



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA**

EDUARDO DE SOUSA VELOSO

**BRICKS BRAILLE MATEMÁTICO: ANÁLISE DO USO DE UM RECURSO DIDÁTICO
INCLUSIVO CRIADO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA A ESTUDANTES COM
DEFICIÊNCIA VISUAL**

BELO HORIZONTE - MG

2025

EDUARDO DE SOUSA VELOSO

**BRICKS BRAILLE MATEMÁTICO: ANÁLISE DO USO DE UM RECURSO DIDÁTICO
INCLUSIVO CRIADO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA A ESTUDANTES COM
DEFICIÊNCIA VISUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica (PPGET) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica.

Linha de Pesquisa: IV - Práticas Educativas e Tecnologias Educacionais

Área de concentração: Educação Profissional e Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry

BELO HORIZONTE - MG

2025

V443b Veloso, Eduardo de Sousa
Bricks Braille matemático: análise do uso de um recurso didático inclusivo criado para o ensino de matemática a estudantes com deficiência visual / Eduardo de Sousa Veloso. – 2025.
136 f.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica.

Orientador: Alexandre da Silva Ferry.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

1. Matemática – Estudo e ensino – Teses. 2. Língua brasileira de sinais – Teses. 3. Cegos – Sistemas de impressão e escrita – Teses. 4. Educação inclusiva – Teses. 5. Pessoas com deficiência visual – Teses. I. Ferry, Alexandre da Silva. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título.

CDD 371.912081



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - PPGET
Portaria MEC n.º. 1.077, de 31/08/2012, republicada no DOU em 13/09/2012

EDUARDO DE SOUSA VELOSO

**BRICKS BRAILLE MATEMÁTICO: ANÁLISE DO USO DE UM RECURSO
DIDÁTICO INCLUSIVO CRIADO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA A
ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, em 24 de julho de 2025, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica, aprovada pela Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação constituída pelos professores:

Documento assinado digitalmente
 **ALEXANDRE DA SILVA FERRY**
Data: 15/08/2025 16:03:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry– orientador
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 **YARA PATRICIA BARRAL DE QUEIROZ GUIMARAES**
Data: 06/08/2025 15:50:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Yara Patrícia Barral de Queiroz Guimarães
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 **MARCIA GORETT RIBEIRO GROSSI**
Data: 06/08/2025 19:18:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Márcia Gorett Ribeiro Grossi
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 **NILMA SOARES DA SILVA**
Data: 14/08/2025 16:05:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Nilma Soares da Silva
Universidade Federal de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Alexandre da Silva Ferry, por ter me dado uma das oportunidades mais importante da minha vida, que foi a de fazer o mestrado no CEFET-MG, e por ter sido um ótimo orientador durante o curso sendo referência como coordenador de curso e como solucionador de problemas.

À Vivian Caroline Farias, pela simpatia com que me acolheu e pelo apoio inestimável no início do mestrado, sempre estando disponível para me ajudar. Sua contribuição foi essencial, especialmente ao modelar digitalmente, de forma voluntária, todas as peças do BBM, desempenhando um papel fundamental neste estudo.

À Luciana Santo da Cruz por ter sido minha irmã acadêmica durante o mestrado e companheira para representarmos o CEFET-MG no Congresso Internacional de Educação Inclusiva na Paraíba.

À professora Márcia Goretti Ribeiro Grossi por ter me acolhido, por ter me dado dicas e corrigido algumas das minhas publicações.

À Jocielle de Abreu da Silva por ter sido tão simpática e colaborativa durante o curso e por ter me dado vários *feedbacks* sobre a pesquisa.

Ao Wilbert Viana Barbosa por ter lido esta dissertação e contribuído com dicas.

À professora Rosemary Dore Soares por ter contribuído com a minha formação em uma disciplina realizada na UFMG.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG por lecionarem com tanto amor e terem me preparado durante o mestrado.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa GEMATEC pelo companheirismo e apoio, em especial ao Romário, Ricardo, Marcelo, Gilberto, Virgínia, Professor Ronaldo, Professor Ivo, Fatinha, Josie, Ívina, Karol, Vinícius Campos, Vinícius Rocha, Luciana Paula e Pablo.

Aos mestrandos em Educação Tecnológica por terem sido tão unidos e ajudado uns aos outros.

Aos professores e estudantes que fizeram parte da coleta de dados desta pesquisa por terem sido tão solícitos, prestativos e afetuosos facilitando o trabalho do pesquisador.

A minha família e amigos por terem dado apoio e entendido a minha ausência devido à dedicação ao mestrado.

RESUMO

Os recursos didáticos físicos e acessíveis constituem ferramentas fundamentais para a mediação dos processos de ensino e de aprendizagem, especialmente no contexto da Educação Inclusiva. No ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual, tais recursos tornam-se indispensáveis, pois possibilitam a concretização de conceitos abstratos por meio de representações táteis ou multissensoriais, promovendo a equidade no acesso ao conhecimento e favorecendo a aprendizagem. Nesse sentido, esta pesquisa apresenta o recurso didático Bricks Braille Matemático (BBM), criado no âmbito do Projeto Incluir-Ciência do CEFET-MG. Inspirado nos blocos de encaixe da Lego® e no Bricks Braille Químico, recurso previamente desenvolvido no mesmo programa, o BBM trata-se de um recurso didático de baixo custo criado por meio da impressão 3D e que permite a representação tátil de números e símbolos matemáticos na Grafia Braille presentes no Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa (Brasil, 2006a). O objetivo geral desta pesquisa foi compreender como o emprego do BBM influencia a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades pedagógicas de Matemática. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza aplicada, com objetivos exploratório-descritivos e como procedimento técnico, foi feita pesquisa de campo no CEFET-MG e Instituto São Rafael. Participaram da pesquisa uma professora e cinco estudantes com deficiência visual, vinculados ao Instituto São Rafael e um professor, um profissional de apoio e sete estudantes do CEFET-MG, entre eles uma aluna com baixa visão. Foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados: observação sistemática e entrevistas semiestruturadas no Instituto São Rafael e grupo focal no CEFET-MG. Para a análise dos dados foram utilizadas as técnicas de análise de conteúdo de Bardin (2020). Os resultados indicam que o uso do BBM em sala de aula pode favorecer a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual, à medida que promove a autonomia na escrita de expressões matemáticas, de maneira lúdica e acessível. Nas aulas com o BBM, os alunos participaram ativamente, revelando maior interesse e curiosidade em relação aos conteúdos matemáticos, o que evidencia o potencial do recurso para promover uma aprendizagem mais engajada e significativa.

Palavras-chave: Grafia Matemática Braille; Educação Inclusiva; Educação Matemática; Deficiência Visual.

ABSTRACT

Physical and accessible teaching resources are fundamental tools for mediating teaching and learning processes, especially in the context of Inclusive Education. When teaching mathematics to visually impaired students, such resources are indispensable, as they enable the concretization of abstract concepts through tactile or multisensory representations, promoting equitable access to knowledge and enhancing learning. In this sense, this research presents the Mathematical Braille Bricks (BBM) teaching resource, created within the scope of the Include-Science Project of CEFET-MG. Inspired by Lego® interlocking blocks and Chemical Braille Bricks, a resource previously developed within the same program, BBM is a low-cost teaching resource created through 3D printing that allows the tactile representation of numbers and mathematical symbols in Braille, as found in the Unified Mathematical Code for the Portuguese Language (Brasil, 2006a). The overall objective of this research was to understand how the use of BBM influences the motivation and engagement of visually impaired students in mathematics teaching activities. This is a qualitative, applied study with exploratory-descriptive objectives. Fieldwork was conducted at CEFET-MG and the São Rafael Institute as a technical procedure. Participants included a teacher and five visually impaired students from the São Rafael Institute, as well as a teacher, a support professional, and seven students from CEFET-MG, including a student with low vision. The following data collection instruments were used: systematic observation and semi-structured interviews at the São Rafael Institute, and a focus group at CEFET-MG. Bardin's (2020) content analysis techniques were used for data analysis. The results indicate that the use of BBM in the classroom can promote the motivation and engagement of visually impaired students by promoting autonomy in writing mathematical expressions in a playful and accessible way. In classes using BBM, students actively participated, demonstrating greater interest and curiosity in mathematical content, demonstrating the resource's potential to promote more engaged and meaningful learning.

Keywords: Mathematical Braille Spelling, Inclusive Education, Mathematical Education, Visual Impairment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reglete e Punção	25
Figura 2 - Números e símbolos matemáticos em braille	26
Figura 3 - Interseção entre campos de estudo para busca e seleção de artigos	32
Figura 4 - Multiplano	37
Figura 5 - Soroban	37
Figura 6 - Material Dourado	38
Figura 7 - Utilização do recurso didático TA-3M	40
Figura 8 - Plano Cartesiano	41
Figura 9 - Placas Algébricas	41
Figura 10 - Régua de frações	42
Figura 11 - Modelo digital dos símbolos de divisão e multiplicação	57
Figura 12 - Print do <i>software</i> da impressora Creality	57
Figura 13 - Impressora 3D Creality Ender-2 Pro	58
Figura 14 - Placa de base Lego	59
Figura 15 - Modelo digital do BBM	60
Figura 16 - Peça do BBM que representa o número um	61
Figura 17 - BBM (Expressão Algébrica, Matriz, Radiciação e Soma)	63
Figura 18 - Cubaritmo	70
Figura 19 - Encaixe das peças do BBM na placa de base	73
Figura 20: Aluna engajada com o BBM	74
Figura 21 - Número um com o sinal de número separado e com o sinal de número junto	76
Figura 22 - Aluna ordenando as peças do BBM em ordem crescente	77
Figura 23 - Aluna manuseando as peças do BBM e a cestinha em cima da mesa	78
Figura 24 - Modelo de divisões sugerido pela professora	82
Figura 25 - Registro da professora recebendo a doação do BBM	84
Figura 26 - Participantes do CEFET-MG manuseando o BBM	85
Figura 27 - Alunos engajados com o BBM	88
Figura 28 - Expressão $1 \times (4X \times ({}^2\sqrt{4}))$	89
Figura 29 - Sinal de número e a letra a	90
Figura 30 - Expressão ${}^2\sqrt{4}=2$	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Vínculo das publicações encontradas na BDTD	34
Gráfico 2 - Regiões das Instituições vinculadas às publicações encontradas na BDTD	35
Gráfico 3 - Número de publicações por ano	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tecnologias, Metodologias e Materiais

39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –Publicações encontradas na BDTD	33
Tabela 2 –Publicações encontradas no Portal de Periódicos da CAPES	33
Tabela 3 – Busca em Setembro de 2024 em todos os artigos da Revista Benjamin Constant	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS - Acrilonotrila Butadieno Estireno

BBM - Bricks Braille Matemático

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

CAAE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CID - Classificação Internacional de Doenças

CONEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

EVA - Etil, Vinil e Acetato

GEMATEC - Grupo de Estudos em Metáforas e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

LBI - Lei Brasileira de Inclusão

LDBN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LEM - Laboratório de Ensino de Matemática

MDF - Medium Density Fiberboard ou Fibras de Média Densidade

MG - Minas Gerais

PLA - Filamentos de Ácido Polilático ou políácido láctico

PPGET - Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica

TAM - Teoria da Ação Mediada

TA-3M - Tecnologia Assistiva: Material Manipulável de Multiplicação

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	12
INTRODUÇÃO.....	12
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	12
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO.....	13
1.3 QUESTÃO DE PESQUISA.....	13
1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	14
1.5 JUSTIFICATIVA.....	14
1.6 PERCURSO METODOLÓGICO.....	16
1.7 APRESENTAÇÃO DO PESQUISADOR E SUA RELAÇÃO COM A TEMÁTICA.....	16
1.8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	17
CAPÍTULO 2.....	19
EDUCAÇÃO INCLUSIVA: TECNOLOGIAS E RECURSOS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.....	19
2.1 INCLUSÃO.....	19
2.1.1 História da deficiência e do conceito de inclusão.....	19
2.1.2 Marcos legais internacionais e brasileiros.....	20
2.1.3 Definições atuais e terminologia para inclusão.....	21
2.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E DESENHO UNIVERSAL.....	21
2.3 DEFICIÊNCIA VISUAL.....	23
2.4 SISTEMA BRAILLE.....	24
2.5 TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO.....	27
2.6 RECURSOS DIDÁTICOS.....	28
CAPÍTULO 3.....	30
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	30
3.1 BASES DE DADOS CONSULTADAS.....	31
3.2 PROCEDIMENTOS DE BUSCA E SELEÇÃO DOS ARTIGOS.....	31
3.3 RESULTADOS DA BUSCA EXPLORATÓRIA.....	33
3.4 RECURSOS DIDÁTICOS NA TEMÁTICA DA DEFICIÊNCIA VISUAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	37
3.5 RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DIRECIONADORAS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	41
CAPÍTULO 4.....	43
REFERENCIAL TEÓRICO.....	43
4.1 TEORIA DA AÇÃO MEDIADA, DE JAMES WERTSCH.....	43
4.2 PRÁTICAS EDUCATIVAS E RECURSOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA.....	48
4.3 ESTUDOS SOBRE MOTIVAÇÃO.....	50
4.3.1 Estratégias para Estimular a Motivação Escolar.....	50
4.4 ESTUDOS SOBRE ENGAJAMENTO ESCOLAR.....	51
4.4.1 Fatores de engajamento: vigor, dedicação e absorção.....	52
4.4.2 O estado de flow.....	53
4.5 ESTUDOS SOBRE LUDICIDADE.....	53
CAPÍTULO 5: BRICKS BRAILLE MATEMÁTICO (BBM).....	55
CAPÍTULO 6.....	62

