



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília
Campus Estrutural
Licenciatura em Matemática

NATHALIA VIANA DA SILVA BARROS

MATEMÁTICA INCLUSIVA: Produção de Material Didático Adaptado para
Alunos Cegos no Estudo do Plano Cartesiano

Brasília
2023

NATHALIA VIANA DA SILVA BARROS

MATEMÁTICA INCLUSIVA: Produção de Material Didático Adaptado para
Alunos Cegos no Estudo do Plano Cartesiano

Artigo apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de curso do Curso de Licenciatura em Matemática para obtenção de nota parcial no Instituto Federal de Brasília, *campus* Estrutural.

Orientador(a): Ma. Adriana Barbosa de Souza

Coorientador(a): Dr. Mateus Gianni Fonseca

Brasília
2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

FICHA DE APROVAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Conclusão de Curso

Discente: NATHALIA VIANA DA SILVA BARROS

Título: MATEMÁTICA INCLUSIVA: Produção de Material Didático Adaptado para Alunos Cegos no Estudo do Plano Cartesiano

Artigo apresentado ao curso de Licenciatura em Matemática do Campus Estrutural do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para a obtenção de título de Licenciado em Matemática.

Trabalho aprovado em: 23/01/ 2023.

Brasília - DF, 23 de Janeiro de 2023.

Banca Examinadora

Orientadora (Presidente): Prof.^a Ma. Adriana Barbosa de Souza

Examinador (1º membro): Prof.^o Dr. Wembesom Mendes Soares .

Examinador (2º membro): Prof.^o Ma. Juliana Campos Sabino de Souza

Documento assinado eletronicamente por:

- **Juliana Campos Sabino de Souza**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/01/2023 21:56:46.
- **Wembesom Mendes Soares**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/01/2023 21:47:04.
- **Adriana Barbosa de Souza**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/01/2023 20:32:45.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/01/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 438730

Código de Autenticação: d68194ae15



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 - Cella Braille.....	7
Figura 2 - Punção e Reglete.....	7
Figura 3 - Símbolo de Número.....	8
Figura 4 - Exemplo de Equação em Braille.....	8
Figura 5 - Etapas do Design Centrado no Usuário.....	11
Figura 6 - Modelo 1 - Plano Cartesiano.....	14
Figura 7- Modelo 1 - Tabela com as Fichas.....	15
Figura 8 - Modelo 2- Plano Cartesiano.....	18
Figura 9 - Modelo 2- Tabela.....	18

Quadros

Quadro 1 - Plano Cartesiano.....	15
Quadro 2 - Teste 1 - Tabela.....	16
Quadro 3 - Teste 1 - Fichas.....	16
Quadro 4 - Teste 2.....	19
Quadro 5 - Teste 2.....	19
Quadro 6 - Teste 2.....	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 PROCESSO DE APRENDIZAGEM DO ESTUDANTE CEGO	7
2.1 Código Braille	8
2.2 Materiais Didáticos	9
3 PLANO CARTESIANO	10
4 METODOLOGIA	11
4.1 Design Centrado no Usuário	12
4.2 Participantes	13
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
7 REFERÊNCIAS	22

RESUMO

Buscando contribuir para as discussões acerca das possibilidades da educação inclusiva, esse artigo tem por objetivo propor a produção de um material didático adaptado para alunos cegos do 9º ano do ensino fundamental quanto ao estudo do plano cartesiano. Para isso, foi realizada uma pesquisa de cunho qualitativo, utilizando-se do *Design Centrado no Usuário* como percurso metodológico para construção e testagem do material. A pesquisa teve três participantes, sendo dois com cegueira adquirida e um vidente (que enxerga). Por resultados, foi obtido um modelo final, utilizando peças de baixo custo e acessíveis, que foi testado quanto a ser inclusivo para estudantes cegos. Os participantes consideraram o material adequado para a proposta da pesquisa.

Palavras-chave: educação inclusiva; deficiência visual; plano cartesiano; material didático.

ABSTRACT

Aiming to awaken reflection about the possibilities of inclusive education, this article aims to propose the production of didactic material adapted for blind students regarding the study of the Cartesian plan. For this, qualitative research was carried out, using User-Centered Design as a methodological path for the construction and testing of the material. The research had three participants, two with acquired blindness and a seer (who sees). As a result, a final model was obtained, using low-cost and accessible parts, which was tested to be inclusive for blind students. The participants considered the material suitable for the research proposal.

Keywords: inclusive education; visual impairment; cartesian plan; didactic material.

1 INTRODUÇÃO

A educação inclusiva é um direito reconhecido no Brasil desde a Constituição Federal de 1988, sendo assim é importante considerar as necessidades e especificidades dos estudantes com deficiência presentes nas salas de aula. Por conseguinte, o acesso à educação para esses alunos não é só o ato da matrícula, as escolas devem estar aptas para se adaptarem às necessidades e diferenças dessas pessoas (NERY; SÁ, 2019). Os autores destacam também a importância das instituições de ensino, as quais devem desmistificar a ideia de igualdade e homogeneidade que nega a diferença e diversidade presente na sociedade, combatendo práticas segregadoras no ambiente escolar.

Nesse sentido, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394/96, no Art. 59º, determina que os sistemas de ensino devem assegurar aos educandos com deficiência recursos educativos e organização específica para atender suas necessidades. Entre os alunos da educação inclusiva, temos os estudantes cegos, o decreto 5.296, Art. 5º, define deficiência visual como:

cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores; (BRASIL, 2004, p.2)

Ademais, uma importante habilidade a qual a matemática pode contribuir é a capacidade de se localizar no espaço e localizar objetos, esta é desenvolvida através do pensamento espacial, para Crown et al. (2018, *apud* NUNES, MAMEDE, 2021) o pensamento espacial é a maneira como percebemos a forma e o espaço, o qual envolve conceitos de geometria, tais como capacidade de reconhecer, visualizar e representar formas geométricas. Oliveira e Brockington (2017, *apud* NUNES, MAMEDE, 2021) afirmam que o desenvolvimento do pensamento espacial desempenha um papel importante ao estruturar a forma como nos orientamos e manipulamos o espaço que nos rodeia.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) apresenta habilidades relacionadas ao plano cartesiano e a localização de objetos no espaço ainda no Ensino Fundamental, tais como interpretar, descrever e localizar objetos no plano cartesiano através de coordenadas cartesianas, que indicam mudança de sentido e giros. Ou seja, o conhecimento do plano cartesiano ajuda a construção de saberes essenciais à realidade fora da escola dos estudantes, e entre eles os alunos com deficiência visual.

