento deles do mundo. Além disso, Warren (1994 *apud* Nunes; Lomônaco, 2008) afirma que a ausência de experiências sensoriais, por meio dos recursos, torna-se uma questão a ser considerada quanto

ao desenvolvimento de conceitos junto a indivíduos cegos, uma vez que é através delas que se possibilita a exploração e o reconhecimento de ideias.

A exploração dos diferentes tipos de triângulos em conjunto, associado ao método empregado por ela para identificar se um triângulo era ou não retângulo, bem como a sobreposição das figuras, permitiram que ela reconhecesse semelhanças e diferenças existentes nesses objetos e identificasse outros tipos de triângulos, para além do retângulo.

A utilização do material para essa atividade foi fundamental para ampliar a percepção de Estrela sobre os diferentes tipos de triângulos, indo além do triângulo retângulo. Inicialmente, ela reconhecia os triângulos apenas como figuras com "pontinhas" e com um ângulo reto, mas o uso de diferentes triângulos permitiu que ela revisasse conceitos anteriormente estudados e possivelmente não compreendidos, como o fato de os triângulos serem figuras geométricas com três lados e três ângulos.

Ainda trabalhando com os triângulos, utilizando um esquema construído com um triângulo retângulo em papel paraná, de textura áspera, com as palavras cateto e hipotenusa, em *braille*, sobre cada um de seus lados (Figura 3), a aluna conseguiu identificar os elementos indicados e reconhecer o triângulo como sendo retângulo. Embora os ângulos não estivessem explicitamente representados, a presença das palavras em *braille* cateto e hipotenusa, no material, facilitaram sua identificação. A mediação do pesquisador foi importante, auxiliando que ela, nos indicasse uma das razões trigonométricas existentes, a seno. Contudo, as demais razões, ela dizia não se recordar.

Figura 3 - Representação de um triângulo retângulo com os termos (catetos e hipotenusas) escritos em *braille*



Fonte: Os autores, 2024.

Para a identificação das demais razões trigonométricas, utilizamos o esquema representado pela Figura 4. Diferente do anterior, neste esquema constava um triângulo retângulo confeccionado de E.V.A de textura emborrachada, porém sem os termos “cateto” e

“hipotenusa” em *braille*. Em vez disso, os ângulos internos do triângulo retângulo foram demarcados e, acima da representação do triângulo retângulo, foram escritas em *braille* todas as razões trigonométricas, não apenas a razão seno indicada pela aluna anteriormente. Isso nos indicou a importância dos recursos materiais em complementação às instruções verbais, especialmente dado que não havia livros didáticos adaptados à disposição da aluna para este conteúdo.

Figura 4 - Representação de um triângulo retângulo com os ângulos internos e razões trigonométricas escritos em *braille*



Fonte: Os autores, 2024.

Antes da atividade, a aluna mencionou que as ideias eram transmitidas verbalmente pelo professor do núcleo, devido à falta de materiais acessíveis específicos a sua disposição. Contudo, para a percepção visual e espacial de alunos cegos, é crucial a integração de materiais que combinam múltiplos sentidos, incluindo os táteis e os sinestésicos e para que também se possa retomar experiências anteriores, conforme discutido por Nunes e Lomônaco (2008). Em nosso estudo, havia além da representação do triângulo, a indicação dos ângulos internos, o emprego da escrita em *braille* e de diferentes texturas (liso, áspero e emborrachado), como formas de ampliação das instruções verbais dirigidas a ela.

A utilização de perguntas de intervenção, acrescida dos recursos com a presença de diferentes texturas (emborrachado e áspero) e apoiadas pelo *Sistema Braille*, foram importantes aliados para o resgate de conteúdos prévios por parte da aluna, já que, segundo ela, com a presença destes componentes tornava-se mais “fácil” a construção desses assuntos. Essas intervenções permitiam que a aluna pudesse estabelecer relações e identificar conexões sobre os conteúdos revisitados, tornando-se assim uma aprendizagem mais significativa. De acordo com Moreira (2012), uma aprendizagem significativa se constitui quando ideias expressas simbolicamente interagem com aquilo que o aprendiz já sabe ou conhece. Dessa forma, os recursos e as intervenções, por meio de perguntas, foram fundamentais para permitir que fossem

recuperadas ideias prévias por parte da aluna, que “conversassem” com novas ideias observadas.