METODOLOGIA.....	62
6.1 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	64
6.2 REGISTROS AUDIOVISUAIS E AUTORIZAÇÃO PARA USO DE VOZ E IMAGEM.....	65
6.3 ASPECTOS ÉTICOS.....	65
6.4 COLETA DE DADOS NO INSTITUTO SÃO RAFAEL.....	66
6.5 COLETA DE DADOS NO CEFET-MG.....	68
CAPÍTULO 7.....	69
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
7.1 APRESENTAÇÃO DO BBM NO INSTITUTO SÃO RAFAEL.....	69
7.1.1 BBM: material, cor, encaixe, marcador de posição.....	72
7.1.2 Apropriação do BBM em dinâmicas de sala.....	74
7.1.3 Motivação no manuseio do BBM.....	76
7.1.4 Feedback da professora sobre o BBM.....	77
7.1.5 Sugestões para melhorias no BBM.....	79
7.2 APRESENTAÇÃO DO BBM NO CEFET-MG.....	82
7.2.1 Reação à apresentação do BBM.....	82
7.2.2 Realização de atividades com o BBM.....	84
7.2.2.1 Dúvidas sobre os sinais em braille e a validação entre pares.....	85
7.2.2.2 Engajamento e aprendizagem cooperativa.....	86
7.2.3 Apropriação de conhecimentos do BBM.....	86
7.2.4 Aproveitando a área de estudos dos alunos.....	87
7.2.5 Feedbacks sobre o BBM.....	88
7.2.6 Sugestões de melhorias no BBM.....	88
7.2.7 Ludicidade com o BBM.....	90
CAPÍTULO 8.....	92
CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICE A - INTERPRETAÇÃO DETALHADA DA EXPRESSÃO BOOLEANA UTILIZADA NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	105
APÊNDICE B - LISTA DE PUBLICAÇÕES SELECIONADAS PARA A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	106
APÊNDICE C: INFORMAÇÕES SOBRE AS IMPRESSÕES DO BRICKS BRAILLE MATEMÁTICO.....	110
APÊNDICE D - PERGUNTAS DA ENTREVISTA E DO GRUPO FOCAL.....	115
APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS PROFESSORES.....	116
APÊNDICE F - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS RESPONSÁVEIS DOS PARTICIPANTES MENORES DE IDADE.....	120
APÊNDICE G - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) PARA OS PARTICIPANTES MENORES DE IDADE.....	124
APÊNDICE H - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE VOZ E/OU IMAGEM (ESTUDANTE OU PROFESSOR).....	128
APÊNDICE I - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE VOZ E/OU IMAGEM (RESPONSÁVEL PELO ESTUDANTE MENOR DE IDADE).....	130

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Nos últimos anos, importantes documentos internacionais, como a Declaração Universal dos Direitos Humanos da Organização das Nações Unidas (1948) e a Declaração de Salamanca (1994), reforçaram o direito de todos à educação e impulsionaram políticas voltadas à inclusão de estudantes com necessidades educacionais específicas. No Brasil, esse compromisso foi incorporado por meio de legislações como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBN, Lei n. 9.394, de 1996), que estabelece, entre seus princípios, a igualdade de condições para o acesso e permanência na escola. No entanto, apesar desses avanços normativos, a efetivação da Educação Inclusiva ainda enfrenta obstáculos, especialmente no ensino de Matemática, disciplina historicamente marcada por dificuldades de aprendizagem (Ventura; Santos; César, 2010). Nesse contexto, torna-se necessário refletir sobre os desafios e as possibilidades de práticas pedagógicas verdadeiramente inclusivas¹ nesse campo do conhecimento.

Apesar dos avanços legais que promovem a inclusão, a aprendizagem da Matemática continua a representar um desafio nas escolas brasileiras. Como destacam Ventura, Santos e César (2010), muitos alunos videntes já enfrentam dificuldades nesse campo, dada a complexidade dos conceitos abstratos e a ênfase em habilidades de raciocínio lógico e reflexão. Essas dificuldades tornam-se ainda mais acentuadas no caso de estudantes com deficiência visual, cuja exclusão é agravada pela persistência de práticas pedagógicas tradicionais que se baseiam na visualização de conteúdos por meio de livros didáticos (Klaus; Bondezan, 2019).

Ao desconsiderar as necessidades específicas desses alunos, tais métodos limitam sua participação e aprendizagem efetiva. Nesse contexto, torna-se fundamental repensar o ensino de Matemática com base em práticas mais acessíveis e inclusivas. Ferronato (2002) enfatiza a importância do uso de recursos didáticos táteis, que permitem ao estudante com deficiência visual construir suas abstrações por meio da exploração sensorial, especialmente pelo tato. Garantir o direito à aprendizagem matemática a todos os estudantes requer não apenas o cumprimento da legislação inclusiva, mas também a adoção de metodologias que respeitem e acolham a diversidade sensorial e cognitiva presente nas salas de aula.

Diante desse contexto, Braga e Rosa (2023) destacam que a utilização de recursos

¹ O conceito de práticas verdadeiramente inclusivas está relacionado aos estudos de Mantoan (2003). Segundo a autora, embora muitas instituições afirmem adotar uma postura inclusiva, na prática, limitam-se apenas a integrar estudantes com deficiência visual, sem, contudo, implementar ações efetivas que promovam uma aprendizagem incluindo a todos.

didáticos acessíveis e inclusivos pode favorecer o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e ajudá-los a superar barreiras frequentemente encontradas no ensino de Matemática. Segundo as autoras, a compreensão dos conceitos matemáticos ocorre à medida que os alunos têm acesso a materiais manipulativos que representam de forma concreta os objetos de estudo. No entanto, ainda há carência de recursos didáticos acessíveis às necessidades de todos os estudantes. Nesse sentido, o uso de recursos com potencial lúdico, como o Bricks Braille Matemático (BBM), pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos básicos e complexos, como aritmética, frações e geometria, podendo promover maior engajamento e melhor compreensão por parte dos discentes.

O objeto de estudo desta dissertação foi a motivação e o engajamento dos estudantes durante a utilização do recurso didático que recebeu o nome de Bricks Braille Matemático (BBM). Esta dissertação considera as possibilidades, desafios e implicações pedagógicas do emprego de um recurso didático acessível e inclusivo, criado e produzido por meio de tecnologias de prototipagem digital e impressão tridimensional. O BBM foi inspirado nos *kits* de peças de encaixe da marca Lego® e em outro recurso didático acessível e inclusivo desenvolvido por Ferry e Farias (2024), o Bricks Braille Químico.

O BBM foi desenvolvido no âmbito do Projeto Incluir-Ciência no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), projeto coordenado pelo orientador desta pesquisa, e é investigado como uma ferramenta potencial para melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem de Matemática por estudantes com deficiência visual. Assim, esta pesquisa poderá fornecer conhecimentos para educadores, pesquisadores e formuladores de políticas interessados na promoção da acessibilidade de pessoas com deficiência visual na Educação Matemática.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Apesar dos avanços nas políticas de inclusão educacional, estudantes com deficiência visual ainda enfrentam inúmeros obstáculos no acesso a práticas pedagógicas que atendam às suas necessidades específicas, especialmente no ensino de Matemática, uma área que tradicionalmente se apoia em representações visuais e simbólicas abstratas (Klaus; Bondezan, 2019). A carência de recursos didáticos acessíveis e inclusivos contribui para a baixa participação desses estudantes. Nesse cenário, torna-se necessário investigar alternativas pedagógicas que promovam não apenas a compreensão dos conteúdos, mas também a motivação e o engajamento em atividades pedagógicas de Matemática (Lorenzato, 2021).

1.3 QUESTÃO DE PESQUISA

Diante da problemática apresentada, esta pesquisa buscou responder à seguinte questão:

como o emprego do recurso didático BBM pode afetar a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades pedagógicas de Matemática?

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral desta pesquisa foi compreender como o emprego do BBM influencia a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades pedagógicas de Matemática. De forma específica, buscou-se: I) investigar as características do BBM enquanto recurso didático tátil, acessível e inclusivo desenvolvido para o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual; II) entender os processos de ensino e aprendizagem mediados pelo BBM em contextos educacionais com a participação de estudantes com deficiência visual; III) verificar interações entre estudantes, com e sem deficiência visual, que evidenciem manifestações de motivação e engajamento durante o uso do recurso; IV) descrever as percepções de professores e estudantes sobre as potencialidades e limitações do BBM como recurso didático acessível.

1.5 JUSTIFICATIVA

O uso de recursos didáticos táteis pode favorecer a aprendizagem de Matemática por estudantes com deficiência visual. Nesse sentido, faz-se necessário investigar e disseminar estudos que contribuam para o aprimoramento dessas práticas. A mediação pelo tato permite que esses alunos construam imagens mentais dos conceitos matemáticos, facilitando a compreensão de conteúdos abstratos. Além disso, ao oferecer formas alternativas de acesso ao conhecimento, como materiais inclusivos, promove-se a equidade no ambiente escolar. Assim, garantir recursos acessíveis é fundamental para assegurar igualdade de condições, permanência e participação efetiva dos estudantes com deficiência visual no processo educativo (Reily, 2004).

O ensino tradicional de Matemática, fortemente baseado em representações visuais e linguagem abstrata, muitas vezes não atende de forma adequada às necessidades de estudantes com deficiência visual. Nesse contexto, o uso de recursos didáticos táteis surge como uma alternativa pedagógica capaz de tornar o raciocínio matemático mais acessível, lógico e interativo. É fundamental oferecer ferramentas acessíveis e inclusivas que permitam a mediação concreta dos conteúdos matemáticos, uma vez que o ensino convencional, por si só, não é suficiente para superar as barreiras enfrentadas por esses estudantes (Santos *et al.*, 2020).

Para Moraes (2016), a falta de materiais com inscrições em braille tem contribuído para episódios de desbrailização, ou seja, para o afastamento gradual dos estudantes com deficiência visual do uso cotidiano desse sistema de leitura e escrita. Nesse contexto, o uso de recursos didáticos táteis com inscrições em braille, como é o caso do BBM, representa uma estratégia pedagógica possivelmente relevante. Além da possibilidade do desenvolvimento da percepção

tátil, esses recursos podem promover a valorização do braille e estimular seu uso em atividades escolares. A presença do braille em materiais manipulativos pode contribuir, portanto, para a reversão do processo de desbrailização e fortalecimento do envolvimento dos estudantes com deficiência visual no aprendizado da Matemática, ao oferecer uma forma concreta e acessível de interação com os conteúdos.

A confecção e utilização de recursos didáticos educacionais feitos por meio da impressão 3D pode favorecer a ludicidade no ensino de forma que o aluno com deficiência visual se interesse mais e possa aprender mais satisfatoriamente conteúdos de Matemática. A aprendizagem dos estudantes é mais efetiva quando se utiliza materiais possivelmente lúdicos², já que geralmente estão atrelados a atividades instigantes, participativas e desencadeadoras de novas aprendizagens, dependendo do contexto da turma e dos discentes. Além do mais, a ludicidade no ensino de Matemática tende a facilitar o processo de aprendizagem e internalização do conhecimento proposto pelo professor (Nery; Sá, 2019).

A utilização de recursos didáticos produzidos por impressão 3D tem se mostrado promissora no campo da Educação Inclusiva, especialmente por atender a critérios que favorecem a aprendizagem de estudantes com deficiência visual. Segundo Ferry (2024), essa tecnologia possibilita a criação de recursos didáticos com características como estética agradável, durabilidade e permanência, materiais de alta qualidade e produção padronizada e consistente, aspectos que podem contribuir diretamente para a eficácia e acessibilidade dos recursos em ambientes educacionais. Essas qualidades estão presentes no recurso didático BBM, cuja estrutura sólida e acabamento refinado facilitam a manipulação tátil e podem garantir maior vida útil ao material. A padronização na produção também assegura consistência na apresentação dos conteúdos.

Além do mais, de acordo com Barbosa (2022), recursos didáticos táteis acessíveis e inclusivos podem atender de forma mais eficaz às necessidades específicas de estudantes com deficiência visual no processo de aprendizagem da Matemática. Na perspectiva da autora, esses recursos têm potencial para superar as limitações impostas pelo uso exclusivo do livro didático, oferecendo experiências de aprendizagem mais concretas e acessíveis. A autora destaca que o acesso a recursos táteis favorece a inclusão educacional ao ampliar as possibilidades de interação com os conteúdos matemáticos. É justamente esse princípio que orienta a proposta do BBM, um recurso didático inclusivo, de baixo custo, produzido em espaço *maker*³, que visa

² O termo possivelmente lúdico está relacionado aos estudos de Luckesi (2014). Para o autor, a ludicidade é uma vivência interna e subjetiva, ou seja, uma experiência individual. Nesse sentido, uma atividade pode ser considerada lúdica por uma pessoa e não ser percebida da mesma forma por outra.