Segundo Koepsel (2019), um dos principais meios de comunicação no mundo é a visão, e na educação não é diferente, desse modo alunos com deficiência visual acabam prejudicados nos estudos. Esses discentes adentram os ambientes educacionais em desvantagem, pois os estímulos e informações que recebem são em sua maioria visuais (SÁ, CAMPOS, SILVA, 2007). Por isso, Silva (2016) afirma que a formação de conceitos por meio do tato contribui de forma significativa para aprendizagem desses alunos, visto que os conceitos estão conectados com a linguagem e o pensamento que integram as informações. Cita também que atividades sensoriais são fundamentais no processo de ensino de matemática, pois permitem que o aluno tenha autonomia na aprendizagem.

Silva (2016), ressalta a importância da busca de materiais didáticos

adaptados, para que os alunos com limitações visuais não fiquem prejudicados no processo de aprendizagem. Nesse sentido, Lorenzato (2006 *apud* SILVA, 2016) define materiais didáticos como qualquer instrumento que seja útil no processo de aprendizagem, como giz, calculadora, jogos e mesmo material palpável, manipulável e tecnológico. Esse tipo de material possibilita que o aluno esteja envolvido em um processo de aprendizagem, e o uso em sala de aula pode servir como um estímulo para os estudantes, e pode ser uma alternativa aos métodos tradicionais.

Por fim, buscando contribuir para uma educação mais inclusiva, o objetivo deste trabalho é propor um material didático que contribua para a aprendizagem de alunos cegos quanto ao plano cartesiano.

2 PROCESSO DE APRENDIZAGEM DO ESTUDANTE CEGO

Na sequência, apresenta-se uma explicação, segundo a literatura pesquisada, do que vem a ser a cegueira e a baixa visão e como a deficiência visual impacta na aprendizagem.

A cegueira é uma modificação grave ou total de funções elementares da visão que afeta de forma drástica a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento em um campo abrangente (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007). Os autores também pontuam que ela pode ocorrer desde o nascimento quando é chamada de cegueira congênita, ou ao longo da vida e então, é denominada cegueira adquirida. Já a baixa visão é definida pelo comprometimento de 60% ou mais da visão no melhor olho, ainda que tenha tratamento ou correção, porém, nesse caso existe a possibilidade de leitura com recursos ópticos especiais (DIAS, 2020).

Por conseguinte, o desenvolvimento das informações tátil, auditiva e olfativa são mais aguçados nas pessoas cegas porque elas recorrem a esses sentidos com mais frequência, por força da necessidade, para interpretar e guardar na memórias as informações que recebem (SÁ, CAMPOS, SILVA, 2007). Nesse sentido, a audição desempenha um papel essencial na escolha e codificação dos sons que são úteis, e o uso do tato não se restringe às mãos. Para essas pessoas as retas, curvas, volume, rugosidade, textura oscilação térmica e dolorosas do tato ativo são propriedades que geram imagens mentais, imprescindíveis para a formação de conceitos e representações mentais (SÁ, CAMPOS, SILVA, 2007).

A respeito da educação de discentes cegos, o Estatuto da Pessoa com Deficiência, Lei nº13.146, no Art. 8º afirma que

Parágrafo único. É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação (BRASIL, 2015).

A escola deve levar em consideração a diversidade presente no mundo, pois mesmo os alunos sem deficiência se difere dos demais (DIAS, 2020). Dessa forma, é necessário que os professores percebam que estudantes com deficiência visual formam conceitos de forma diferente que os alunos videntes. Sá, Campos e Silva (2007, p.21) afirmam que formação de conceitos para a criança cega ocorre de duas formas:

- 1) Aqueles que têm significado real para elas a partir de suas experiências.
- 2) Aqueles que fazem referência a situações visuais, que embora sejam importantes meios de comunicação, podem não ser adequadamente compreendidos ou decodificados e ficam desprovidos de sentido. Nesse caso, essas crianças podem utilizar palavras ou expressões descontextualizadas, sem nexos ou significado real, por não basearem-se em experiências diretas e concretas. Esse fenômeno é denominado verbalismo e sua preponderância pode ter efeitos negativos em relação à aprendizagem e ao desenvolvimento.

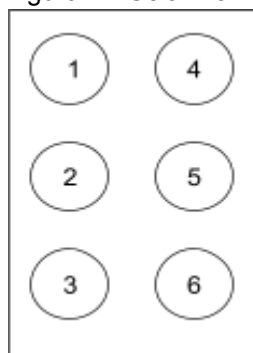
Portanto, as adaptações são fundamentais para uma educação mais inclusiva. A respeito do aprendizado em matemática frequentemente o aluno cego está restrito a informações verbais dada por professores e voluntários, sem tanta possibilidade de desenvolvimento da parte escrita e geométrica, necessária para a aprendizagem significativa (VYGOTSKY, 2001 *apud* SCHWANTES *et al*, 2021). Mesmo tendo boa memória auditiva, não é possível ao estudante cego aprender, sem prejuízos, a grande quantidade de conceitos e informações trabalhados na escola, somente por meio da oralidade. Assim, uma maneira eficiente de comunicação é o uso do código Braille.

2.1 Código Braille

O Braille é um meio eficiente de leitura e escrita através do qual pessoas cegas podem representar seus pensamentos e se comunicar com o mundo. Esse código utiliza seis combinações de pontos diferentes, em alto relevo, em células retangulares com três linhas e duas colunas, o que resulta em 63 combinações que representam letras e símbolos utilizados em diferentes áreas do conhecimento (MARCELLY, 2013).

Os pontos são escritos da esquerda para a direita e de cima para baixo em duas colunas e três linhas, o que forma uma matriz de ordem 3x2, a qual é chamada de cela. Através da combinação desses pontos surge o código braille, são 63 combinações e 64 códigos, pois alguns especialistas consideram a cela em branco como um símbolo.

Figura 1 - Cela Braille



Fonte: elaborado pelo autor.

O preenchimento da cela em tinta (pintado) ou relevo, irá corresponder ao número ou letra em Braille. Por fim, para escrever a pessoa cega usa uma punção para marcar em um papel fixado sobre uma reglete, para obter o relevo o papel precisa ter gramatura acima de 120. Ver figura 2:

Figura 2 - Punção e Reglete.

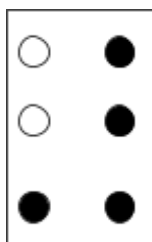


Fonte: (MARCELLY, 2013, p.3)

O Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa é um documento oficial do Ministério da Educação que apresenta representações em Braille para os símbolos matemáticos, a última versão atualizada é de 2006 (ANJOS, 2015). Segundo Anjos (2015), esse documento é utilizado por professores, transcritores, usuários e pessoas envolvidas com a educação de alunos cegos.