Etapa 2 – Trabalhando com a circunferência, radiano e comprimento de arcos

A utilização do recurso (Figura 5) com a representação de uma circunferência feita de barbante sobre uma placa de papel paraná, em cujo centro foi fixado um barbante para rotacioná-lo foi fundamental para auxiliar a aluna a compreender a circunferência. Ela percebeu que a circunferência é definida como a união de todos os pontos que estão situados a uma mesma distância de um centro fixo, sendo essa distância denominada de raio.

Figura 5 - Representação de uma circunferência construída em um círculo de papel paraná com barbante colado com cola quente



Fonte: Os autores, 2024.

Após a exploração livre do material e rotação do barbante, a aluna identificou que o comprimento do raio se preservava sobre toda a circunferência. Para tal constatação, Estrela utilizou os dedos de sua mão sobre o material, o que pôde ser observado a partir do diálogo, a seguir:

Estrela: Aqui tem cinco dedos! Aqui também! Desse outro lado também! [colocando as mãos sobre o centro e a extremidade].

Estrela: A medida daqui [centro] até aqui [extremidade da circunferência] é igual a cinco dedos da minha mão.

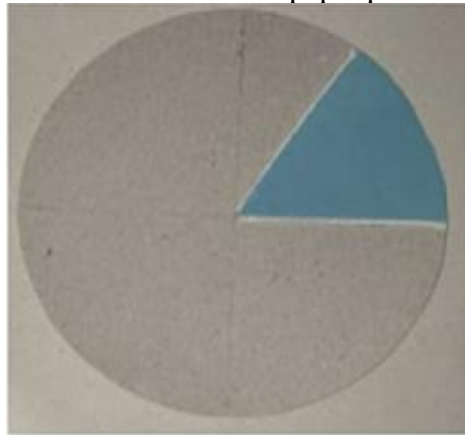
Pesquisador: Isso! A distância de qualquer ponto da extremidade da circunferência ao centro é sempre constante. Isso pode ser observado com os seus dedos ou rotacionando o barbante.

Essa experiência prática não apenas reforçou o conceito teórico subjacente, mas também permitiu que a aluna, ao explorar o material, adotasse o dedo como unidade de medida para descrever o comprimento do raio. Isso nos indicou que, a partir das ações realizadas sobre o

material, houve a criação de imagens mentais que permitiram a aluna identificar certas propriedades envolvidas, como que o raio da circunferência permanece constante, independentemente do ponto da circunferência que tomarmos para medir sua distância ao centro.

Ainda trabalhando com a circunferência, introduzimos o radiano, sendo que o definindo como a medida do ângulo central de um arco que possui o mesmo comprimento que o raio da circunferência. Para ilustrar, utilizamos um barbante para medir o comprimento do raio e o posicionamos na extremidade do arco, conforme mostrado na Figura 6 a seguir. A utilização de E.V.A. e a demarcação do arco com o barbante foram cruciais para que a aluna identificasse a região específica que estávamos analisando.

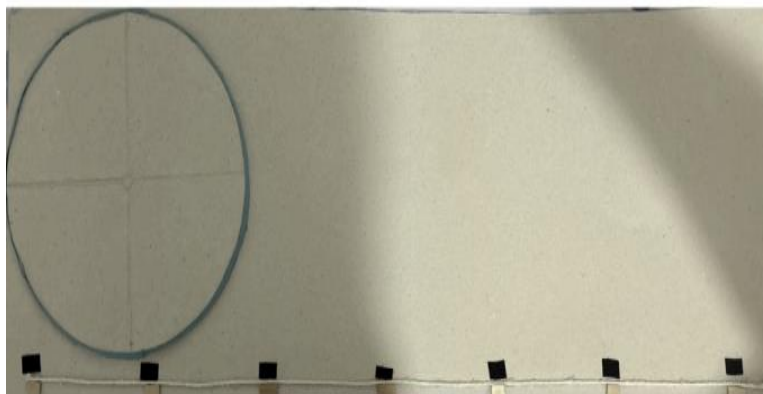
Figura 6 - Representação de um setor circular confeccionado em E.V.A e barbante sobre um círculo de papel paraná



Fonte: Os autores, 2024.

Após determinarmos o raio e sobrepô-lo ao arco descrito anteriormente, auxiliamos a aluna a contornar o círculo com um barbante auxiliar. O esquema da Figura 7 consistiu em um círculo de papel paraná e um barbante auxiliar preso embaixo do círculo esticado. Ao longo do percurso do barbante preso ao material, foi demarcado a partir de tiras de velcro, o começo e fim do comprimento do raio. Após contornar o círculo, a aluna foi orientada a comparar esse comprimento ao do barbante esticado indicado no material, por sobreposição. Isso funcionou como um modo para ela estimar o comprimento da circunferência.