³ Um espaço *maker* é um local voltado à criação, experimentação e aprendizagem prática, equipado com ferramentas e tecnologias que estimulam a inovação. No Labmaker, espaço maker do CEFET-MG, há recursos como impressoras 3D e máquinas de corte e gravação a laser, entre outros, que possibilitam transformar ideias em protótipos concretos e desenvolver projetos interdisciplinares de forma criativa.

promover a equidade no ensino por meio da acessibilidade e da mediação sensorial.

Por fim, a revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 3 desta dissertação evidenciou a escassez de investigações que tratem do uso de recursos didáticos físicos voltados à aprendizagem de estudantes com deficiência visual no campo da Educação Matemática. Observa-se, ainda, uma lacuna mais específica na literatura no que diz respeito ao desenvolvimento e à análise de recursos pedagógicos produzidos por meio da impressão 3D com essa finalidade. Apesar do avanço recente das tecnologias acessíveis e da popularização dos espaços *makers*, são poucos os estudos que aliam a prototipagem em impressão 3D à construção de recursos matemáticos táteis inclusivos. Foram encontradas apenas duas publicações na busca exploratória, mas os recursos didáticos investigados nesses estudos não continham inscrições em braille.

Dessa forma, acredita-se que esta dissertação poderá oferecer uma contribuição ao campo da pesquisa educacional, ao buscar compreender como o emprego do BBM influencia a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades pedagógicas de Matemática. O BBM é um recurso didático acessível e inclusivo criado por meio da impressão 3D, com inscrições do braille em alto relevo e etiquetas com identificação para videntes.

1.6 PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa tem abordagem qualitativa, natureza aplicada, objetivos exploratório-descritivos e quanto ao procedimento técnico, foi feita uma pesquisa de campo. A coleta de dados foi realizada em dois locais: no Instituto São Rafael, em Belo Horizonte, instituição especializada na educação de pessoas com deficiência visual, e no CEFET-MG. Participaram da pesquisa uma professora e cinco estudantes com deficiência visual vinculados ao Instituto São Rafael, além de um professor, um profissional de apoio e sete estudantes do CEFET-MG, incluindo uma aluna com baixa visão.

Em outubro de 2024, no Instituto São Rafael, por meio de observação sistemática e entrevistas semiestruturadas, buscou-se identificar as interações, as falas e os indícios de motivação e engajamento por parte dos alunos e da professora. Já no mesmo período, no CEFET-MG, foi realizado um grupo focal com os participantes, com o objetivo de analisar as percepções sobre o uso do recurso didático BBM. Para o tratamento dos dados, foram utilizadas as técnicas de análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2020), permitindo a identificação de categorias para a compreensão dos efeitos pedagógicos do BBM em diferentes contextos educacionais.

1.7 APRESENTAÇÃO DO PESQUISADOR E SUA RELAÇÃO COM A TEMÁTICA

Apaixonado pela educação e pelos números, este pesquisador iniciou sua trajetória

acadêmica cursando Licenciatura em Matemática entre 2011 e 2014 na Faculdade Pedro II. Posteriormente, entre 2020 e 2023, fez o curso de Pedagogia na Universidade do Estado de Minas Gerais. Também fez três especializações na área da educação, aprofundando ainda mais seu conhecimento na área educacional.

Antes de ingressar no Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG em 2023, participou de outros processos seletivos, propondo pesquisas voltadas a tornar as aulas de Matemática mais conectadas a situações práticas e reais, além de explorar o uso de recursos didáticos. Essa linha de interesse reflete sua crença de que o desinteresse de alguns estudantes pela Matemática pode estar relacionado à dificuldade em visualizar aplicações concretas da disciplina.

Consciente da importância de que pesquisadores compreendam outros idiomas, o autor desta pesquisa realizou 12 semestres consecutivos de cursos de inglês na Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Além do mais, trabalhou na UFMG entre 2010 e 2016 na área administrativa, tendo a oportunidade de atuar no prédio do Núcleo de Acessibilidade e Inclusão, o que ampliou seu conhecimento e valorização de temas ligados à inclusão.

Em 2023, atuou como professor de Matemática na rede estadual de Minas Gerais, uma experiência que lhe trouxe conhecimentos sobre o trabalho com a diversidade em sala de aula. Esse período despertou seu interesse por pesquisas voltadas à Educação Inclusiva e à Educação Matemática.

A pesquisa sobre um recurso didático para o ensino de Matemática está alinhada com seus interesses e sua trajetória acadêmica e profissional. Com a publicação deste trabalho, ele espera contribuir para a ciência e inspirar outros professores de Matemática a tornar suas aulas mais lúdicas e inclusivas.

1.8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está organizada em oito capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução, em que são delineados a delimitação do tema e apresentação do objeto de estudo, a problematização, a questão de pesquisa, os objetivos da pesquisa, a justificativa, o percurso metodológico, o perfil do pesquisador e a estrutura da dissertação. O segundo capítulo trata da contextualização da Educação Inclusiva, abordando aspectos históricos da inclusão escolar, a definição da deficiência visual, o surgimento e a importância do Sistema Braille, bem como o papel das Tecnologias Assistivas e dos espaços *maker* na produção de recursos pedagógicos acessíveis.

No terceiro capítulo, é apresentada a revisão bibliográfica, com base em estudos que discutem o uso de recursos didáticos no ensino de Matemática para estudantes com deficiência

visual. Em seguida, o quarto capítulo expõe o referencial teórico da pesquisa, sustentado pela Teoria da Ação Mediada (TAM), além de contribuições relacionadas às práticas pedagógicas no ensino de Matemática, à ludicidade, à motivação e ao engajamento dos estudantes.

O quinto capítulo descreve o processo de criação e as principais características do BBM, recurso didático desenvolvido para esta pesquisa por meio da tecnologia de impressão 3D. O sexto capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados, detalhando a abordagem qualitativa, os objetivos exploratório-descritivos, os participantes, os instrumentos de coleta de dados e as técnicas de análise empregadas.

O sétimo capítulo trata da análise dos dados e dos resultados obtidos a partir da aplicação do BBM nas duas instituições investigadas: o Instituto São Rafael e o CEFET-MG. Por fim, o oitavo capítulo apresenta a conclusão e as considerações finais, destacando as contribuições do estudo, suas limitações e possíveis caminhos para pesquisas futuras. Ao final da dissertação, são incluídas as referências utilizadas ao longo do trabalho, bem como os apêndices que complementam e ilustram o percurso investigativo.

CAPÍTULO 2

EDUCAÇÃO INCLUSIVA: TECNOLOGIAS E RECURSOS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Este capítulo oferece uma visão geral sobre a história da inclusão, define a deficiência visual, apresenta um resumo sobre o Sistema Braille e aborda o uso de tecnologias para enriquecer a educação, com ênfase na criação de recursos didáticos em ambientes *maker*.

2.1 INCLUSÃO

2.1.1 História da deficiência e do conceito de inclusão

Historicamente, pessoas com deficiência foram alvo de exclusão, negligência e até violência. Em diversas sociedades antigas como as civilizações grega, romana, chinesa e hebraica, a deficiência era associada à inutilidade, ao castigo divino ou à possessão demoníaca, resultando em práticas de abandono, perseguição e extermínio (Sonza *et al.*, 2013). Esse passado de exclusão marca a trajetória social das pessoas com deficiência e contrasta com os avanços legais e pedagógicos contemporâneos, que buscam garantir o direito à participação e à aprendizagem, especialmente no contexto educacional inclusivo.

Como o tema desta pesquisa é ligado ao uso de recursos didáticos acessíveis e inclusivos para facilitar o processo de aprendizagem de conteúdos da Matemática, primeiramente foi necessário conceituar o que são pessoas com deficiência. De acordo com o Decreto n. 6.949, de 25 de agosto de 2009, em seu artigo primeiro: pessoas com deficiência “são aquelas que têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdades de condições com as demais pessoas” (Brasil, 2009, *online*). Hoje, existem legislações, mas ressalta-se que no passado, inexistiam direitos e políticas para a inclusão social das pessoas com deficiência.

Sonza *et al.* (2013) afirmam que, no século XVIII, com o advento das revoluções francesa e industrial, foram potencializados inventos de mecanismos para que as pessoas com deficiência pudessem suprir funções e consequentemente trabalhar. Foram eles: cadeira de rodas, bengalas, muletas, próteses, dentre outros. Com esses equipamentos, o capitalismo poderia aproveitar as pessoas com deficiência em tarefas condizentes para a produção industrial.

De acordo com Sonza *et al.* (2013), a história das pessoas com deficiência no Brasil foi marcada pela segregação. Nessas épocas, tanto no período imperial quanto em boa parte da República, essas pessoas eram retiradas do convívio social e isoladas em instituições de cuidados ou em escolas especiais. Somente na década de 1960 difundiu-se a ideia de introduzir as pessoas com deficiência na sociedade; porém, nessa fase, prevaleciam abordagens voltadas à tentativa de

modificar esses indivíduos do ponto de vista médico, psicológico e de outras áreas, com o objetivo de normalizá-los, ou seja, torná-los semelhantes às pessoas sem deficiência para, então, integrá-los à sociedade.

Até a década de 70, a “deficiência era vista como um problema individual e uma doença que precisava ser curada” (Almeida, 2022, p. 7), já na década seguinte, movimentos sociais liderados por pessoas com deficiência conseguiram disseminar reprovações a esse modelo biomédico. Assim, os conceitos de normalização e integração foram largamente criticados na década de 80 e a partir daí surgiu o conceito de inclusão, que é relacionado à equiparação de oportunidades e à busca de respeito às diferenças (Sonza *et al.*, 2013).

2.1.2 Marcos legais internacionais e brasileiros

Com o aumento da criação de mecanismos para atender às necessidades das pessoas com deficiência e das diversas lutas por seu respeito e valorização, foram promulgadas legislações com o objetivo de assegurar direitos e combater as discriminações contra essas pessoas. Alguns dos marcos internacionais mais importantes para a luta foram: a Declaração Universal dos Direitos Humanos da Organização das Nações Unidas (1948), a Convenção sobre os Direitos da Criança (1989), a Conferência Mundial Educação para Todos (1990), a Declaração Mundial de Educação para Todos (1990), a Declaração de Salamanca junto a Conferência Mundial sobre Necessidades Educacionais Especiais: acesso e qualidade (1994), a Convenção de Guatemala (1999) e a Carta do Terceiro Milênio (1999) (Nascimento; Nascimento, 2019).

Os documentos internacionais norteiam a luta para a conquista de direitos humanos fundamentais, para a promoção de oportunidades de acessibilidade às pessoas com deficiência e para a conscientização social, mas não são suficientes para a efetivação da igualdade dentro da diferença, haja vista o alto nível da exclusão social apontado em pesquisas. Esses documentos são marcos históricos, fortalecem a luta pelos direitos das pessoas com deficiência e ajudam na busca da superação dos movimentos alicerçados somente no processo de integração, ampliados a partir da década de 1970, mas são insuficientes no sentido de incluir (Nascimento; Nascimento, 2019).

Ainda em relação às legislações inclusivas, no Brasil destacam-se a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI), Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015, a Convenção Interamericana para a eliminação de todas as formas de discriminação contra as pessoas com deficiência (Decreto n. 3.956, de 8 de outubro de 2001), a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (Decreto n. 6.949, de 25 de agosto de 2009) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBN, Lei n. 9.394, de 1996).

A LDBN, (Brasil, 1996, *online*), uma das principais normas que regem a educação

brasileira, apresenta políticas de inclusão no âmbito do ambiente escolar. Dessa forma, estabelece diretrizes curriculares, prevê a oferta de recursos educativos específicos, a formação de professores com especialização adequada e determina, entre seus princípios, a igualdade de condições para o acesso e permanência na escola. Com base nessa legislação, compreende-se que a escola deve ser um espaço de inclusão, capaz de oferecer educação que contemple todos os estudantes, respeitando suas singularidades. A seguir, serão apresentados mais detalhes sobre a inclusão.

2.1.3 Definições atuais e terminologia para inclusão

A inclusão deve ser entendida como um processo que visa garantir a participação plena de todos os educandos no ambiente escolar, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas ou outras (Mantoan, 2003). Mais do que o simples acesso, a inclusão implica a efetiva permanência e aprendizagem de todos, representando um avanço fundamental para a democratização da educação e, conseqüentemente, da sociedade.

Inclusão é aceitar, respeitar e oferecer equiparação de oportunidades independente das diferenças raciais, religiosas, culturais, sociais, em gênero. Muitos avanços já ocorreram, mas muito ainda precisa ser feito para que aconteça o fortalecimento das políticas de inclusão. Para que ela aconteça de fato, é preciso incluir, é preciso que a sociedade aprenda a reconhecer e valorizar a diversidade (Mantoan, 2003).

Nesse sentido, a LBI determina que “toda pessoa com deficiência tem direito à igualdade de oportunidades com as demais pessoas e não sofrerá nenhuma espécie de discriminação” (Brasil, 2015, art. 4). Essa legislação estabelece ainda que a inclusão está vinculada à superação de barreiras, entendidas como entraves que impedem ou limitam a participação social da pessoa com deficiência e o exercício do direito à acessibilidade. A acessibilidade, por sua vez, refere-se à possibilidade de acesso e utilização autônoma de diversos recursos e espaços coletivos por pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (Brasil, 2015, *online*).