Importante destacar que o Braille emprega o símbolo de “número” para diferenciar letras de algarismos, Esse prefixo “número” é utilizado antes de vir um algarismo:

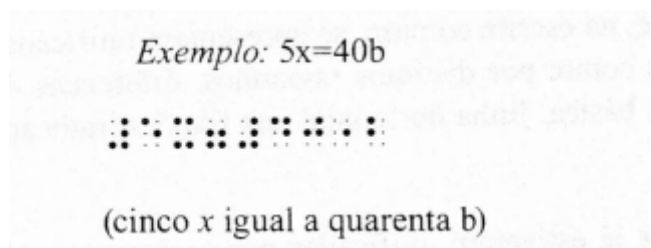
Figura 3 - Símbolo de Número



Fonte: elaborado pela autora.

A seguir um exemplo de uma equação matemática em Braille:

Figura 4 - Exemplo de Equação



Fonte: CMU (2006).

Entretanto, é indispensável respeitar as opções da pessoa cega, pois a escolha pelo Braille depende da habilidade tátil desenvolvida, sendo assim uma pessoa que teve sua alfabetização em Braille pode se sentir mais à vontade na leitura do que uma que aprendeu o código depois de adulto (VIGINHESKI *et al*; 2014). Ademais, Viginheski *et al* (2014), destaca algumas limitações para o uso do código para representações na área de matemática, como informações

demonstradas através de gráficos, tabelas e objetos tridimensionais. Com efeito, faz-se necessário adaptações, segundo Reily (2014, *apud* VIGINHESKI *et al*, p. 909, 2014):

Ao proporcionar ao aluno, com cegueira, diferentes formas de acesso ao conteúdo escolar, por meio do veículo que lhe permite significar o mundo, seja ele tátil, auditivo ou outro, respeitando o tempo necessário para tal, criam-se condições favoráveis à sua aprendizagem, proporcionando-lhe igualdade de condições em relação aos outros alunos.

Sendo assim, os materiais didáticos têm um papel importante no processo de aprendizagem do discente cego.

2.2 Materiais Didáticos

As atividades sensoriais são cruciais no processo de ensino, pois permitem que o aluno tenha autonomia na aprendizagem. Além disso, o tato é uma das principais maneiras pela qual o aluno cego obtém informações. Vygotsky (*apud* SILVA, 2016) pontua habilidades que o discente com deficiente visual deve ter na manipulação de materiais:

Ele deve ser treinado extensivamente para diferenciar tipos de materiais, e aspectos como textura, forma e peso. Dessa forma, irá desenvolver habilidades de visualização, isto é, que não utiliza apenas a visão para desenvolver conceitos matemáticos (SILVA, 2016).

Por sua vez, Sá; Campos e Silva (2007), estabelecem que a confecção de materiais didáticos para estudantes cegos deve se basear em critérios primordiais para a utilização:

Destacamos a fidelidade da representação que deve ser tão exata quanto possível em relação ao modelo original. Além disso, deve ser atraente para a visão e agradável ao tato. A adequação é outro critério a ser respeitado, considerando-se a pertinência em relação ao conteúdo e à faixa etária. As dimensões e o tamanho devem ser observados. Objetos ou desenhos em relevo pequenos demais não ressaltam detalhes de suas partes componentes ou se perdem com facilidade. O exagero no tamanho pode prejudicar a apresentação da totalidade dificultando a percepção global. (SÁ, CAMPOS E SILVA; 2007)

Portanto, nota-se que na produção de materiais didáticos para deficientes visuais é importante seguir diretrizes mínimas para o material ser adequado ao uso. Sempre que possível usar diferentes texturas para melhor destacar as partes, isto é, liso/áspero, fino/grosso que permitam ao aluno perceber as diferenças o material utilizado deve ser resistente ao manuseio tátil constante (SÁ, CAMPOS, SILVA; 2007).

Outrossim, é essencial considerar recursos didáticos confeccionados em materiais de baixo custo, tendo em vista a diversidade cultural do país e a condição social dos professores e escolas brasileiras (KALEFF *et al* 2013). Os autores destacam também a criação de recursos didáticos manipulativos simples e que geralmente não são encontrados no comércio de fácil acesso, os quais podem ser confeccionados com materiais disponíveis nas lojas brasileiras.

Pelo apresentado, os Parâmetros Curriculares Nacionais (*apud* KALEFF *et al*, 2013) citam a educação inclusiva na parte de adaptações curriculares, onde destacam a hipótese a qual as adaptações podem atender a necessidades específicas de aprendizagem dos estudantes em sala de aula.

3 PLANO CARTESIANO

A respeito do plano cartesiano, lezzi (2013, *apud* PINHEIRO, CARDOSO, PAULA; 2022) define como um objeto matemático plano composto por duas retas numéricas perpendiculares, isto é, essas retas possuem apenas um ponto em comum e formam um ângulo de 90° . O objeto matemático que forma um plano e o ponto em comum é conhecido como origem desse sistema e representa o zero nas duas retas. É importante destacar que a representação do plano cartesiano, da maneira conhecida, é uma forma de acesso ao objeto matemático não podendo ser confundida com o objeto matemático (PINHEIRO; CARDOSO; PAULA, 2022).

Por conseguinte, para Dias e Macêdo (2020), o assunto plano cartesiano é introduzido no currículo nacional no primeiro ano do Ensino Médio, no entanto, pode ter alguma introdução ainda no Ensino Fundamental. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) cita a importância do início do estudo do plano cartesiano, o qual ela afirma ser uma ponte entre a Álgebra e a Geometria (BNCC; 2018).

Ademais, Silva (2019), destaca que o estudo do plano cartesiano contribui para a ampliação do pensamento algébrico e geométrico do estudante. Segundo Heck (2019), o aluno deve compreender um vetor como uma coleção de segmentos orientados (de mesmo comprimento, direção e sentido), mas também caracterizado por suas coordenadas no plano cartesiano, estabelecendo significados diferentes para o mesmo objeto matemático. Assim sendo, nota-se que desenvolver competências relacionadas ao plano cartesiano é relevante para os estudantes do ensino médio e entre eles, os alunos com deficiência visual.

4 METODOLOGIA

Para cumprir o objetivo geral deste trabalho, foi realizada uma pesquisa qualitativa. A respeito disso, Gerhardt e Silveira (2009 *apud* LOZADA; NUNES, 2019, p. 133) afirmam que:

A pesquisa qualitativa é um tipo de investigação voltado para as características qualitativas do fenômeno estudado, considerando a parte subjetiva do problema. Ela se preocupa com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e na explicação da dinâmica das relações sociais.