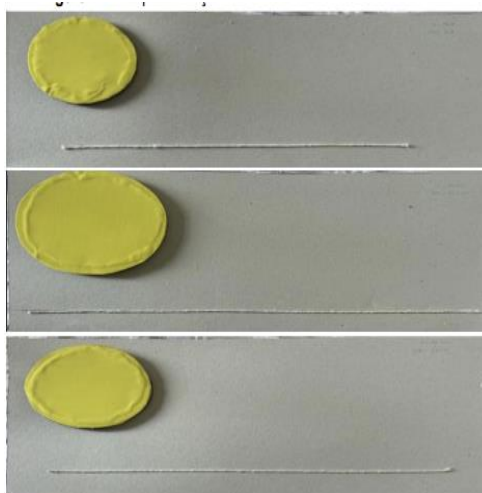
Figura 7 - Círculo de papel paraná dividido em quadrantes e demarcado seu centro



Fonte: Os autores, 2024.

Utilizando o barbante empregado para a medição do raio, Estrela conseguiu observar que o raio cabe no comprimento da circunferência seis vezes inteiras, restando uma parte após a última demarcação de tira de velcro no material. Por meio deste recurso, a aluna pôde compreender que o raio não se ajusta um número inteiro de vezes ao comprimento do barbante esticado e preso ao material, independentemente do valor tomado para o raio. Esse experimento foi conduzido usando outras representações de círculos (Figura 8).

Figura 8: Representações de círculos de papel paraná com diferentes raios



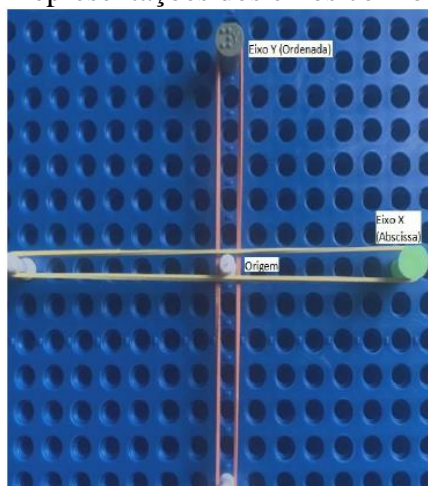
Fonte: Os autores, 2024.

Etapa 3 – Trabalhando com o Multiplano

O material Multiplano já havia sido anteriormente utilizado neste estudo com a finalidade de apresentar à Estrela o plano cartesiano e mostrar a ela como localizar pontos $P =$

(x, y). Com elásticos simulando os eixos cartesianos, entregamos a ela o material representado na Figura 9. A aluna logrou descobrir a localização dos pontos utilizando os dedos de sua mão, enquanto com a mão direita percorria o eixo X, com a esquerda percorria o eixo Y, observando o número de unidades de medidas correspondentes. Em seguida, “caminhava” com os dedos perpendicularmente a cada um dos eixos até que as mãos se encontrassem.

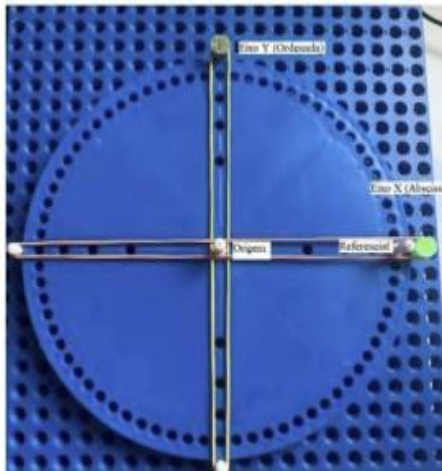
Figura 9 - Representações dos eixos com o Multiplano



Fonte: Os autores, 2024.

Para representar o círculo trigonométrico, utilizamos também este Multiplano, com o acréscimo da placa circular. Pinos foram empregados para representar os eixos cartesianos e a origem. Outros três pinos foram dispostos na extremidade oposta aos pinos X e Y. Duas retas foram traçadas com elásticos, uma na horizontal, passando pela origem ligando o pino X à sua extremidade oposta, e outra na vertical, passando pela origem ligando o pino Y à sua extremidade oposta. Dessa forma, construímos o material representado na Figura 10. Inicialmente, solicitamos que a aluna o explorasse livremente e identificasse semelhanças e diferenças entre este e a aquele que representava o plano cartesiano (Figura 9). A partir do material ilustrado na Figura 10, a aluna percebeu as semelhanças existentes e verificou, como diferença, a quantidade de furtos presente entre os materiais.