Os termos utilizados para designar pessoas com deficiência também passaram por transformações ao longo do tempo. Segundo Brito (2022), expressões como pessoa portadora de deficiência ou portadora de necessidades especiais caíram em desuso, com o objetivo de reduzir estigmas, já que ninguém porta uma deficiência. O termo mais apropriado atualmente é pessoa com deficiência, pois coloca em evidência a pessoa, e não a deficiência.

2.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E DESENHO UNIVERSAL

A LBI institui princípios de inclusão e define conceitos como Tecnologias Assistivas e Desenho Universal (Brasil, 2015, *online*). Segundo a referida lei, Tecnologias Assistivas são produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que visam promover a

autonomia e ampliar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Esses instrumentos favorecem maior participação em diferentes contextos sociais, contribuindo para sua independência e bem-estar. As Tecnologias Assistivas, de acordo com Sonza *et al.* (2013), desempenham um papel essencial na promoção da equidade, possibilitando o acesso à educação, ao trabalho e à vida comunitária e podem ser classificadas em diferentes categorias, tais como:

- Recursos arquitetônicos: rampas de acesso, corrimãos, elevadores adaptados e projetos de Desenho Universal;
- Recursos pedagógicos: materiais em braille, *softwares* educativos acessíveis, sistemas de comunicação aumentativa e alternativa, intérpretes de Libras;
- Recursos tecnológicos e de mobilidade: leitores de tela, teclados especiais, cadeiras de rodas, andadores, próteses e órteses.

Já Desenho Universal é a “concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de Tecnologia Assistiva” (Brasil, 2015, art. 1). Desse modo, o Desenho Universal refere-se à criação de produtos, serviços e espaços que possam ser utilizados pela maior diversidade possível de pessoas, ampliando sua capacidade funcional e garantindo o uso com autonomia (Cambiaghi, 2017).

No contexto desta pesquisa, o BBM pode ser compreendido como um exemplo de recurso concebido a partir dos princípios do Desenho Universal, uma vez que busca promover o acesso de estudantes videntes e com deficiência visual ao conhecimento matemático por meio de um material tátil, padronizado e acessível desde sua origem, sem necessidade de adaptação posterior. Essa perspectiva pode valorizar a acessibilidade como elemento intrínseco ao processo de criação de recursos didáticos inclusivos, o que pode fortalecer seu potencial pedagógico em ambientes educacionais diversos.

O Desenho Universal aplicado à educação busca garantir que todos os estudantes, com ou sem deficiência, tenham acesso às mesmas oportunidades de aprendizagem, por meio de estratégias pedagógicas inclusivas, planejadas desde o início do processo (Zerbato; Mendes, 2018). Em vez de depender de adaptações pontuais, essa abordagem propõe práticas e recursos acessíveis a todos, ampliando as possibilidades de compreensão e participação no ambiente escolar. Como destacam Santos *et al.* (2020, p. 74), o princípio central do Desenho Universal é assegurar a aprendizagem sem distinções, respeitando as diferentes características dos educandos.

Pessoas com deficiência visual estão entre os principais grupos beneficiados por Tecnologias Assistivas e pelos princípios do Desenho Universal, especialmente quando são aplicados em contextos educacionais, sociais e profissionais. A implementação de ferramentas

desses recursos é fundamental para garantir autonomia, acessibilidade e participação ativa dessas pessoas em atividades cotidianas, como a locomoção, a comunicação e o acesso à informação (Bersch, 2017, Sonza *et al.*, 2013).

Recursos como leitores de tela, bengalas, reglete e punção para escrita em braille e recursos didáticos acessíveis e inclusivos contribuem para a superação de barreiras e para a ampliação das oportunidades educacionais. Ao promover o acesso desde o planejamento pedagógico, essas tecnologias não apenas ajudam na superação de obstáculos, mas fortalecem a inclusão e o desenvolvimento pleno das capacidades individuais (Bersch, 2017). Nesse contexto, a proposta do BBM como recurso didático acessível e inclusivo se insere como uma estratégia alinhada ao Desenho Universal, com potencial para ampliar o acesso de estudantes com deficiência visual ao conteúdo escolar de forma equitativa.

2.3 DEFICIÊNCIA VISUAL

Segundo a Portaria n. 3.128, de 24 de dezembro de 2008, em seu artigo primeiro, a pessoa com deficiência visual é aquela que possui baixa visão ou cegueira. A baixa visão (visão subnormal) ocorre “quando o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20 (graus) no melhor olho com a melhor correção óptica - categorias 1 e 2 de graus de comprometimento visual da Classificação Internacional de Doenças (CID) 10” (Brasil, 2008, *online*). Já a cegueira, conforme o mesmo documento, ocorre “quando esses valores se encontram abaixo de 0,05 ou o campo visual menor do que 10 (graus) no melhor olho com a melhor correção óptica - categorias 3, 4 e 5 do CID 10.”

Conforme dados do Censo 2022 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 18,0% da população brasileira (cerca de 36 milhões de pessoas) possuíam algum tipo de dificuldade para enxergar em 2022, sendo que quase 8 milhões eram consideradas pessoas com deficiência por apresentarem cegueira (823 mil pessoas) ou grande dificuldade para enxergar (7,1 milhões pessoas) (IBGE, 2022). Esses números evidenciam a expressiva presença de pessoas com deficiência visual na sociedade brasileira e reforçam a necessidade de políticas públicas e ações pedagógicas que favoreçam o acesso à educação de forma equitativa. No campo da Educação Matemática, esse cenário justifica o investimento na criação e avaliação de recursos didáticos acessíveis, como o BBM, voltados à promoção da inclusão e da aprendizagem.

De acordo com o documento Saberes e Práticas da Inclusão (Brasil, 2006b), a deficiência visual pode se manifestar de forma adquirida ou congênita. Entre as causas adquiridas mais comuns estão doenças como diabetes, descolamento de retina, glaucoma, catarata, degeneração senil e traumas oculares. Já as formas congênitas estão associadas a fatores como retinopatia da prematuridade, coriorretinite (geralmente por toxoplasmose durante a gestação), catarata e

glaucoma congênitos (por infecções gestacionais ou fatores hereditários), atrofia óptica, degenerações retinianas (como a Síndrome de Leber), e deficiência visual cortical (resultante de alterações no sistema nervoso central, encefalopatias ou convulsões).

Nesse contexto, a utilização de recursos que garantam o acesso à informação e à educação é essencial, sendo o Sistema Braille um dos mais relevantes. Criado por Louis Braille no século XIX, esse sistema de leitura e escrita tátil representa um importante avanço para a inclusão de pessoas com deficiência visual, permitindo a alfabetização, a produção textual e o acesso ao conhecimento em diversas áreas. A criação do BBM está diretamente fundamentada nessa estrutura. O recurso se apoia nos princípios do Sistema Braille e nas diretrizes do Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa (Brasil, 2006a), com o objetivo de tornar o ensino da Matemática mais acessível para estudantes com deficiência visual, reforçando a proposta inclusiva do Desenho Universal e das Tecnologias Assistivas.

Considerando o contexto das pessoas com deficiência visual e os desafios enfrentados no cotidiano e na educação, torna-se essencial compreender os sistemas de comunicação adaptados que lhes possibilitam o acesso à informação e ao conhecimento. Entre esses sistemas, destaca-se o Sistema Braille, amplamente utilizado por pessoas cegas e com baixa visão como forma de leitura e escrita tátil (Souza; Batista; Matos, 2016). A seguir, apresenta-se um panorama sobre a origem, funcionamento e importância desse sistema, com ênfase em sua aplicação no ensino de Matemática.

2.4 SISTEMA BRAILLE

O Sistema Braille é um sistema universal de escrita tátil voltado para a comunicação de pessoas cegas ou com baixa visão e criado no início do século XIX por Louis Braille (Sonza *et al.*, 2013). Louis, nascido em Coupvray, França, em 4 de janeiro de 1809, perdeu a visão aos três anos de idade e dedicou sua vida a desenvolver um método acessível de leitura e escrita. Ele faleceu aos 43 anos em 6 de janeiro de 1852, em decorrência de complicações causadas pela tuberculose. Conforme Souza, Batista e Matos (2016), o Sistema Braille utiliza uma matriz de seis pontos em alto relevo, cujas combinações permitem representar o alfabeto convencional, sinais de pontuação e símbolos (matemáticos, químicos, da informática, dentre outros) possibilitando uma comunicação ampla e eficiente para pessoas com deficiência visual.

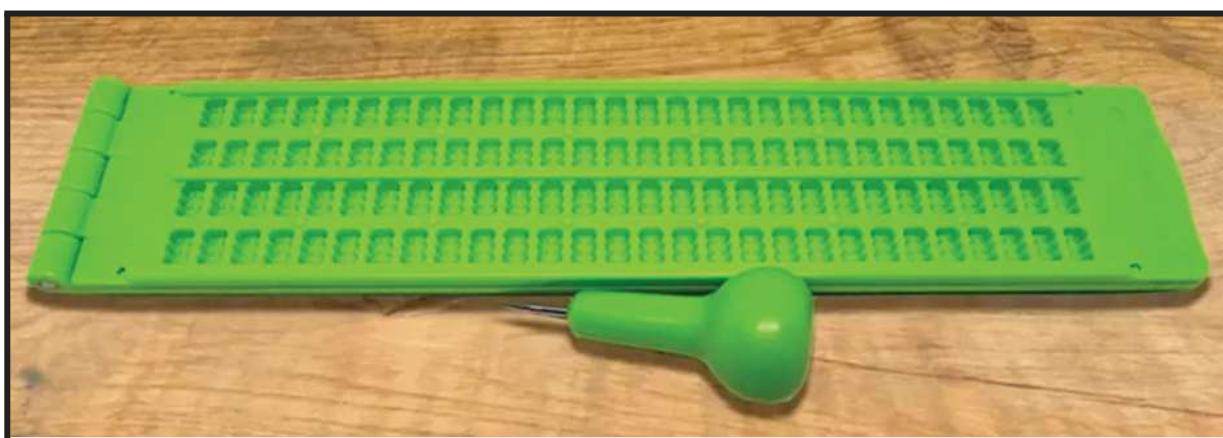
De acordo com Santos (2020, p. 56), a criação e difusão do Sistema Braille abriram caminhos para a inclusão de pessoas com deficiência visual, permitindo-lhes o acesso à educação, à informação, à cultura e promovendo a quebra de barreiras no universo da leitura e escrita. Esse sistema chegou ao Brasil no início da segunda metade do século XIX e é amplamente utilizado até hoje por pessoas cegas e com baixa visão. Para o autor, o Sistema Braille foi aceito sem restrições no Brasil. No entanto, em algumas ocasiões, foram necessárias adaptações devido

a reformas ou acordos ortográficos.

Segundo Sonza *et al.* (2013), a escrita em braille é normalmente realizada com o auxílio da reglete e punção (Figura 1) ou de modernas ferramentas tecnológicas. Quando dominada pelo usuário, a escrita em braille se torna automática assim como a escrita em lápis para a pessoa sem deficiência visual. Na reglete tradicional, “escreve-se o braille da direita para a esquerda, na sequência normal de letras ou símbolos. A leitura é feita normalmente da esquerda para a direita, apalpando-se os relevos feitos pela punção, normalmente com a ponta do dedo indicador” (Sonza *et al.*, 2013, p. 86).

Figura 1: Reglete e Punção

Descrição: imagem de fundo marrom de uma reglete retangular e uma punção, ambos de cor verde claro.

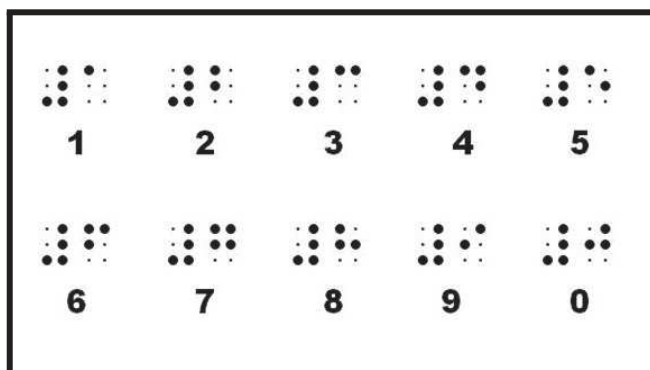


Fonte: <https://civiam.com.br/voce-sabe-o-que-e-reglete/>. Acesso em: 23 jan. 2025.

O Sistema Braille possui 63 combinações possíveis (ou 64, se incluirmos a cela vazia) formadas a partir de seis pontos em alto relevo, que representam símbolos aplicáveis a diversas áreas do conhecimento. Esses pontos estão organizados em celas retangulares, compostas por duas colunas e três linhas: a primeira coluna abriga os pontos 1, 2 e 3, enquanto a segunda coluna contém os pontos 4, 5 e 6. Para representar números em braille, são utilizadas duas celas de seis pontos cada; a primeira cela exibe uma marca semelhante à letra *L* invertida horizontalmente, indicando que os pontos seguintes devem ser lidos como números. Na Figura 2, estão apresentados os números de um a nove e o zero em braille (Marcelly; Penteadó, 2011).

Figura 2: Números e símbolos matemáticos em braille

Descrição: a imagem consiste em uma grade de quadrados, cada um com uma disposição de pontos pretos em relevo, que representam os números de um a nove e zero, em braille, com a indicação de números arábicos em baixo de cada representação braille do número. Os números estão organizados em duas linhas de cinco colunas, com os números um a cinco na primeira linha, e os números seis a nove e zero na segunda linha, em braille.