Lozada e Nunes (2019), descrevem a pesquisa qualitativa como altamente conceitual, além disso, seus dados são coletados diretamente no contexto natural e nas interações entre os indivíduos.

A coleta de dados foi realizada por meio de uma entrevista semi-estruturada, segundo Erlandson *et al* (1993, p. 85-86, *apud* ARNOLDI; ROSA, 2014), entrevistas deste tipo são “guiadas por um conjunto de perguntas e questões básicas que devem ser exploradas, mas sem uma redação exata e a ordem das perguntas pré-determinadas”. Além disso, foram realizados registros por meio de gravações de

áudio, fotos do posicionamento das mãos e anotações, com o consentimento de todos os envolvidos.

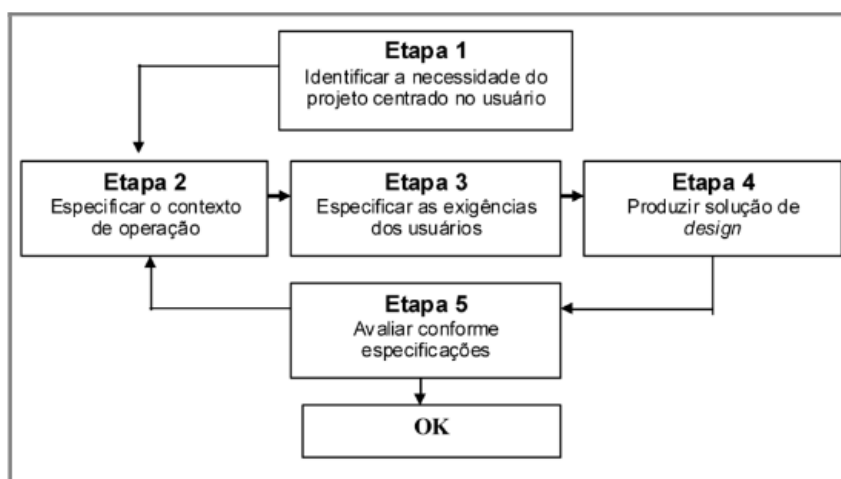
4.1 Design Centrado no Usuário

Para a construção do material didático foi usado o método Design Centrado no Usuário (DCU), nesta pesquisa o usuário será os participantes com cegueira. Segundo Souza e Spinola (2006, p.4):

O projeto centrado no usuário, ou UCD (User-Centered Design), tem como princípio focalizar desde o começo os usuários e as tarefas que desenvolvem num determinado ambiente, medir a utilização do produto observando a interação do usuário com ele e utilizar um processo de design iterativo, onde o design pode ser modificado após as fases de prototipação ou testes.

A norma ISO 13407 (1999, apud SOUZA; SPINOLA, 2006, p.4), orienta quais devem ser as etapas do projeto conforme a figura abaixo.

Figura 5 - Etapas do Design Centrado no Usuário



Fonte: (VITA, 2012).

Nesse sentido Vita (2012, p.7) descreve as etapas da seguinte forma: Inicia-se com a identificação da necessidade do projeto centrado no usuário (**Etapa 1**). Em seguida, discrimina as especificações do contexto de operação e das exigências dos usuários (**Etapa 2 e Etapa 3**) e, na sequência, apresenta uma solução de design (**Etapa 4**) e desenvolve a avaliação deste design conforme as especificações determinadas nas etapas anteriores (**Etapa 5**).

Assim, de forma cíclica, estando na etapa 5 diante de uma solução pode-se rever as especificações e apresentar uma nova solução que, por sua vez, será igualmente submetida à avaliação. No entanto, caso a solução satisfaça as condições, o projeto é dado como encerrado, durante essa pesquisa foram feitos dois protótipos, os quais serão chamados nesse texto de modelo 1 e modelo 2, os dois foram avaliados pelo estudante cego e a partir dos testes foram feitas alterações.

4.2 Participantes

O público alvo deste trabalho são estudantes cegos da rede básica de ensino do Distrito Federal. Para a construção do material foram feitas tentativas de encontrar esses alunos, no entanto, não foi possível a participação deles por uma questão burocrática e do tempo disponível para a pesquisa, então foram escolhidos adultos com cegueira.

A pesquisa realizada teve três participantes, dois com cegueira adquirida e um vidente (que enxerga). Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para preservar suas identidades os participantes foram nomeados pelas letras A, B e C. A amostra foi selecionada por conveniência da pesquisadora.

O primeiro a participar foi o estudante A, de 44 anos de idade do ensino superior do curso de licenciatura em matemática do Instituto Federal de Brasília (IFB). Ele informou que ficou cego aos 33 anos de idade, realizou cirurgia para reverter e se tornou baixa visão, no entanto, ficou novamente cego em decorrência do descolamento da retina. Ele frequenta o Centro de Ensino Especial de Deficientes Visuais (CEEDV) em Brasília desde 2020 e começou a ter aulas de Braille somente há um ano, por conta da pandemia.

O segundo participante, B, é professor de Soroban do CEEDV, de 46 anos de idade, também com cegueira. Entretanto, ele informou que ficou cego aos 6 anos de idade, tendo sido alfabetizado com o uso do Braille.

O terceiro a participar da pesquisa, C, é professor de Notações Específicas em Braille também do CEEDV. Este último docente trabalha também com a criação de materiais didáticos adaptados na área de matemática para alunos com deficiência visual.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Mediante o exposto, verificou-se, a partir da literatura consultada, que a metodologia centrada no usuário (DCU) seria a mais adequada para a construção do material didático, pois permite realizar mudanças imediatas durante a produção e a fase de testes (VITA, KAOKA; 2016), (Etapa 1 e 2 do DCU).

Além disso, como o participante A ficou cego durante a fase adulta, e está em processo de aprendizagem do código braille, ele realiza a maior parte da leitura a partir das memórias que tem das letras e números de maneira tátil. Então, uma das necessidades prévias era o material apresentar além do braille, letras e números em alto relevo e as partes em código braille tiveram como referência o Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa (CMU) (Etapa 3).

Após a conclusão das fases iniciais, foi iniciada a construção do modelo 1 (Etapa 4), para isso foram seguidas as orientações de Sá, Campos e Silva (2007) sobre materiais didáticos a serem utilizados com estudantes com deficiência visual que já foram citados neste texto.