Figura 10 - Representação de um círculo e dos seus quadrantes



Fonte: Os autores, 2024.

Com base na representação (Figura 10), foi possível fazer uma analogia com o plano cartesiano para identificar que:

- no primeiro quadrante, os valores de X e Y são positivos;
- no segundo quadrante, os valores de X são negativos e os valores de Y são positivos;
- no terceiro quadrante, tanto os valores de X quanto os de Y são negativos;
- no quarto quadrante, os valores de X são positivos e os de Y são negativos.

Ao contrário da placa retangular presente no material Multiplano utilizada para representar o plano cartesiano, na placa circular não é possível mover-se sobre ela para a direita, para a esquerda, para cima ou para baixo, por toda a sua extensão, a não ser nos eixos, dado que não há furos em toda a sua superfície. Portanto, deslocamo-nos ao longo dos furos situados na extremidade do material.

A aluna pôde identificar os ângulos (Figura 11) e constatar que, à medida que o comprimento da circunferência era percorrido, os arcos se tornavam maiores conforme aumentávamos o ângulo central. O uso do barbante fixado ao centro permitiu que fossem realizados os giros nos sentidos anti-horário e horário. A cada rotação anti-horária realizada a partir do ponto inicial, foram observados os arcos e os seus respectivos ângulos centrais. A exploração de ângulos cujas medidas estavam escritas em *braille*, não ofereceu obstáculos para o seu reconhecimento. A combinação entre os materiais expressos pelas Figuras 10 e 11 possibilitou que Estrela identificasse e associasse semelhanças envolvendo estes materiais. Ela

identificou similaridades envolvendo a disposição dos eixos, a forma circular e fez uma comparação relacionando os furos do material Multiplano com o do material grafo-tátil por nós elaborado. Por mais que os ângulos não estivessem demarcados no Multiplano, a presença dos furos e a associação entre os materiais foi suficiente para que a aluna indicasse essas correspondências.

Figura 11 - Representação de um círculo com as medidas dos ângulos em graus escritas em *braille*



Fonte: Os autores, 2024.

Para a identificação dos ângulos centrais a partir do comprimento do arco associado, utilizamos a proporcionalidade entre a quantidade de furos e a medida do ângulo, no Multiplano. A aluna identificou que, para cada “furo” que colocarmos um pino, a partir do ponto referencial, resultaria em um arco, e que cada arco encontrado estaria relacionado a um ângulo central. Utilizamos pinos, elásticos e barbante tanto para delimitar o arco, quanto para identificar o respectivo ângulo central ao qual esse arco se relacionava.

Assim, a aluna não teve problema em compreender que uma volta completa na circunferência correspondia a um ângulo central de 360° , uma vez que havia constatado isso ao rotacionar o barbante fixado ao centro do círculo anterior (Figura 11). No Multiplano, utilizamos um elástico preso através de um pino no centro da placa circular para simular o barbante do esquema anterior. Como na outra extremidade o elástico era móvel, isso permitiu que a aluna fosse “caminhando” sobre os furos de modo livre, o que não foi um obstáculo para a aluna, tendo em vista que, ao rotacionar o elástico, ela conseguia percorrer toda a extensão dos furos presentes no material.

Solicitamos que a aluna dividisse o ângulo de uma volta por quatro, o que correspondeu a cada quadrante (90°). Em seguida, pedimos a ela que contasse a quantidade de furos presentes

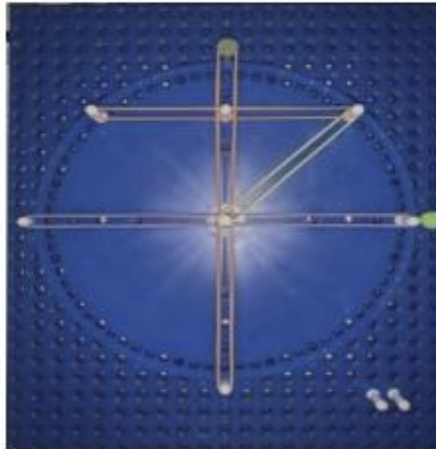
entre 0° e 90° . Prontamente ela respondeu como tendo 18 furos. Utilizando essa estratégia, a aluna descobriu que percorrer 6 furos equivaleria a determinar um ângulo de 30° ; assim como, 12 furos indicaria o ângulo de 60° e 9 furos corresponderia ao ângulo de 45° . Dessa forma, a aluna conseguiu associar que a cada quantidade x de furos percorridos, obtemos um ângulo interno correspondente a partir desta relação. Essa ideia foi expandida para os demais quadrantes e a aluna foi identificando a relação entre os furos e os ângulos centrais. A cada reconhecimento, utilizávamos pinos e elásticos para demarcar tanto o ângulo central, quanto o arco.