Fonte: <https://blogdatia-jaque.blogspot.com/2012/07/numeros-e-alfabeto-em-braille.html>. Acesso em: 23 jan. 2025.

A Matemática, ciência que estuda os números e suas relações, é uma disciplina voltada para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da capacidade de abstração e da reflexão. Como um dos pilares da educação escolar, a Matemática pode representar um desafio particular para alunos com deficiência visual, pois a ausência ou a limitação da visão pode impactar a compreensão de conceitos matemáticos. Esses alunos precisam mentalizar figuras e gráficos, uma vez que não têm a percepção visual direta desses elementos. Assim, a dificuldade no entendimento matemático é ainda maior para esses alunos, uma vez que eles utilizam um sistema simbólico distinto daquele usado pela maioria dos colegas no ensino regular (Ventura; Santos; César, 2010).

Para facilitar o aprendizado de Matemática por alunos com deficiência visual, foi desenvolvida a Grafia Braille Matemática, que é apresentada no Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa (Brasil, 2006a). De acordo com esse documento, diversas tentativas foram feitas ao longo do tempo para criar e unificar uma simbologia matemática em braille de forma universal. Um marco importante nesse processo foi o congresso realizado em Viena, em 1929, que reuniu representantes de países europeus e dos Estados Unidos. Contudo, apesar dos esforços, não houve consenso, e as divergências se acentuaram, especialmente devido à necessidade de novos símbolos em resposta à evolução científica (Brasil, 2006a).

Em 1973, foi realizada em Buenos Aires uma conferência com intuito de unificar o Sistema Braille em países de língua castelhana e portuguesa, mas a grande discrepância entre os códigos inviabilizou o acordo. Já em 1987, os países de Língua Castelhana se reuniram em Montevidéu e chegaram a um acordo em relação à unificação da simbologia matemática em braille (Brasil, 2006a).

Em 1991 foi criada a Comissão para Estudo e Atualização do Sistema Braille em uso no Brasil. Esta comissão terminou seus trabalhos em 18 de maio de 1994 publicando uma resolução para adoção do Código Matemático Unificado para a Língua Castelhana, com adaptações à realidade brasileira, que veio a se chamar Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa. Na simbologia matemática em braille, esse documento (Brasil, 2006a) sistematiza opções para a representação da notação matemática. Ele permite a utilização dos símbolos matemáticos em braille na Educação Básica e Superior e é uma opção inclusiva para que os estudantes cegos e com baixa visão tenham acesso aos conteúdos mais avançados da Matemática, assim como os alunos sem deficiência visual (Brasil, 2006a).

As oportunidades inclusivas se expandem para garantir que o ensino de Matemática para pessoas cegas e com baixa visão ocorra com menos obstáculos. Nesse contexto, os símbolos do Sistema Braille, aliados ao uso de recursos didáticos e Tecnologias Educacionais, podem facilitar os processos de ensino e aprendizagem, promovendo uma educação mais acessível e inclusiva.

2.5 TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

O uso de tecnologias na educação tem se intensificado nas últimas décadas, acompanhando as transformações sociais, culturais e econômicas impulsionadas pela revolução digital. A LDBN (Brasil, 1996, *online*) orienta a incorporação de tecnologias como forma de fortalecer os processos de ensino e aprendizagem. Essa lei prevê a utilização de recursos digitais que promovam o desenvolvimento mútuo entre professores e alunos, sinalizando uma tendência respaldada por políticas públicas e iniciativas educacionais voltadas à inovação pedagógica.

Nesse cenário, a presença das tecnologias no cotidiano escolar tornou-se um fator fundamental para a construção de práticas pedagógicas mais interativas, inclusivas e alinhadas às demandas contemporâneas. A tecnologia, ao oferecer oportunidades inovadoras, estimula a aprendizagem autônoma e a interação entre professores e alunos, criando ambientes dinâmicos mediados por ferramentas digitais interativas e recursos educacionais (Santos; Silva; Santos, 2023). O modelo tradicional de ensino, centrado na transmissão unidirecional de conteúdos, vem sendo gradualmente substituído por propostas que valorizam a experimentação, a autonomia e a criatividade dos estudantes. Moran (2015, p. 16) corrobora essa ideia ao afirmar que “os métodos tradicionais, que privilegiam a transmissão de informações pelos professores, faziam sentido quando o acesso à informação era difícil”, mas, no contexto atual, tornam-se insuficientes frente às demandas contemporâneas da educação.

É nesse contexto que se insere a proposta da Cultura *Maker*, conceito que pode ser compreendido como uma abordagem pedagógica centrada *no faça você mesmo* ou *mão na massa*. Segundo Bremgartner *et al.* (2022), a Cultura *Maker* promove a criação de soluções práticas e autorais, por meio do uso de ferramentas tecnológicas acessíveis e do desenvolvimento de

projetos interdisciplinares. O Programa de Pós-graduação que ampara esta pesquisa oferece um espaço específico voltado à vivência dessa abordagem: o Labmaker. Em ambientes como esse, professores e alunos são estimulados a criar e explorar recursos didáticos de maneira ativa, favorecendo o protagonismo e a aprendizagem.

Entre os recursos tecnológicos presentes nesses espaços, destaca-se a impressora 3D, que tem se consolidado como ferramenta pedagógica de grande potencial. Como apontam Basniak e Liziero (2017), a impressão 3D permite a materialização de objetos que, anteriormente, estavam restritos ao campo bidimensional, tornando-os tangíveis e manipuláveis. Essa tecnologia amplia as possibilidades de criação de recursos didáticos inovadores, personalizados ou de difícil acesso no mercado, beneficiando diretamente o processo de ensino e aprendizagem em diferentes áreas do conhecimento.

No campo da Educação Matemática, a integração da Cultura *Maker* e da impressão 3D pode representar uma importante estratégia para romper com o ensino tradicional, muitas vezes limitado à reprodução de conteúdos dos livros didáticos. Klaus e Bondezan (2019) argumentam que a ausência de recursos didáticos físicos contribui para a exclusão de estudantes com deficiência visual, especialmente em disciplinas como a Matemática, que exigem forte base visual e espacial. Segundo os autores, os professores podem adotar práticas pedagógicas que incorporem recursos didáticos acessíveis, com o objetivo de contribuir para a melhoria desse cenário.

É justamente nesse ponto que se insere o desenvolvimento do BBM, recurso didático acessível fruto de uma abordagem tecnológica em ambiente *maker*. A seguir, será apresentada uma discussão sobre os recursos didáticos e seu papel na construção de uma Educação Matemática Inclusiva.

2.6 RECURSOS DIDÁTICOS

Segundo Souza (2007, p. 111), “recurso didático é todo material utilizado como auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos”. Essa definição, embora válida, pode ser aprofundada à luz da Teoria da Ação Mediada (TAM) de Wertsch (1991), conforme discutido por Ferry (2024), segundo a qual os recursos didáticos não devem ser compreendidos apenas como instrumentos auxiliares, mas como mediadores ativos da relação entre o sujeito e o objeto do conhecimento. Nessa perspectiva, os recursos influenciam diretamente os processos de aprendizagem, motivação e participação, assumindo um papel central na mediação da experiência educativa.

No contexto da Educação Inclusiva, essa compreensão mais sofisticada do papel dos recursos didáticos se alia a uma distinção conceitual importante: recursos didáticos acessíveis são materiais desenvolvidos para atender às necessidades específicas de pessoas com

deficiência, enquanto recursos didáticos inclusivos são aqueles concebidos desde o início para promover o pertencimento, a participação e o aprendizado de todos os estudantes, com ou sem deficiência, baseando-se nos princípios do Desenho Universal (Ferry, 2024). Essa diferenciação é fundamental para evitar uma visão reducionista da inclusão como mera adaptação pontual.

Dessa forma, embora o BBM tenha sido inicialmente criado como um recurso acessível especializado, voltado ao público com deficiência visual, é pertinente refletir, com base nos dados coletados e na fundamentação teórica da pesquisa, que ele é inclusivo, ou seja, pode ser aplicável em contextos educativos heterogêneos, com alunos com e sem deficiência visual, com potencial de promover interação, cooperação e equidade no ensino de Matemática.

Barbosa (2022) argumenta que os recursos didáticos físicos inclusivos são fundamentais para o ensino de Matemática para alunos com deficiência visual, uma vez que facilitam a compreensão de conceitos abstratos por meio da manipulação tátil. De modo semelhante, Ferronato (2002) destaca a importância dos chamados materiais concretos para a construção de abstrações por estudantes cegos. Nessa lógica, recursos como o BBM têm o potencial de ampliar a participação e a autonomia dos estudantes, especialmente ao serem concebidos dentro da lógica da cultura *maker*, que permite criações acessíveis e inclusivas por meio de tecnologias como impressão 3D e corte a laser (Ferry, 2024).

A utilização de recursos como o BBM pode contribuir para superar as barreiras enfrentadas por estudantes com deficiência visual, ao mesmo tempo em que oferece estratégias pedagógicas que beneficiam também os demais alunos. Isso reforça a ideia de que, quando concebido de forma inclusiva, um recurso didático não apenas atende à legislação de acessibilidade, mas reconfigura o ambiente de aprendizagem como um espaço de valorização da diversidade, favorecendo o desenvolvimento da autonomia e do pertencimento coletivo (Ferry, 2024). Nesse sentido, o BBM pode ser compreendido como uma Tecnologia Educacional Assistiva com potencial inclusivo, cujo valor pedagógico se amplia quando analisado à luz da TAM⁴ e dos princípios do Desenho Universal.

⁴ Teoria da Ação Mediada de Wertsch (1991).

CAPÍTULO 3

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica é uma etapa da pesquisa científica que permite identificar o estado da arte sobre o tema investigado, mapear contribuições consolidadas e orientar teoricamente a análise dos objetos de estudo. Segundo Marconi e Lakatos (2017), esse tipo de levantamento proporciona uma compreensão histórica e crítica do conhecimento acumulado sobre um determinado assunto, ao reunir e examinar investigações anteriores que abordaram questões semelhantes. Ao confrontar diferentes abordagens, metodologias e resultados, a revisão permite não apenas evidenciar lacunas e contradições, mas também destacar as contribuições específicas que a pesquisa em desenvolvimento pode oferecer ao campo.

Para fundamentar a análise dos recursos didáticos acessíveis, esta revisão bibliográfica toma como referência central o artigo Projeto Incluir-Ciência: ações de extensão na articulação com a pesquisa e o ensino para inclusão de pessoas com deficiência visual, de Alexandre da Silva Ferry, publicado em 2024. Esse artigo apresenta critérios para a criação e avaliação de recursos didáticos voltados à inclusão, tais como: estética agradável, durabilidade e permanência, inclusão ativa, validação pedagógica, empoderamento do estudante, suporte multidisciplinar, utilização de materiais de alta qualidade, conhecimento especializado na concepção e produção padronizada e consistente. Além disso, o artigo se ancora na TAM de Wertsch (1991), perspectiva teórica que também estrutura esta dissertação, reforçando, assim, a coerência entre o referencial adotado e os critérios utilizados na análise dos recursos.

Ao longo deste trabalho, optou-se pela utilização do termo recurso didático, em vez de recurso didático inclusivo, considerando que muitos materiais apresentados em publicações como inclusivos são, na prática, exclusivos para estudantes com deficiência visual. De acordo com Ferry (2024), para que um recurso seja inclusivo, é necessário que a experiência tátil e/ou o uso da Grafia Braille estejam integrados ao projeto do material desde sua concepção, e não inseridos posteriormente como adaptações complementares. Essa perspectiva está em consonância com os pressupostos da TAM.

A TAM defende que os instrumentos de mediação – como os recursos didáticos – devem ser utilizados de modo a ampliar a agência dos sujeitos e favorecer processos significativos de aprendizagem (Wertsch, 1991). A opção por focar em recursos físicos também se justifica por esse alinhamento teórico: priorizar materiais que oferecem experiências táteis e interação concreta como parte fundamental do processo pedagógico. Assim, optou-se por excluir estudos voltados exclusivamente a recursos didáticos digitais ou virtuais, por não se alinharem ao escopo desta pesquisa, centrada em materiais físicos e táteis.

Tendo em vista esses critérios conceituais e metodológicos, a revisão bibliográfica foi

orientada por questões que buscam identificar produções acadêmicas relacionadas à criação e ao uso de recursos didáticos físicos, especialmente aqueles voltados ao ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual, a fim de situar o BBM em diálogo com experiências e investigações já consolidadas no campo da Educação Inclusiva. As duas perguntas que nortearam esse levantamento foram: (1) De quais grandes regiões brasileiras e de quais redes de ensino são as dissertações e teses sobre recursos didáticos físicos na temática da deficiência visual no campo da Educação Matemática? (2) De acordo com a literatura do campo do ensino inclusivo de estudantes com deficiência visual, na interseção com a Educação Matemática, quais têm sido as tecnologias e/ou metodologias e/ou materiais empregados na produção de recursos didáticos?

Nas seções 3.1 e 3.2 são apresentadas as bases de dados acessadas para a realização da revisão bibliográfica feita em setembro de 2024 e os detalhamentos da busca exploratória. Já na seção 3.3, são apresentados os resultados da pesquisa exploratória. Por fim, na seção 3.4 são apresentadas as análises de algumas publicações encontradas e são respondidas as questões que direcionaram a revisão bibliográfica.