Desse modo, para a produção do plano cartesiano foi utilizado papel panamá, por dar maior resistência ao material ao ser manuseado, e para fazer os eixos x e y em alto relevo, EVA. As informações foram colocadas em Braille ampliado com o uso de *strass* do tipo meia pérola.

No entanto, durante a confecção do primeiro modelo, notou-se que para colocar todas as informações em Braille com o *strass* utilizado seria necessário um

espaço grande que deixaria o modelo final pouco prático para carregar e guardar. Buscando solucionar o problema do espaço da escrita Braille, o material foi dividido em dois, o plano cartesiano com 14 pontos fixos por eixo em alto relevo e uma espécie de tabela com as letras que correspondem aos pontos, onde seria colocado as fichas dos pares ordenados.

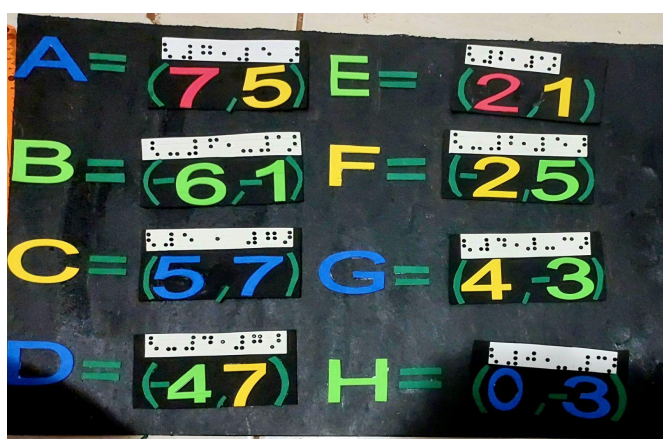
A tabela foi feita no papel panamá com os pontos representados pelas letras maiúsculas em EVA e acima o Braille. Para as fichas com os pares ordenados, foi recortado o EVA preto no formato retangular com 7 centímetros de largura e 5 de altura, e em cima foram colados os números em eva colorido. O strass preto para representar os números em braille foi colado no papel-cartão branco e colado acima dos números na ficha. Seguem imagens do modelo 1 que foi levado para o primeiro teste, com o participante A:

Figura 6 - Plano Cartesiano - Modelo 1



Fonte: elaborado pela autora

Figura 7 - Modelo 1 - Tabela com as fichas



Fonte: elaborado pela autora.

O teste do modelo 1 (Etapa 5) foi dividido em dois momentos, primeiro foi realizado uma descrição visual do material e qual o objetivo pretendido. Sendo assim, o material foi descrito de maneira visual para o participante A, como sendo um plano cartesiano com os eixos x e y e as marcações nos eixos e o outro duas colunas com os pontos de A, B,C,D,E,F,G e H e ainda as fichas feitas de EVA. Na segunda parte foi entregue o material para ele manusear, então durante o manuseio foi pedido para o participante responder às seguintes perguntas, não nessa ordem, para avaliar o material:

Quadro 1: Plano Cartesiano

Plano Cartesiano 1	Resposta Participante A
<p>“Você consegue identificar a origem dos eixos?”/ “Pode me mostrar onde está?”</p>	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizou corretamente (no entanto, foi observado que o ponto da origem poderia ser maior, pois ele teve dificuldades para encontrar.)
<p>“Você consegue identificar o eixo x?” Pode me mostrar onde está localizado?</p>	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizou corretamente
<p>Você consegue identificar o eixo y? Pode me mostrar onde está localizado?</p>	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizou corretamente
<p>Você consegue identificar as marcações no eixo x? Pode realizar a contagem no eixo x dos números positivos e negativos?</p>	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizou corretamente
<p>Você consegue identificar as marcações no eixo y? Pode realizar a contagem no eixo y dos números positivos e negativos?</p>	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizou corretamente.
<p>“Você consegue identificar os quadrantes?”</p>	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizou corretamente. (O participante pontuou a necessidade da malha quadriculada, pois ao ser pedido para localizar um ponto precisava voltar constantemente para os eixos x e y.)
<p>“A textura do material é agradável ao toque?”</p>	<p>“Sim”</p>
<p>“Você consegue ler o Braille?”</p>	<ul style="list-style-type: none"> O participante respondeu que conseguia distinguir as letras em Braille, mas apresentava dificuldades em fazer a leitura devido a não ter tantas habilidades com a leitura do código matemático.
<p>Você consegue identificar o título acima do eixo em tinta?</p>	<p>“Sim” (No entanto, observou-se que a proximidade do título em EVA com o final do eixo y confundiu o participante)</p>

Fonte: resultados da pesquisa.

Quadro 2: Teste 1- Tabela

Tabela	Resposta Participante A
“Consegue identificar as letras?”	“Sim” (O participante falou as letras corretamente, conforme identificava)
“ O material é agradável ao toque?”	“Sim”

Fonte: resultados da pesquisa.

Quadro 3: Teste 1 - Fichas

Fichas (pares ordenados)	Resposta Participante A
“Você consegue ler o par ordenado?”	“Sim” <ul style="list-style-type: none"> • O participante apresentou dificuldades em ler os símbolos dos parênteses, pois ainda não conhecia a representação em Braille e utilizou as letras em EVA.
“A textura é agradável ao toque?”	“Sim”

Fonte: resultados da pesquisa.

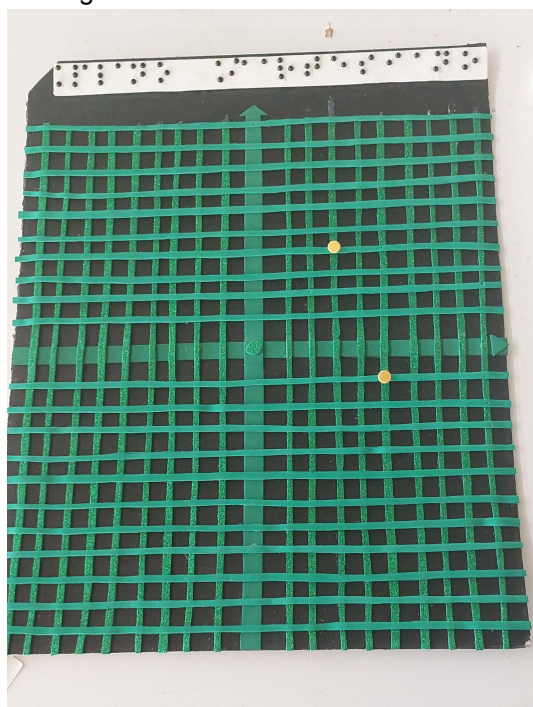
Após isso, o material voltou para a etapa 4 (DCU), onde foram realizadas novas modificações com base nas sugestões do participante A e nas observações feitas pela pesquisadora durante a manipulação do material pelo participante. No plano cartesiano, a primeira modificação foi a malha quadriculada, para as linhas horizontais foi utilizado EVA macio, e nas verticais EVA com glitter para diferenciar ao toque as linhas verticais e horizontais. Além disso, aumentou o ponto da origem, foi retirado também o nome “Plano Cartesiano” com o objetivo de ampliar a malha quadriculada e não confundir o participante'. Foram colocadas as setas no sentido positivo do x e também do y. Outra modificação, para identificar o eixo x e y na malha quadriculada, ambos foram feitos com uma largura maior que as demais linhas.