Essa abordagem não apenas facilitou a construção detalhada do conteúdo, mas também evidenciou a importância de adequações sensoriais, materiais e de abordagens na educação inclusiva, como um meio de garantir que indivíduos cegos tenham possibilidades de acesso a conceitos que envolvam representações visuais.

Etapa 4 – Apresentando arcos simétricos e determinando as reflexões em torno de um eixo

Identificamos com a aluna uma correspondência entre os pontos do primeiro e segundo quadrantes da circunferência, a partir de arcos simétricos e utilizando a reflexão em relação ao eixo OY. Para isso, foram utilizados elásticos e pinos para auxiliar na demarcação. Após a aluna identificar um furo (no primeiro quadrante) para dispor o primeiro pino, solicitávamos que ela contasse a quantidade de furos entre o pino referencial e esse pino escolhido. Em seguida, ela deveria realizar o mesmo procedimento no segundo quadrante, preservando a quantidade de furos percorrida no primeiro quadrante. Por fim, com um elástico, unimos os dois pinos demarcados em cada quadrante. Essa linha orientou a aluna a identificar que os valores do primeiro e segundo quadrantes possuem uma correspondência. O pino acrescido na interseção serviu para caracterizar as projeções sobre o eixo OY. Isso permitiu que a aluna identificasse como os pontos simétricos se relacionavam em ambos os quadrantes, reforçando o conceito de simetria e sua aplicação na circunferência trigonométrica, como indicado na Figura 12 a seguir.

Figura 12 - Simetria em relação ao eixo OY



Fonte: Os autores, 2024.

A aluna utilizou os dedos da mão para observar a distância entre os pontos, já que o material não apresentava furos em toda a sua extensão. Ela notou que essa distância correspondia a cinco dedos de sua mão em ambos os lados na horizontal. Na vertical, essa distância permanecia constante, equivalente a quatro dedos de sua mão quando juntos. Esse valor constante refere-se à distância entre a origem e o pino demarcado sobre o eixo OY. Dessa forma, ela pôde constatar que esses valores possuíam essa característica, pois ambos eram simétricos em relação ao eixo OY, já que havíamos construído arcos simétricos no primeiro e no segundo quadrantes. A partir do diálogo a seguir, notamos que a aluna identificou que obtínhamos uma correspondência para essa simetria:

Estrela: Sim! Aqui, a quantidade de furos para cima é igual, coincidem nesse pino aqui. [indicando o pino sobre o eixo OY]. Essa medida corresponde a quatro dedos da minha mão.

Pesquisador: E sobre o eixo OX consegue observar alguma correspondência?

Estrela: Não consigo não! Não tem furo aqui.

Pesquisador: E se eu construir um triângulo no primeiro e no segundo quadrante?

Estrela: Ai sim! Os lados dele são iguais. Mas cada um está para lado do eixo X.

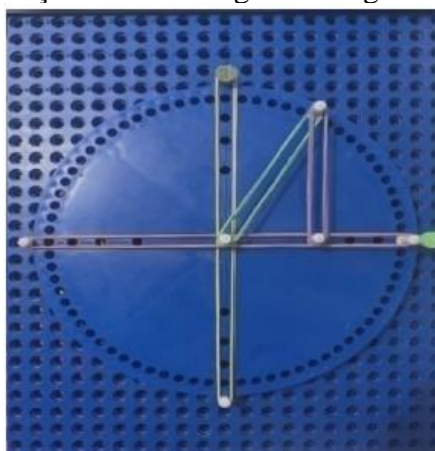
Pesquisador: Como você descobriu isso?

Estrela: Aqui, quatro dos meus dedos representa esse lado e esse lado. [indicando os lados do triângulo retângulo construído] (Entrevistada Estrela).