3.1 BASES DE DADOS CONSULTADAS

Tendo em vista os critérios definidos na etapa anterior, com ênfase em recursos didáticos físicos voltados ao ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual, optou-se por realizar uma revisão bibliográfica exploratória em bases de dados reconhecidas pela relevância e abrangência de sua produção científica nacional.

Foram selecionadas duas plataformas principais: (1) a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), mantida pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), que integra os sistemas de informação de instituições de ensino e pesquisa do país, oferecendo acesso ampliado à produção acadêmica brasileira; e (2) o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que disponibiliza artigos, livros, dissertações, teses e outros documentos acadêmicos, nacionais e internacionais, às instituições de Ensino Superior e pesquisa no Brasil.

Adicionalmente, foi incluída a Revista Benjamin Constant, por sua especialização na área da deficiência visual. A revista, de acesso aberto, publica trabalhos diretamente relacionados à temática da educação de pessoas com deficiência visual, sendo, portanto, uma fonte qualificada para esta pesquisa.

3.2 PROCEDIMENTOS DE BUSCA E SELEÇÃO DOS ARTIGOS

Esta revisão bibliográfica teve como foco identificar publicações que relatassem a criação ou utilização de recursos didáticos físicos aplicados ao ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual conforme a Figura 3. Não houve filtragem por ano de publicação;

entretanto, apenas trabalhos publicados a partir de 2002 foram encontrados. Optou-se por não utilizar um descritor específico relacionado a recursos didáticos por causa da variedade da terminologia sinônima observada na literatura. Termos como materiais táteis, materiais manipuláveis, objetos pedagógicos, kit pedagógico, produto educacional, entre outros, demonstraram a ausência de padronização e dificultaram a elaboração de um filtro eficaz.

Figura 3 - Interseção entre campos de estudo para busca e seleção de artigos.

Descrição: o diagrama apresenta quatro círculos sobrepostos, cada um representando um tópico. Os círculos são azuis, sendo que o central apresenta um tom mais claro. Os círculos são dispostos de forma que se sobreponham, criando áreas de interseção que destacam as conexões entre os temas. As palavras Recursos Didáticos Físicos, Publicações, Deficiência Visual e Educação Matemática estão posicionadas dentro de cada círculo, indicando os tópicos representados. A palavra Publicações está no centro dos três círculos, indicando que esta categoria está relacionada a todos os outros tópicos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Diante disso, decidiu-se por utilizar apenas descritores relacionados à deficiência visual e à Matemática, realizando posteriormente uma triagem das publicações encontradas, com base em leitura flutuante de trechos estratégicos dos textos (título, resumo, introdução, metodologia e conclusão), a fim de verificar a presença efetiva de recursos didáticos físicos no contexto da deficiência visual e da Educação Matemática.

A expressão booleana utilizada nas bases BDTD e Portal de Periódicos da CAPES foi: (matemátic*) AND ((deficien* visua*) OR (ceg*) OR ("baixa visão")). Uma explicação detalhada da estrutura dessa expressão, com exemplos e justificativas, está disponível no Apêndice A desta dissertação. Para esta revisão bibliográfica, foram definidos os seguintes critérios de inclusão:

- Publicações que apresentassem recursos didáticos físicos (não digitais ou virtuais);
- Trabalhos vinculados ao ensino de Matemática no contexto da deficiência visual;

Foram ainda utilizados os critérios de exclusão:

- Estudos que tratassem exclusivamente de tecnologias digitais ou *softwares*;

- Trabalhos que não se relacionassem diretamente ao campo da Educação Matemática;
- Produções repetidas em mais de uma base.

Após a aplicação desses critérios, os resultados foram organizados em três tabelas. As Tabelas 1 e 2 apresentam os dados extraídos do Portal de Periódicos da CAPES e da BDTD, respectivamente, com base no campo de busca selecionado (título, resumo, palavras-chave, dentre outros). A Tabela 3 reúne os artigos extraídos da Revista Benjamin Constant, considerando o total de publicações de 2019 a 2024 e o número de artigos selecionados por ano.

Tabela 1 – Publicações encontradas na BDTD

Mês da busca	Setembro de 2024
Campo de busca na plataforma	Todos os Campos
Número inicial de publicações encontradas	370
Número de publicações selecionadas após a leitura do título, do resumo e em alguns casos da introdução e da conclusão	31

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Tabela 2 – Publicações encontradas no Portal de Periódicos da CAPES

Mês da busca	Setembro de 2024
Campo de busca na plataforma	Todos os Campos
Número inicial de publicações encontradas	1214
Número de publicações após o filtro <i>Em Português</i>	242
Número de publicações selecionadas após a leitura do título, do resumo e em alguns casos da introdução e da conclusão	34

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Tabela 3 – Busca em Setembro de 2024 em todos os artigos da Revista Benjamin Constant

ANO	NÚMERO DE ARTIGOS NA EDIÇÃO DA REVISTA	NÚMERO DE ARTIGOS SELECIONADOS
2019	6	0
2020	12	1
2021	12	0
2022	25	0
2023	22	3
2024	9	1
TOTAL	77	5

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

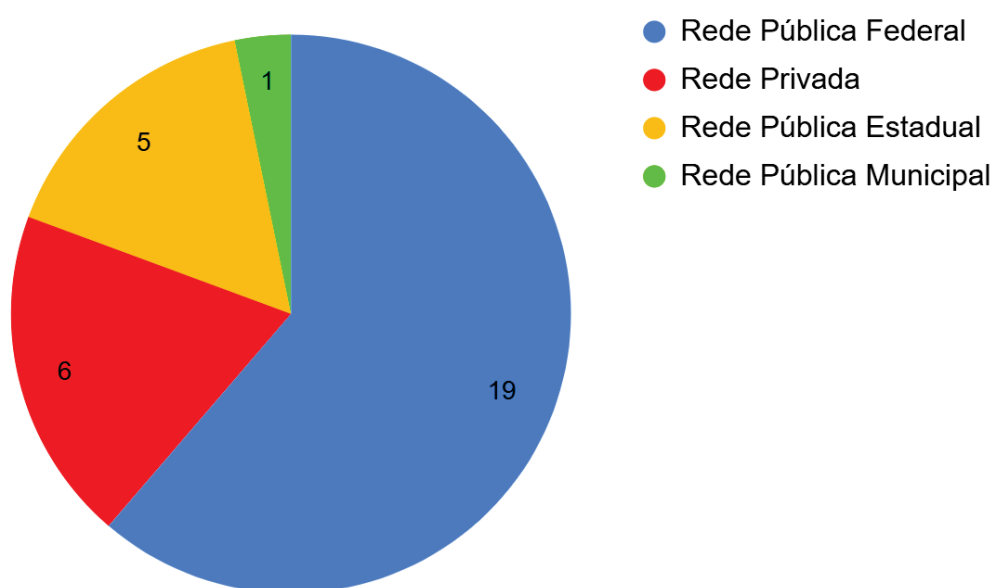
3.3 RESULTADOS DA BUSCA EXPLORATÓRIA

A busca realizada na BDTD resultou na identificação de 31 publicações, das quais 26 são

dissertações e cinco são teses. Os dados apresentados no Gráfico 1 evidenciam a predominância de estudos oriundos da rede pública federal de ensino, que responde por 19 publicações. Em seguida, destaca-se a rede privada, com seis publicações, sendo três delas provenientes da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. As instituições da rede estadual somam cinco publicações, enquanto a rede municipal aparece com apenas uma.

Gráfico 1 - Vínculo das publicações encontradas na BDTD

Descrição: gráfico de pizza acompanhado de legenda, indicando a origem das publicações por cor: 19 publicações da Rede Pública Federal representada pela cor azul; seis publicações da Rede Privada na cor vermelha; cinco publicações da Rede Pública Estadual em amarelo; e uma publicação da Rede Pública Municipal na cor verde.

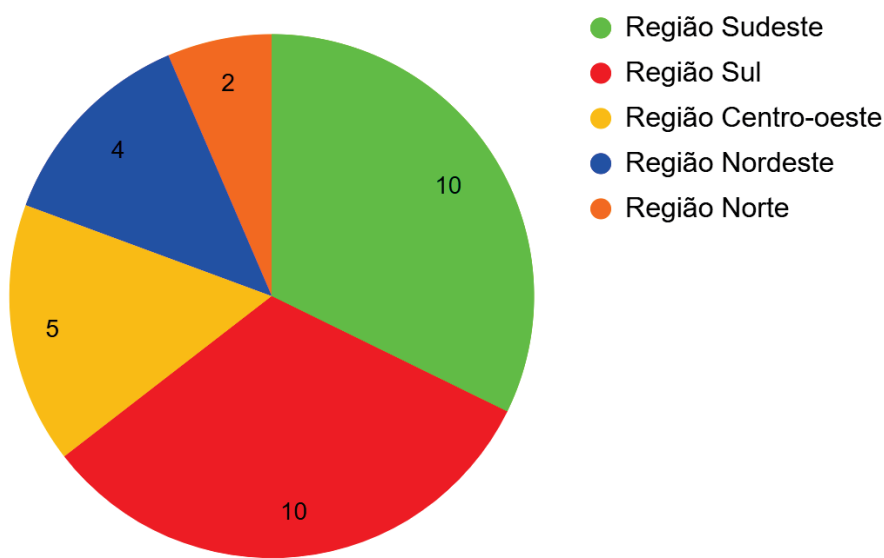


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

No que diz respeito à distribuição geográfica, os dados sistematizados no Gráfico 2 mostram que as regiões Sul e Sudeste concentram o maior número de publicações, com 10 trabalhos oriundos de instituições localizadas em cada uma dessas regiões. A região Centro-Oeste contabiliza 5 publicações, seguida pela região Nordeste, com 4, e pela região Norte, com 2 publicações, ambas oriundas do estado do Pará.

Gráfico 2 - Regiões das Instituições vinculadas às publicações encontradas na BDTD

Descrição: gráfico de pizza com legenda que indica a distribuição das publicações por região do Brasil: a Região Sudeste, representada pela cor verde, conta com 10 publicações; a Região Sul, em vermelho, também com 10 publicações; a Região Centro-Oeste, em amarelo, com cinco publicações; a Região Nordeste, em azul, com quatro publicações; e a Região Norte, representada pela cor laranja, com duas publicações.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A distribuição desigual desses dados sugere que a produção acadêmica relacionada ao tema tende a se concentrar nas instituições federais e nas regiões mais desenvolvidas do país, especialmente Sul e Sudeste. Tal cenário pode refletir disparidades no acesso a recursos, políticas de inclusão e programas de pós-graduação voltados à pesquisa em Educação Inclusiva e Educação Matemática. Embora não seja objeto de análise aprofundada nesta seção, essa assimetria merece atenção e pode indicar caminhos futuros para o fortalecimento da produção científica em outras regiões e redes de ensino.

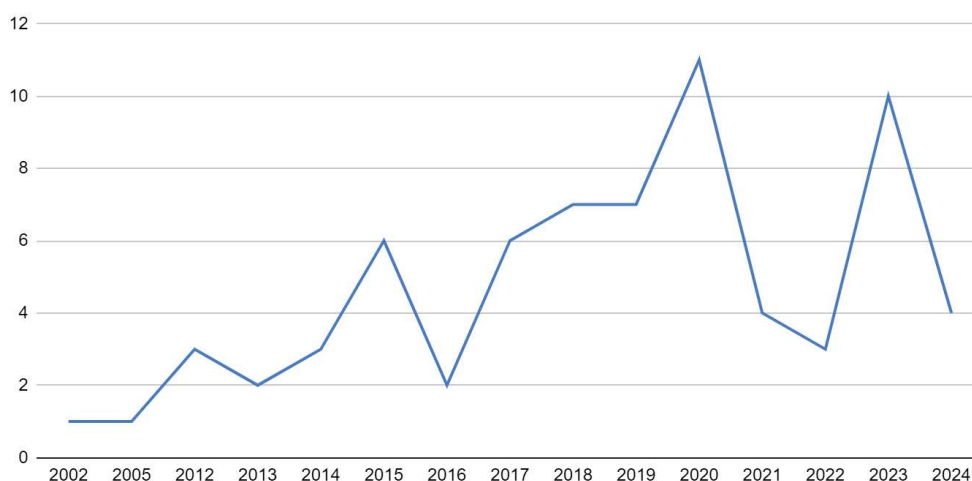
No total, foram identificadas 70 publicações sobre recursos didáticos físicos voltados a estudantes com deficiência visual no campo da Educação Matemática. Esse conjunto inclui 26 dissertações e 5 teses extraídas da BDTD, 34 artigos localizados no Portal de Periódicos da CAPES e 5 artigos provenientes da Revista Benjamin Constant. Todos os títulos, tipos autores e anos das publicações encontram-se organizados no Apêndice B desta dissertação, oferecendo uma visão detalhada e sistematizada do corpus analisado na revisão bibliográfica.

Em relação à distribuição temporal, os dados consolidados, apresentados no Gráfico 3, indicam oscilações no número de publicações ao longo dos anos, com destaque para os anos de

2020 (11 publicações) e 2023 (10 publicações), que concentram os maiores volumes. Esses picos podem refletir movimentos específicos na área da pesquisa educacional inclusiva, como o fortalecimento de políticas públicas voltadas à acessibilidade educacional ou o impacto de editais e programas de incentivo à produção de materiais pedagógicos acessíveis. Além disso, a pandemia da COVID-19 pode ter influenciado a queda do número de publicações nos anos afetados, visíveis no gráfico nos anos de 2021 e 2022.