O participante A está em processo de aprendizagem e apresentou dificuldades em ler símbolos matemáticos do código Braille. Sendo assim, foi pensado não trabalhar com os pares ordenados por causa dos símbolos de parênteses e vírgula, sendo preferível montar uma tabela, sendo assim a maquete 2 será chamada de “tabela”. Desse modo, foram feitas três colunas: “pontos”, “x” e “y” e também seis linhas: “A”, “B”, “C”, “D”, “E” e “F”. Para as divisões das colunas e linhas foi utilizado uma fita grossa.

Nas fichas, as modificações foram uso do papelão grosso ao invés do EVA,

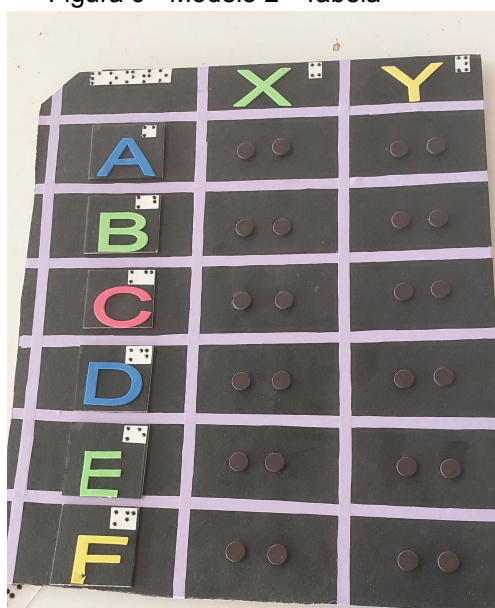
para ser mais resistente ao manuseio, também foram feitos cortes laterais no sentido de leitura, na parte de cima do lado esquerdo delas. Isso para o participante posicionar a ficha na posição correta para realizar a leitura do Braille. Além disso, para colar as fichas na tabela, uma solução encontrada foi o uso de ímãs no formato redondo, os quais foram colados atrás de cada ficha e também na tabela no espaço dos números. Segue abaixo imagens do modelo 2 que foi testado.

Figura 8 - Modelo 2- Plano Cartesiano



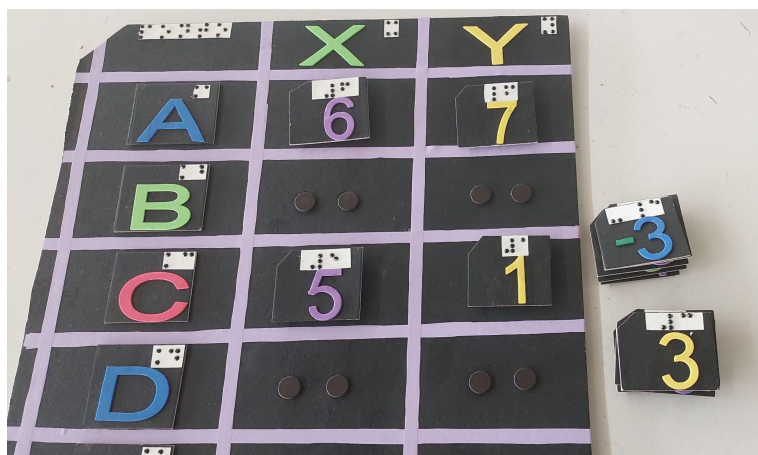
Fonte: elaborado pela autora.

Figura 9 - Modelo 2 - Tabela



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 10 - Tabela com as fichas



Fonte: elaborado pela autora.

Após isso, foi realizado o segundo teste (Etapa 5) em dois dias, sendo o primeiro dia com o participante A, no IFB - *campus estrutural* e o segundo dia no Centro de Ensino Especial de Deficientes Visuais (CEEDV) com os participantes B e C. Como dito anteriormente, o participante C é professor com experiência em adaptações de materiais didáticos na área de matemática do CEEDV, este não experimentou o material, tendo feito observações gerais. O participante B tem 46 anos de idade e é cego desde os seis anos de idade, tendo sido alfabetizado com o uso do Braille, ele realizou os testes com as orientações do professor C que enxerga.

Ambos os testes tiveram dois momentos. O primeiro onde foi descrito o material visualmente para os participantes, eles manusearam os materiais para conhecer e após foram feitas as perguntas, ao longo da entrevista semi-estruturada, não necessariamente na ordem mostrada. As respostas dos participantes foram agrupadas na tabela abaixo, com o objetivo de comparar.

Quadro 4: Teste 2

Plano Cartesiano	Participante A	Participante B
“Você consegue identificar a origem dos eixos? pode me mostrar onde está?”	“Sim” <ul style="list-style-type: none"> • Identificou corretamente. 	“Sim” <ul style="list-style-type: none"> • Identificou corretamente.
“Você consegue identificar o eixo x?” Pode me mostrar onde está localizado?”	“Sim” <ul style="list-style-type: none"> • Após orientações que o eixo x estava em baixo relevo encontrou com facilidade. 	“Sim” <ul style="list-style-type: none"> • Identificou corretamente.
Você consegue identificar o	<ul style="list-style-type: none"> • Identificou 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificou

eixo y? Pode me mostrar onde está localizado?	corretamente.	corretamente.
Você consegue identificar as marcações no eixo x?	<ul style="list-style-type: none"> • Identificou corretamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificou corretamente.
Você consegue identificar as marcações no eixo y?	<ul style="list-style-type: none"> • Identificou corretamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificou corretamente.
A textura do material é agradável ao toque?	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destacou que a textura o ajudava a diferenciar as linhas verticais das horizontais 	<p>“Não”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descreveu que a textura das linhas verticais pareciam “ásperas” e não eram agradáveis ao toque.
“Você consegue ler o título?”	“Sim”	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preciso de explicação do professor C, que o Braille era ampliado e não do tamanho padrão, o qual o participante B lê.

Fonte: resultados da pesquisa.