A partir do exposto acima, para determinação das coordenadas cartesianas, construímos um triângulo retângulo no primeiro quadrante (Figura 13). Utilizando as relações trigonométricas no triângulo retângulo construído e adotando o raio como unitário, obtivemos que: $\text{sen } \theta = \frac{x}{1} = x$ e $\text{cos } \theta = \frac{y}{1} = y$, sendo θ a medida do ângulo formado entre a hipotenusa e o cateto sobre o eixo X. Dessa forma, foi possível compreender que para determinarmos as

coordenadas de um ponto na circunferência, deveríamos observar os valores de seno e do cosseno de um ângulo central a que este ponto está associado. Passamos então à identificação dos pontos nos quadrantes, incluindo a identificação do porquê há senos e cossenos de valores negativos. As tarefas que envolviam simetria com base na circunferência reforçaram o conceito de orientação e localização em sistemas de representação, em que os sinais + ou – simbolizam se afastar ou se aproximar da origem, assim como, “caminhar” para a direita ou para a esquerda, para “cima” ou para “baixo”.

Figura 13 - Representação de um triângulo retângulo no primeiro quadrante



Fonte: Os autores, 2024.

O uso do Multiplano contribuiu para que Estrela explorasse a ideia de redução ao primeiro quadrante para ângulos notáveis. O problema proposto foi o seguinte: dados arcos no segundo quadrante, encontre os seus respectivos pares no primeiro quadrante utilizando as simetrias em relação ao eixo vertical anteriormente observadas. Através da exploração do material, das atividades anteriormente aplicadas, de nossa mediação e do material, incluindo um barbante para realizar as medições, a aluna pôde compreender que reduzir um arco para o primeiro quadrante é encontrar no primeiro quadrante um arco de mesmo comprimento ao originalmente apresentado, com razões trigonométricas de valores iguais, em módulo.

Essa observação permitiu que a aluna compreendesse que, para encontrar simetrias entre pontos nos primeiros e segundos quadrantes em relação ao eixo OY, precisaríamos considerar a quantidade de furos percorridos, sem precisar para isso utilizar o barbante a todo instante. Isso ajudou que ela identificasse arcos no segundo quadrante que são simétricos a arcos no primeiro quadrante. A aluna pôde notar também que, para o ângulo de 30° no primeiro quadrante, existe um ângulo simétrico correspondente de 150° no segundo quadrante, observando justamente os arcos simétricos.

Considerações finais

O intuito deste estudo foi verificar se as ferramentas acessíveis empregadas poderiam colaborar para o estudo inicial da trigonometria a uma aprendiz cega congênita. Constatamos que os recursos, as atividades e os comandos que foram dados, não apenas facilitaram o acesso ao conhecimento matemático, mas também promoveram uma maior autonomia e confiança na aluna, permitindo-a explorar, trabalhar e desenvolver ideias aqui empregadas, de modo conjunto ao pesquisador. Verificamos como a mediação através dos materiais, assim como, ações orientadas sobre os recursos são importantes aliados para construção de significados a partir das manipulações. Dessa forma, “[...] não é o uso específico do material, mas, sim, o significado da situação, as ações e sua reflexão sobre essas que são importantes na construção do conhecimento” (Scheliemann; Santos; Costa, 1992 *apud* Miné; Coutinho, 2019, p.111).

Observamos que a utilização de recursos como o Multiplano, o emprego do *Sistema Braille* de escrita e de outros materiais aqui apresentados, bem como o uso apropriado da linguagem, se revelaram cruciais para proporcionar compreensão dos conceitos matemáticos expostos, permitindo à aluna explorar simetrias, identificar relações entre arcos e ângulos de forma tangível e descobrir os diferentes tipos de triângulos existentes. Estratégias como o resgate de conhecimentos prévios, o uso de texturas e o sequenciamento das atividades, permitiram estabelecer conexões. As ferramentas e os direcionamentos do mediador, na maioria das vezes, influenciaram positivamente para se alcançar os resultados positivos obtidos.

Observamos a importância de integrar o uso do tato com comandos verbais e com a escrita no *Sistema Braille*. Essa abordagem permitiu uma maior familiaridade com a representação apresentada, facilitando a identificação dos seus elementos e das razões trigonométricas. A aluna menciona a ausência do acesso a livros adaptados em *braille*, o que destacou a relevância de atenção nesse sentido. Evitamos o uso excessivo de instruções verbais sem conexão com a manipulação tátil, como discutido por Soares, Castro e Delou (2015). Percebemos que para a aprendiz, as definições que antes não eram compreendidas, ganharam significados através da forma como foi conduzido esse estudo.