Gráfico 3 - Número de publicações por ano

Descrição: um gráfico de linhas que mostra as mudanças nos valores ao longo do tempo, com os valores variando de zero a 12 no eixo vertical, e os anos no eixo horizontal, de 2002 a 2024. A linha se inicia no menor número em 2002 indicando apenas uma publicação, apresenta o maior número em 2020 indicando onze publicações, terminando em 2024 com a indicação de quatro publicações.

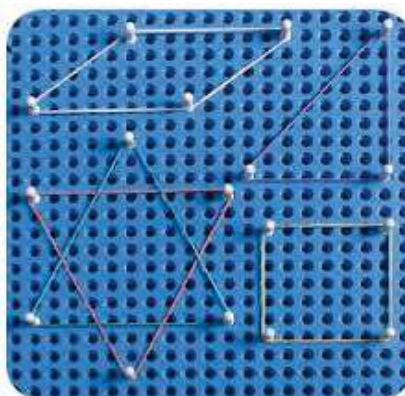


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Das 70 publicações analisadas, 19 apresentaram relatos de uso ou potencial uso de recursos didáticos comercialmente disponíveis, como o Multiplano, o Soroban e o Material Dourado. O Multiplano (Figura 4) é utilizado na construção de gráficos e figuras geométricas; o Soroban (Figura 5), para representação de números e realização de cálculos; e o Material Dourado (Figura 6), para a representação geométrica dos conceitos de unidade, dezena, centena e volume. A recorrência desses três recursos, embora evidencie sua importância consolidada no ensino de Matemática, pode também indicar uma certa limitação na diversidade de materiais didáticos explorados na literatura, o que levanta questionamentos sobre a criação de instrumentos que atendam diferentes necessidades educacionais.

Figura 4 - Multiplano

Descrição: imagem do recurso didático Multiplano, A composição da imagem é organizada, com as formas geométricas dispostas em um padrão não aleatório, mas com uma distribuição equilibrada no tabuleiro. As formas, que incluem triângulo, quadrado, losango e estrela, são criadas por elásticos coloridos que se conectam a pequenos pinos de cabeça branca espalhados pelo tabuleiro. Os elásticos criam as linhas que formam os limites das formas. O fundo é uniforme, composto por um tabuleiro azul com pequenos furos regulares.



Fonte: http://matematicainclusiva.riogrande.ifrs.edu.br/dia3/apostila_do_multiplano.pdf. Acesso em: 23 jan. 2025.

Figura 5 - Soroban

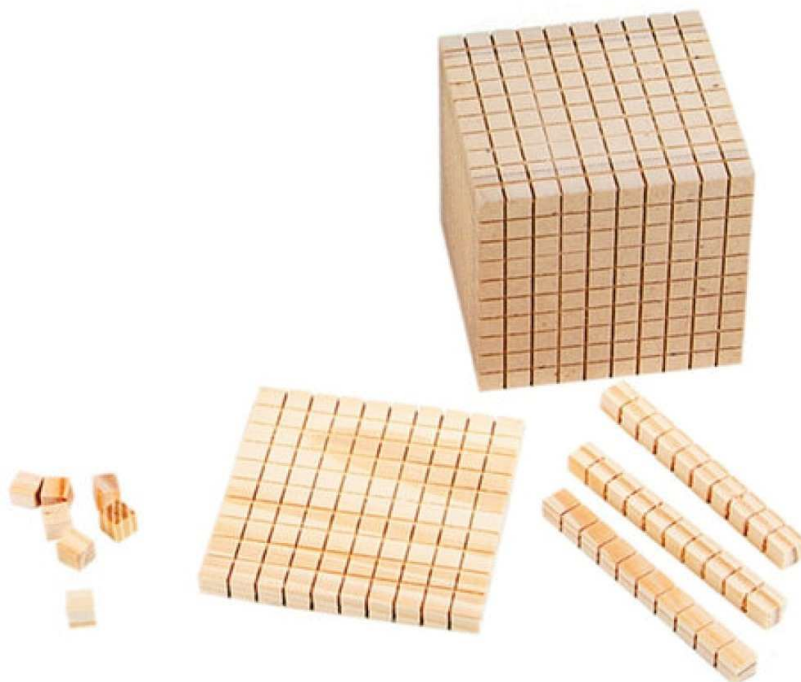
Descrição: imagem de um Soroban, instrumento de cálculo manual e retangular, composto pela parte externa, denominada moldura. Possui uma régua numérica, que o divide em duas partes, superior e inferior, transpassada por eixos ou hastes, onde se prendem as contas. Possui 15 eixos, divididos pela régua, com traços verticais e pontos em relevo representando as ordens e classes, unidade, dezena e centena. Em cada eixo, há cinco contas representadas por pontos em relevo. Na parte superior e mais estreita, há uma conta, com valor cinco. Já na parte inferior, a mais larga, quatro contas, sendo que cada uma representa o valor um. Os números são registrados quando as contas, tanto superiores quanto inferiores, estão próximas à régua.



Fonte: Shoppee (2024). Disponível em: <https://acesse.one/KPkMM>. Acesso em: 23 jan. 2025.

Figura 6 - Material Dourado

Descrição: a imagem, com fundo branco, apresenta na parte superior direita um grande cubo de madeira, dividido por linhas em 1.000 pequenos cubos, organizados em 10 de largura, 10 de profundidade e 10 de altura. No canto inferior esquerdo, há sete cubos pequenos soltos. Na parte inferior central, observa-se um quadrado formado por 100 cubos dispostos em uma grade de 10 por 10. Já no canto inferior direito, aparecem três barras finas, cada uma composta por 10 cubos alinhados.



Fonte: Papel moderno (2024). Disponível em: <https://encurtador.com.br/jtCIj>. Acesso em: 23 jan. 2025.

Conforme os dados presentes no Quadro 1, dos outros 51 trabalhos que relatam criações, apenas sete apresentaram recursos didáticos produzidos com tecnologias que atendam aos critérios propostos por Ferry (2024) como durabilidade, produção padronizada e utilização de materiais de alta qualidade, como impressão 3D e corte a laser. Os outros 44 trabalhos relatam recursos elaborados com materiais não duráveis, frequentemente improvisados ou adaptados por professores e pesquisadores, e não por iniciativas institucionais, em contraste às sugestões de Ferry (2024), sendo que em 23 foi utilizado EVA (Etil, Vinil e Acetato) como um dos materiais para produção.

Quadro 1 - Tecnologias, Metodologias e Materiais

TECNOLOGIAS/ METODOLOGIAS	MATERIALIDADE	NÚMERO DE PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS
Impressão 3D	PLA (filamentos de ácido polilático) e ABS (acrilonotrila butadieno estireno)	2
Corte e gravação a laser (CNC)	Madeira MDF (Medium Density Fiberboard ou Fibras de Média Densidade)	5
Trabalho manual	EVA (23 recursos didáticos); canudos, velcro, barbante, cartões, placa perfurada, rebites, elásticos, argolas, imã, caixas, tabuleiro, isopor; arame, papelão, papel, camurça, velcro, miçangas, pregos, papel cartão, caixas de fósforo, Lã de crochê, tecidos, palitos, tachinhas, algodão, grãos, plásticos, tampas de garrafa, tijolos, pedras, papel crepom, papel laminado, caixas de ovos, dentre outros.	44

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Ademais, das 70 publicações analisadas, 57 relataram a utilização efetiva dos recursos didáticos por estudantes com deficiência visual, possibilitando algum nível de validação. As demais 13 publicações apenas descreveram a criação dos recursos ou sugeriram possíveis aplicações, sem evidências de testagem em contextos reais de ensino. Essa ausência de validação contradiz um dos princípios discutidos por Ferry (2024), que enfatiza a importância de submeter os recursos ao uso direto por estudantes com deficiência visual, garantindo, com base no *feedback*, o aprimoramento e a legitimidade pedagógica do material desenvolvido.

3.4 RECURSOS DIDÁTICOS NA TEMÁTICA DA DEFICIÊNCIA VISUAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Esta seção apresenta um conjunto de publicações selecionadas que descrevem recursos didáticos desenvolvidos com materiais duráveis e tecnologias que favorecem sua replicação. Optou-se por não incluir detalhadamente os trabalhos baseados em materiais improvisados, uma vez que o foco desta análise está na identificação de práticas condizentes com os princípios propostos por Ferry (2024), tais como durabilidade, padronização e validação dos recursos. Reconhece-se, no entanto, que muitos desses trabalhos resultam de esforços de professores e pesquisadores que, diante de limitações institucionais, buscam alternativas viáveis para promover o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual. Conforme argumenta Ferry (2024), a superação dessa lógica de improvisação depende do compromisso das instituições de ensino com a institucionalização de processos de criação e validação de recursos didáticos acessíveis.

Dos estudos que se mostraram relevantes por apresentarem recursos didáticos criados por meio de materiais duráveis e fáceis de replicar indo ao encontro dos princípios preconizados por Ferry (2024), destaca-se a tese de Alvaristo (2023). Nela a autora constatou, após a utilização do recurso didático de MDF chamado de Tecnologia Assistiva: Material Manipulável de Multiplicação (TA-3M), que este possibilitou a independência do aluno durante a manipulação e proporcionou a aprendizagem de diversos conteúdos matemáticos. A Figura 7 apresenta o aluno utilizando o recurso didático.

Figura 7 - Utilização do recurso didático TA-3M

Descrição: aluno com óculos escuros manuseando o recurso didático TA-3M — uma prancha quadrada de cor marrom, composta por 121 quadrados azuis dispostos em uma grade de 11 por 11.

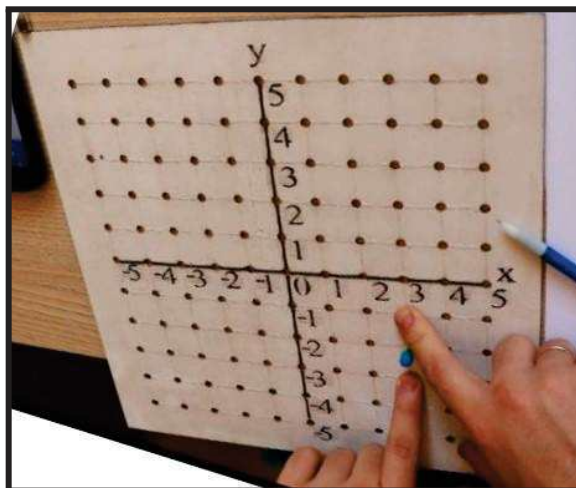


Fonte: Alvaristo (2023).

Outro recurso elaborado em MDF que se alinha aos princípios descritos por Ferry (2024) é o Plano Cartesiano tátil (Figura 8) desenvolvido por Xavier (2020). Segundo a autora, o jogo favoreceu o desenvolvimento, a interação e a participação da turma, demonstrando seu potencial como Tecnologia Assistiva validada junto a estudantes com deficiência visual. O estudo reforça a importância de se utilizar recursos didáticos testados e ajustados a partir da experiência dos próprios alunos, contribuindo para práticas pedagógicas mais consistentes e acessíveis.

Figura 8 - Plano Cartesiano

Descrição: prancha quadrada marrom com 121 furos dispostos em uma grade de 11 por 11. Uma linha horizontal atravessa os furos centrais da esquerda para a direita, numerada de -5 a 5, representando o eixo x e identificada com a letra x . Outra linha vertical cruza os furos centrais de baixo para cima, numerada de -5 a 5, indicando o eixo y e marcada com a letra y . No ponto correspondente à coordenada (3, -2), há um pino azul fixado, destacando essa posição no plano cartesiano.

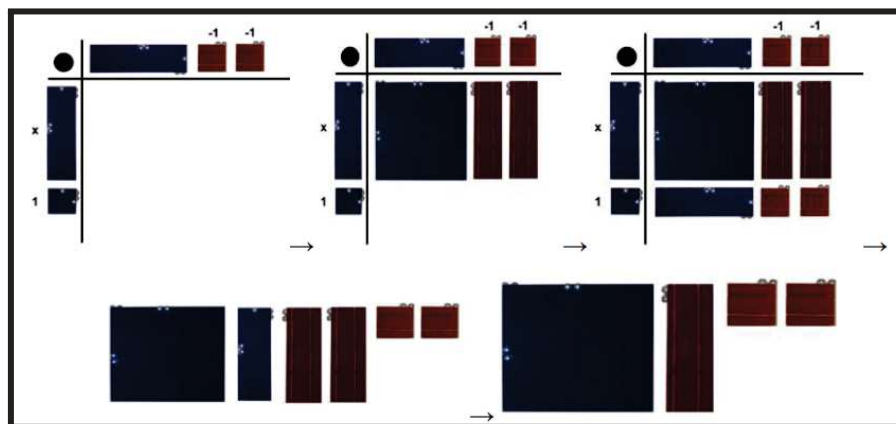


Fonte: Xavier (2020).

Já a dissertação de Berbetz (2019) apresentou o recurso didático Placas Algébricas (Figura 9) criado com MDF com o objetivo de possibilitar ao aluno com deficiência visual fazer operações com monômios e polinômios. Segundo a autora, os alunos se interessaram pelo recurso, interagiram, trocaram experiências e socializaram conhecimentos. O recurso didático também apresenta durabilidade e materiais de alta qualidade conforme Ferry (2024) recomenda.