Quadro 5: Teste 2

Tabela	Participante A	Participante B
Você consegue identificar as colunas e linhas?	“Sim”	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificou com facilidade as linhas das colunas.
Você consegue identificar as letras?	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificou corretamente através da letra em EVA sobre a ficha 	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificou corretamente, após explicação do professor C, que o Braille estava ampliado.
O material é agradável ao toque?	“Sim”	“Sim”

Fonte: resultados da pesquisa.

Quadro 6: Teste 2

Fichas	Participante A	Participante B
---------------	-----------------------	-----------------------

<p>“Você consegue identificar o número da ficha?”</p>	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificou através do número em EVA sobre a ficha. 	<p>“Sim”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificou usando o Braille.
<p>“Pode posicionar a ficha no ponto C, na coluna do x?”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foi dado orientações sobre a posição das fichas de acordo com o corte no lado esquerdo. 	<p>Precisou de orientações para encontrar o espaço correto.</p>	<p>Encontrou com facilidade.</p>

Fonte: resultados da pesquisa.

Após o final do teste 2, o professor C realizou observações a respeito do material. Foi apontado por ele que o Braille ampliado poderia confundir os alunos que já leem usando o tamanho padrão, como foi o caso do participante B. Além disso, ressaltou que era importante o estudante conseguir marcar o ponto selecionado no plano cartesiano, e observou que todo material didático para deficientes visuais deve ser inclusivo com as pessoas com baixa visão. Nesse sentido, o fundo preto da tabela poderia dificultar a leitura de um discente com baixa visão e o material deveria, portanto, ter maior contraste. Entretanto, apontou que o material estava apto a ser usado em sala de aula com estudantes cegos, os outros participantes consideraram o modelo adequado ao objetivo.

A única alteração feita no modelo 2 após o teste 2, por uma questão de tempo, foi o uso dos alfinetes indicados pelo professor C para marcar os pontos no plano cartesiano. Portanto, esse foi o modelo final.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se que o modelo final foi avaliado quanto a ser um material inclusivo para pessoas com deficiência visual. Todavia, podem ser realizados futuros testes com alunos regulares da educação básica, seja com deficiência visual ou videntes. Além disso, os materiais usados na construção desse modelo, são facilmente encontrados em papelarias, tendo baixo custo.

Existem materiais didáticos disponíveis no mercado para o desenvolvimento de habilidades no plano cartesiano, entretanto, possuem preços elevados e não são encontrados facilmente. Portanto a adaptação é uma alternativa que pode ser utilizada pela escola e professores. Sá, Campos e Silva (2006) afirmam que podem ser produzidos uma infinidade de recursos pedagógicos e jogos didáticos com material de baixo custo e sucata.

Algumas dificuldades ocorreram no contato e comunicação com participantes com deficiência visual para realizar os testes. Para além disso, conforme citado anteriormente neste texto, durante a produção do material didático foram observados aspectos relevantes como textura, tamanho e cor (SÁ, CAMPOS, SILVA; 2006). É necessário também estar em comunicação com os participantes com deficiência visual para os ajustes, pois alguma mudança apesar de visualmente

funcionar ao ser testada não atingia o objetivo ou era inadequada. Sendo assim, a comunicação das necessidades e especificidades de cada aluno é muito importante.

Além disso, no caso do material ser utilizado com o objetivo de desenvolver habilidades quanto ao plano cartesiano, os estudantes devem ser avisados dos alfinetes para marcar os pontos, pois são objetos pontiagudos e deve ser dada especial atenção ao corte na lateral das fichas, que deve ser posicionado de maneira correta (parte de cima, lado esquerdo) para a leitura adequada dos números. Por fim, futuramente, para alcançar o objetivo do material didático, pretende-se realizar aplicações para alunos com deficiência visual e também estudantes videntes do ensino fundamental e médio da rede de ensino do Distrito Federal.

7 REFERÊNCIAS

ANJOS, Daiana Zanelato dos. **Da tinta ao Braille: estudo de diferenças semióticas e didáticas dessa transformação no âmbito do Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa - CMU e do Livro Didático em Braille.** Dissertação. Florianópolis. 2015.

ARNOLDI, Marlene Aparecida Gonzales C.; ROSA, Maria Virgínia de Figueiredo P. do C. **A entrevista na pesquisa qualitativa - mecanismos para validação dos resultados.** Belo Horizonte: Grupo Autêntica, 2007. E-book. ISBN 9788582178768. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582178768/>. Acesso em: 19 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

BRASIL. **Decreto 5.296** de 2 de Dezembro de 2004. Diário Oficial da União, Brasília.

BRASIL. Lei nº 13.146 de 6 de julho de 2015. **Estatuto da Pessoa com Deficiência.** Diário Oficial da União, Brasília.

BRASIL. Lei nº 9.394, 20 de Dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Diário Oficial da União, Brasília.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio.** Brasília, 2000.

CIRINO, Roseneide Maria Batista; Gilmar Carvalho Da Cruz; Sonia Maria Haracemiv. "Inclusão E Identidade: Concepções De Alunos Cegos Sobre Os Contextos De Aprendizagem Escolar." **Imagens Da Educação** 3.2 (2013): 45-53.

DIAS, Francisco; MACÊDO, Cristiano. PlanCarter: construção de um jogo didático como estratégia para o ensino de coordenadas cartesianas. **Revista Thema**, v. 17, p.417-432, 2020.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HECK, Miriam Ferrazza. Considerações sobre a base nacional comum curricular (BNCC) e as unidades de conhecimento matemático. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, v. 05, n.13, fev. 2019.

KALEFF, Ana Maria M.R.; ROSA, Fernanda M.C. da ; OLIVEIRA, Mateus F. de; RODRIGUES, Viviane L. Rodrigues. Vendo com as mãos: em busca da inclusão do aluno com deficiência visual nas aulas de matemática. **Caderno Dá Licença**. v. 8, p. 205-225, 2013. Disponível em: https://dalicenca.uff.br/wp-content/uploads/sites/204/2020/05/c8_artigo9.pdf

KOEPSEL, Ana Paula Poffo; BAYER, Tânia. A utilização de material didático manipulável e da geometria fractal para o aprendizado dos conceitos de área e perímetro de quadrado: Um estudo de caso envolvendo uma estudante com baixa visão. **Revista Educação Especial**. v. 32. 2019.

LOZADA, Gisele; NUNES, Karina da Silva. **Metodologia Científica**. Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788595029576. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595029576/>. Acesso em: 21 dez. 2022.

MARCELLY, Lessandra. **Operações elementares no código braille**. Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática. Curitiba: SBEM, 2013.