O desenvolvimento dos processos de visualização das representações construídas com os recursos dependeu das explorações realizadas de forma tátil, bem como das orientações/explicações levantadas pelo pesquisador. Isto possibilitou que a aluna identificasse representações a partir das ações realizadas e que novas estruturas desconhecidas até então,

pudessem surgir. O desenvolvimento de Estrela neste experimento só foi possível com o emprego de materiais manipuláveis acessíveis, reforçando o que a literatura apresenta acerca do benefício dos materiais, em especial para aqueles conteúdos com representações com forte apelo visual (Bernardo; Garcez; Santos, 2019).

Algumas inquietações iniciais de Estrela, quanto ao conteúdo de trigonometria e quanto aos materiais empregados durante a condução das tarefas, foram dissipadas a partir do andamento das atividades, graças ao direcionamento, à participação e à curiosidade demonstrada pela aluna ao longo das aplicações. Para isso, estivemos atentos observando as necessidades, os apontamentos e as ações da aluna, o que nos permitiu adequar abordagens e realizar ajustes conforme necessário para promover um aprendizado mais completo e que promovesse a acessibilidade, melhorando a compreensão da aluna a conceitos com predominância de representações visuais. Ao fazermos isso, não apenas fortalecemos os conceitos ensinados, mas também incentivamos a aluna de modo geral a explorar a matemática de maneira mais profunda, construindo significado de suas interações com os recursos disponíveis.

As análises forneceram momentos valiosos de reflexão sobre a importância dos recursos acessíveis, apoiados por tarefas, e da mediação, para o ensino de trigonometria. O uso combinado do Multiplano e de recursos complementares parece ter tido um impacto significativo no aprendizado da aluna, permitindo a exploração de conceitos como simetria, arcos, ângulos notáveis e triângulos, de maneira mais tangível e compreensível. Os recursos e as atividades propostas não apenas colaboraram para a construção de conteúdos de matemática com representações visuais, mas também permitiram a exploração de conceitos mais abstratos, antes não trabalhados, tornando acessíveis à aluna (Batista; Miranda, 2015). Isso permitiu que ela materializasse, o que de certa forma, é compreensível aos olhos e participasse ativamente do processo (Bernardo; Garcez; Santos, 2019).

Espera-se que este estudo inspire outros educadores e pesquisadores a investirem na criação de recursos e de atividades, em particular para alunos com deficiência visual. Dessa forma, diminuimos a disparidade curricular e tornamos o ambiente educacional mais inclusivo e enriquecedor.

Referências

BATISTA, J. O.; MIRANDA, P. B. O uso de material didático no ensino da matemática para o aluno deficiente visual. *In: JORNADA DE ESTUDOS EM MATEMÁTICA*, 1., 2015, Pará. **Anais** [...] Pará: UNIFESSPA, 2015. p. 1-11. Disponível em:

https://jem.unifesspa.edu.br/images/Anais/v1_2015/CC_20150984002_O_uso_de_materiais.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

BERNARDO, F. G.; GARCEZ, W. R.; SANTOS, R. C. Recursos e metodologias indispensáveis ao ensino de matemática para alunos com deficiência visual. **Revista de educação, ciências e matemática**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 1-20, jan./abr. 2019. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/4970>. Acesso em: 15 nov. 2022.

BRITO, A. J.; MOREY, B. B. Trigonometria: dificuldades dos professores de matemática do ensino fundamental. **Horizontes**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 65-70, jan./jun, 2004. Disponível em: https://lyceumonline.usf.edu.br/webp/portalUSF/edusf/publicacoes/RevistaHorizontes/Volume_05/uploadAddress/horizontes-8%5B6288%5D.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

FERNANDES, S. A. H. A. **Das experiências sensoriais aos conhecimentos matemáticos: uma análise das práticas associadas ao ensino e aprendizagem de alunos cegos e com visão subnormal numa escola inclusiva**. 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/11344>. Acesso em: 15 nov. 2022.

FREITAS, R. S. *et al.* As dificuldades apresentadas por professores e alunos no ensino da trigonometria. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3., 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2016. p. 1-6. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/20310>. Acesso em: 20 jul. 2023.

GOLDIN, G. A. Scientific perspective on structures, task-based interviews in mathematics education research. In: LESH, R.; KELLY, A. E. **Handbook of research design in mathematics and science education**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2000. p. 517-545.

KAMII, C.; LEWIS, B. A.; KIRKLAND, L. Manipulatives: when are they useful? **The Journal of Mathematical Behavior**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 21-31. 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(01\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(01)00059-1). Acesso em: 20 jul. 2023.

LORENZATO, S. A. Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis. In: LORENZATO, S. A. (org.). **O Laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. 1. ed. Campinas: Autores Associados, 2006. p. 3-37.

MINÉ, V. A. A.; COUTINHO, M. D. M. C. A lucidez no ensino de frações para alunos com necessidades especiais: cegueira. **Tangram - Revista de Educação Matemática**, Dourados-MT, v. 2, n. 3, p. 103-113, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/tangram.v2i3.10242>. Acesso em: 20 jul. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal aprendizagem significativa? **Qurriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa**, La Laguna-Espanha, n. 25, p. 29-56, marzo 2012. Disponível em: https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/10652/Q_25_%282012%29_02.pdf. Acesso em: 20 jul. 2023.

MOYER, P. S. Are we having yet? How teachers use manipulative to teach mathematics. **Educational studies in mathematics**, [S.l.], v. 47, n. 2, p. 175-197, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1014596316942>. Acesso em: 02 ago. 2022.

NACARATO, A. M. Eu trabalho primeiro no concreto. **Revista de Educação Matemática**, São Carlos, v. 9, n. 9-10, p. 1-6, 2005. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/329>. Acesso em: 20 jul. 2023.

NUNES, S. S.; LOMÔNACO, J. F. B. Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE)**, São Paulo, v. 12, n.1, p. 119–138, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-85572008000100009>. Acesso em: 20 jul. 2023.

OLIVEIRA, F. C. **Dificuldades no processo ensino aprendizagem de trigonometria por meio de atividades**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/16022/1/FranciscoCanindeO.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2023.

PASSOS, C. L. B. Materiais manipuláveis como recursos didáticos na formação de professores de matemática. In: LORENZATO, S. A. (org.). **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006. p. 77-92.

RIBEIRO, A. **Concepções de professores do 1º ciclo do ensino básico: a matemática, o seu ensino e os materiais didáticos**. 1995. Dissertação (Mestrado em Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2º Ciclo do Ensino Básico) – Instituto Politécnico de Viseu, Escola Superior de Educação de Viseu, Viseu-Portugal, 1995. Disponível em: <https://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/1173>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, C. R.; OLIVEIRA, G. S. de. Material concreto: uma estratégia pedagógica para trabalhar conceitos matemáticos nas séries iniciais do ensino fundamental. **Itinerarius Reflectionis**, Jataí, v. 1, n. 14, p. 1-14, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/rir/article/view/24344/19269>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SANTOS, R. C.; VIANNA, C. C. S.; SANTOS, A. C. F. A leitura tátil de representações de gráficos de barras para alunos cegos. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 64, p. 1-22, 2022. Disponível em: <https://revista.ibr.gov.br/index.php/BC/article/view/867>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SARAMA, J.; CLEMENTS, D. H. Promoting a good start: technology in early childhood mathematics. In: ARIAS, E.; CRISTIA, J.; CUETO, S. (eds.). **Promising models to improve primary mathematics learning in latin america and the caribbean using technology**. Washington, DC, USA: InterAmerican Development Bank, 2020. p. 181-223.

SILVA, M. F.; FROTA, M. C. R. Modelos da trigonometria em situações práticas. In: LOPES, Anemari Roesler Luersen Vieira; PEREIRA, Patrícia Sandalo (orgs.). **Ensaio em Educação Matemática**. Campo Grande: Ed.UFMS, 2010. p.177-128.

SOARES, J. A. M. **A utilização de recursos para o ensino de trigonometria da primeira volta para alunos cegos**. 2024, 202 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

SOARES, K. D. A.; CASTRO, H. C.; DELOU, M. C. Astronomia para deficientes visuais: inovando em materiais didáticos acessíveis. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 14, n. 13, p. 377-391, 2015. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/ REEC_14_3_7_ex941.pdf. Acesso em: 20 jul. 2023.

UTTAL, D. H. *et al.* Dual representation and the linking of concrete and symbolic representations. **Child Development Perspectives**, United Kingdom, v. 3, n. 3, p. 156-159, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2009.00097.x>. Acesso em: 20 jul. 2023.

VALE, I. Materiais manipuláveis na sala de aula: o que se diz, o que se faz. *In*: CONFERÊNCIA PROFMAT, 99., 1999, Lisboa. **Actas [...]**. Lisboa: APM, 1999. p. 111-120. Disponível em: https://www.academia.edu/1493722/Materiais_manipul%C3%A1veis_na_sala_de_aula_o_que_se_diz_o_que_se_faz. Acesso em: 20 jul. 2023.