NERY, Érica Santana Silveira; SÁ, Antônio Villar Marques de. A deficiência visual em foco: estratégias lúdicas na educação matemática inclusiva. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, vol. 32, p.1-26, 2019.

PINHEIRO, Ana.; CARDOSO, Mikaelle; PAULA, Ana . Concepção de estudantes acerca do conceito de representação gráfica no plano cartesiano. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 25, p. 125–140, 2022. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/view/7396>. Acesso em: 5 jan. 2023.

SÁ, Antônio; CAMPOS, Izilda; SILVA, Myriam. **Atendimento Educacional Especializado: deficiência visual**. SEESP / SEED / MEC Brasília, 2007.

SCHWANTES, Vilson et al. Importância da Linguagem para o Desenvolvimento do Pensamento Algébrico. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, [S.l.], vol. 02, ed. 06, p. 112-141, jun. 2021.

SILVA, Alessandra Lisboa da. **Uma engenharia didática para aprendizagem de geometria analítica no ensino médio**. Tese (Doutorado em Educação) -

Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

SILVA, Jaqueline Maria da. **Mapeamento de trabalhos acadêmicos sobre os materiais didáticos de matemática direcionados a alunos com deficiência visual: uma análise a partir dos anais do ENEM e CIAEM dos anos de 2010 e 2015.** Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2016.

SOUZA, Luciano Soares de; SPINOLA, Mauro de Mesquita. **Requisitos de usabilidade em projetos de interface centrado no usuário de software de dispositivos móveis.** XXVI ENEGEP, Fortaleza, [S.l.], p. 2-9, out. 2006.

VIGINHESKI, Lúcia; FRASSON, Antonio; SILVA, Sani; SHIMAZAKI, Elsa. **O sistema Braille e o ensino da matemática para pessoas cegas.** Ciência e Educação (Bauru), 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wDwPFckG73sFgxrtQsDvwSS/?lang=pt>. Acesso em: 15/12/2022.

VITA, Aida Carvalho; KATAOKA, Verônica Yumi. Construção de maquete tátil para a aprendizagem de probabilidade por alunos cegos baseada no design centrado no usuário. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, [S. l.], v. 5, n. 9, p.147–175, 2016.

Apêndice I

Segue abaixo instruções gerais de como construir o modelo final do material didático.

Materiais

3 folhas grande de papel panamá (50 x 50 cm)
1 folha de EVA com textura (no modelo final foi utilizado EVA com glitter)
1 folha de EVA
Miçangas do tipo meio pérola
1 pacote de letras e números em EVA (tamanho pequeno)
Cola silicone (“cola quente”) ou cola silicone líquida
Tesoura
Fita
Papel branco canson

Modo de Fazer

1° - Plano Cartesiano

Faça um corte pequeno na lateral esquerda do papel panamá para que o aluno com deficiência visual posicione o plano de maneira correta.

Faça o título “Plano Cartesiano” com as miçangas para representar o Braille.

Corte o EVA em fitas para fazer os eixo x e y (os eixos devem ser mais largos que as linhas verticais e horizontais da malha quadriculada) cole na folha de papel panamá, faça um corte redondo para o ponto da origem.

Corte o EVA com textura para fazer as linhas verticais da malha quadriculada e o EVA normal para fazer as linhas horizontais.

Marque com um lápis os pontos do eixo x e do y.

Para a malha quadriculada cole as fitas horizontais de modo que passe pelos pontos do eixo y e as verticais de modo que passe pelos pontos do eixo x.

2° - Tabela

Faça um corte pequeno na lateral esquerda do papel panamá para que o aluno com deficiência visual posicione a tabela de maneira correta.

Divida o papel panamá em três colunas de 13 cm e seis linhas de 7cm de altura utilizando as fichas.

Corte as fichas para as letras A,B,C,D,E e F (maiúsculas).

Cole as letras nas fichas e cole as fichas na coluna 1.

Corte o papel canson em 9 pedaços retangulares e cole as miçangas para formar em Braille: “A”, “B”, “C”, “D”, “E”, “F” , “x”, “y” e “pontos”.

Cole as partes em Braille nas fichas das letras nos espaços da tabela.

Cole os ímãs em cada célula da tabela.

3° - Fichas

As fichas devem ter 7 cm de largura e 6 cm de altura.

Faça duas vezes as fichas 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 e duas vezes -1,-2,-3,-4,-5-6,-7,-8,-9.

Faça o corte na lateral esquerda para o aluno posicionar a ficha corretamente.

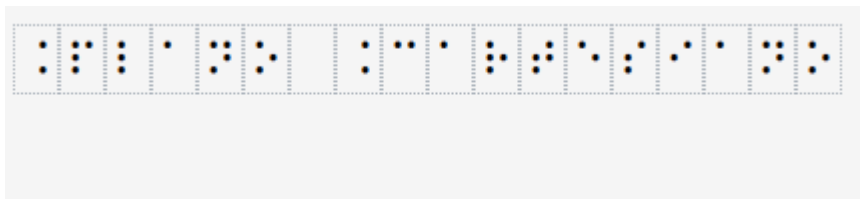
Faça a representação em Braille para os números das fichas.

Cole o ímã atrás de cada ficha.

Apêndice 2

Tradução em braille das palavras utilizadas no material.

“Plano Cartesiano”



“Pontos”



Alfabeto em Braille

A ⠠	B ⠡	C ⠠⠠	D ⠠⠠	E ⠠⠠	F ⠠⠠	G ⠠⠠
H ⠠⠠	I ⠠⠠	J ⠠⠠	K ⠠⠠	L ⠠⠠	M ⠠⠠	N ⠠⠠
O ⠠⠠	P ⠠⠠	Q ⠠⠠	R ⠠⠠	S ⠠⠠	T ⠠⠠	U ⠠⠠
V ⠠⠠	W ⠠⠠	X ⠠⠠	Y ⠠⠠	Z ⠠⠠	É ⠠⠠	ALFABETO LEITURA 1 ● ● 4 2 ● ● 5 3 ● ● 6

Algarismos em Braille

⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
1	2	3	4	5
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
6	7	8	9	0

Documento Digitalizado Público

TCC NATHALIA VIANA

Assunto: TCC NATHALIA VIANA
Assinado por: Antonio Neto
Tipo do Documento: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Documento Original

Documento assinado eletronicamente por:

- **Antonio Dantas Costa Neto**, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - ES-GRAD-LM, em 31/05/2023 16:40:59.

Este documento foi armazenado no SUAP em 31/05/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 467112

Código de Autenticação: baad156f5d