Figura 9 - Placas Algébricas

Descrição: a imagem apresenta retângulos e quadrados de madeira nas cores azul e vermelha, organizados para compor diagramas que representam monômios e polinômios, facilitando a visualização das relações entre essas expressões algébricas. Os monômios são representados por quadrados, enquanto os polinômios são representados por retângulos.

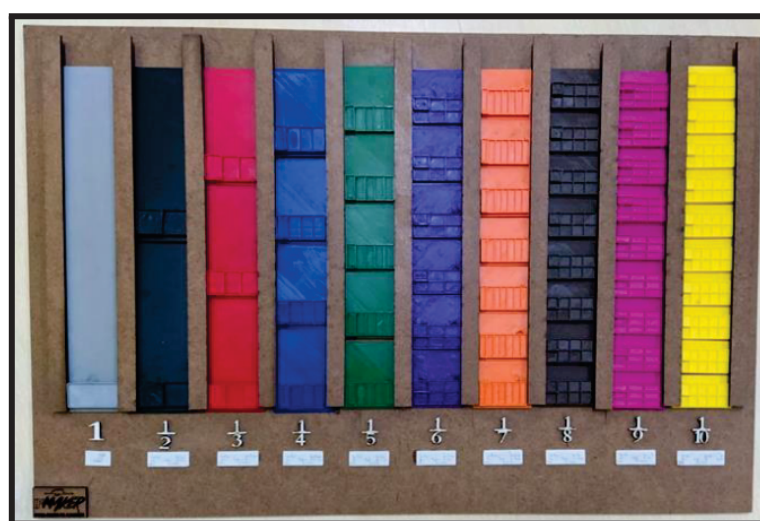


Fonte: Berbetz (2019).

Por fim, o recurso didático régua de frações de Santos, Cardoso e Almeida (2024) apresentado na Figura 10 foi criado por meio da impressão 3D e da utilização de uma chapa de madeira MDF. O recurso também atende às recomendações de Ferry (2024) no que tange a resistência, durabilidade e a facilidade de replicação, mas foi publicado sem cumprir o requisito de validação por pessoa com deficiência visual preconizado pelo autor.

Figura 10 - Régua de frações

Descrição: prancha retangular composta por 10 colunas coloridas, cada uma representando uma fração distinta. A coluna mais à esquerda, na cor cinza, representa o valor 1 (a unidade inteira). À direita, a última coluna, de cor amarela, é dividida em 10 pequenos retângulos em alto-relevo, representando a fração $\frac{1}{10}$.



Fonte: Santos, Cardoso e Almeida (2024).

3.5 RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DIRECIONADORAS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No início deste capítulo, foram apresentadas duas questões direcionadoras: a primeira, relacionada à origem geográfica e institucional das dissertações e teses sobre recursos didáticos físicos na temática da deficiência visual no campo da Educação Matemática; e a segunda, voltada à identificação das tecnologias, metodologias e materiais empregados na produção desses recursos.

Em relação à primeira pergunta, observou-se que a maioria das dissertações e teses está concentrada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, com destaque para instituições pertencentes à rede federal de ensino. Quanto à segunda pergunta, constatou-se que os recursos didáticos descritos nas publicações analisadas foram, em grande parte, desenvolvidos com técnicas manuais e materiais de baixa durabilidade. Muitos deles foram elaborados de forma artesanal, visando atender a demandas pontuais no contexto escolar. Esse cenário contrasta com os

princípios propostos por Ferry (2024), que enfatiza a importância da institucionalização na criação de recursos didáticos, priorizando características como durabilidade, replicabilidade e padronização.

Portanto, ainda são escassas as investigações que abordam a produção de recursos didáticos físicos voltados a estudantes com deficiência visual na Educação Matemática, especialmente aqueles desenvolvidos por meio de tecnologias como a impressão 3D. Foram encontradas somente duas publicações que relataram recursos criados na impressora 3D, sendo que os recursos relatados nelas não possuíam o braille inscrito, além disso, um deles não foi validado. Diante disso, acredita-se que esta dissertação pode contribuir para o avanço do conhecimento na área, ao investigar a prototipagem e a aplicação de um recurso didático inclusivo produzido pela tecnologia de impressão 3D.

O BBM, recurso didático desenvolvido nesta pesquisa, procura incorporar os princípios elencados por Ferry (2024), como estética agradável, durabilidade, inclusão ativa, validação pedagógica, empoderamento do estudante, suporte multidisciplinar na criação, uso de materiais de qualidade, conhecimento especializado e possibilidade de produção padronizada e consistente.

Nesse sentido, torna-se fundamental compreender as bases teóricas que sustentam a análise e a utilização do BBM no contexto escolar. Assim, o próximo capítulo apresenta o referencial teórico que orienta esta pesquisa.

CAPÍTULO 4

REFERENCIAL TEÓRICO

Para fundamentar a investigação sobre o uso do recurso didático BBM, esta pesquisa adota como principal aporte a Teoria da Ação Mediada (TAM), proposta por Wertsch (1991), que permite compreender o papel dos instrumentos culturais na mediação da aprendizagem. Também são mobilizados estudos sobre o Ensino de Matemática, com destaque para as contribuições de Sérgio Lorenzato, bem como referenciais que abordam os conceitos de motivação, engajamento e ludicidade, considerados para analisar aspectos subjetivos que emergem na interação entre estudantes e recursos didáticos em sala de aula.

4.1 TEORIA DA AÇÃO MEDIADA, DE JAMES WERTSCH

Nascido em 16 de maio de 1947, James Wertsch é um psicólogo e educador norte-americano cuja trajetória acadêmica está vinculada aos estudos sobre linguagem, cultura e cognição, com ênfase na abordagem sociocultural baseada em estudos de Lev Vygotsky. Sua formação interdisciplinar e atuação em diferentes campos das ciências humanas e sociais permitiram-lhe desenvolver uma abordagem teórica centrada na mediação semiótica como elemento fundamental nos processos de aprendizagem e desenvolvimento. Influenciado pelos pressupostos *vygotskianos*, Wertsch propôs a TAM, que aprofunda a ideia de que a ação humana é mediada por artefatos culturais — entre eles, a linguagem, os símbolos e as ferramentas, incluindo os recursos didáticos utilizados no contexto educacional (Pereira; Ostermann, 2012).

Para Vygotsky (1991), o uso de ferramentas, especialmente as linguísticas e simbólicas, é fundamental para a construção do pensamento e da consciência. Wertsch (1991) retoma e amplia essa perspectiva ao afirmar que toda ação humana é mediada por ferramentas culturais, entendidas como artefatos físicos ou simbólicos que estruturam e transformam a forma como os sujeitos agem no mundo.

Na TAM, a ênfase recai sobre a relação dialética entre o agente (o sujeito) e os meios que utiliza para agir, compreendendo que as ferramentas não apenas ampliam as capacidades humanas, mas também moldam a natureza da própria ação. Assim, um recurso didático não é neutro: ele carrega intencionalidades culturais, cognitivas e pedagógicas que influenciam diretamente a experiência de aprendizagem (Posso, 2010).

Nesse sentido, a TAM oferece um referencial para analisar o uso do BBM no ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual. O BBM pode ser compreendido como uma ferramenta cultural que media a relação do estudante com os conceitos matemáticos, transformando não apenas a forma como o conteúdo é acessado, mas também como é construído cognitivamente. Com base nessa perspectiva, a análise da ação mediada pelo BBM busca

compreender em que medida esse recurso contribui para promover a aprendizagem, a autonomia e o engajamento dos estudantes no contexto da Educação Matemática Inclusiva.

Conceitos estudados por Vygotsky são podem ajudar no entendimento da TAM, pois Wertsch aprofunda a compreensão *vygotskiana* ao enfatizar que toda ação humana é mediada por ferramentas culturais. Para Vygotsky (1991), o signo é um instrumento psicológico voltado para o interior do indivíduo, sem provocar alterações diretas no objeto da atividade psicológica. Ele é usado para representar algo, como a linguagem, os símbolos, sinais, ícones, entre outros. Em contraste, o instrumento é utilizado para mediar diretamente a ação humana sobre um objeto, sendo projetado para modificar o próprio objeto e orientado para o exterior. Um lápis, por exemplo, é um instrumento voltado para a escrita. Wertsch (1991) articula esses elementos ao afirmar que a atividade humana deve sempre ser compreendida em termos de uma relação triádica entre o sujeito, o objeto da ação e o mediador (instrumento ou signo).

No contexto desta pesquisa, a TAM oferece uma lente teórica para compreender como o BBM pode atuar como mediador entre o estudante e os conceitos matemáticos. O BBM pode ser entendido, simultaneamente, como instrumento e como signo: ele permite a manipulação concreta de estruturas matemáticas (aspecto instrumental), ao mesmo tempo que incorpora representações simbólicas acessíveis, como o Sistema Braille (aspecto semiótico).

Para compreender o papel desse tipo de mediação, é necessário retomar as bases da Teoria Sociocultural de Vygotsky. Ela concebe o desenvolvimento humano como um processo intrinsecamente ligado às interações sociais e à cultura. A aprendizagem ocorre em contextos sociais específicos, e o funcionamento psicológico está ancorado nas experiências culturais vividas pelos sujeitos (Oliveira, 2011, Gomes *et al.*, 2016). Assim, as ferramentas simbólicas — como a linguagem, os números, os códigos táteis e os sistemas de escrita — são centrais para a mediação do pensamento e da aprendizagem.

Nesse sentido, como apontam Cunha e Giordan (2012), de acordo com a Teoria Sociocultural, o sistema simbólico por meio do qual o indivíduo representa a realidade está diretamente vinculado à sua cultura. Por meio da linguagem e da significação, cada sujeito interpreta, ressignifica e reconstrói o mundo à sua volta. Esse processo é intensificado nas situações de ensino, em que os recursos didáticos atuam como mediadores que favorecem a apropriação ativa dos conceitos. No caso da deficiência visual, esse processo demanda ainda mais atenção à escolha de instrumentos e signos adequados às formas de percepção e interpretação desses estudantes.

No livro *A Formação Social da Mente*, Vygotsky (1991) apresenta os conceitos de funções mentais elementares e de funções mentais superiores. Aquelas se caracterizam por serem naturais, biológicas e de estímulo ambiental, já estas são estimuladas sócio-culturalmente, são auto geradas a partir de estímulos artificiais e apresentam aspecto mediado ou indireto. Na

perspectiva do autor, ambas determinam o comportamento do ser humano e surgem a partir do seu desenvolvimento psicológico.

Wertsch (1991) se baseou no estudo da Teoria Sociocultural e das funções mentais superiores para desenvolver a TAM. Na perspectiva de Wertsch, a ação mediada é relacionada às funções mentais dos indivíduos e é situada cultural, histórica, e institucionalmente. Esses termos ressaltam que toda ação de aprendizagem está ancorada em contextos vividos, o que reforça a relevância da análise das práticas escolares na Educação Matemática Inclusiva sob essa perspectiva.

Para Wertsch (1991), a ação humana é mediada por instrumentos mediadores, sejam ferramentas ou a linguagem. O autor afirma que os instrumentos mediadores só existem e desempenham papéis quando são partes de uma ação. Não se trata de atribuir a ação exclusivamente ao agente, ao instrumento ou ao contexto, mas sim de compreender a ação como resultado da interdependência entre esses elementos (Wertsch, 1991).

A aproximação sociocultural de Wertsch, na visão de Pereira e Ostermann (2012), é uma rica ferramenta para a condução de pesquisas sobre o funcionamento da mente humana. Para os autores, a ação mediada estabelece uma conexão entre as influências socioculturais, os pensamentos mentais individuais e os meios de mediação, situados em contextos socioculturais específicos. Ainda, conforme Pereira e Ostermann (2012), a ação mediada desafia o olhar para além do indivíduo a fim de compreender as forças que moldam a ação humana.

Segundo Paula e Araújo (2013), a abordagem sociocultural da mente apresentada por Wertsch explora o fenômeno da mente humana a partir de sua interação com o contexto sociocultural em que está imersa. Essa perspectiva se concentra na noção de mediação proposta por Vygotsky, destacando a ação humana mediada por ferramentas culturais, com ênfase na linguagem. Assim, surge uma tensão inerente entre os agentes e as ferramentas, sendo necessário considerar o sistema agente/ferramenta como o responsável pela ação para que haja sentido.

Nesse contexto, a inteligência não é atribuída apenas ao agente, mas ao sistema como um todo. A habilidade específica resulta da experiência do agente com a ferramenta, sendo a linguagem uma ferramenta que facilita a compreensão e a apropriação de conceitos, promovendo a transição do interpessoal para o intrapessoal (Paula; Araújo, 2013).

Wertsch (1994), no texto *Struggling with the past: some dynamics of historical representation*, apresenta um exemplo da utilização da TAM. No artigo, o autor diz que a história de um indivíduo está diretamente ligada à formação do seu discurso e de sua ação política. Dessa maneira, o cidadão pode invocar situações passadas para manter ou evitar determinadas situações semelhantes. No texto de Wertsch, a ação presente é mediada pelas representações históricas e estas são vistas como meios mediacionais ou ferramentas culturais.

As ferramentas culturais envolvidas no artigo de Wertsch (1994) são dispositivos semióticos (relativos a signos) como histórias e narrativas. Elas são desenvolvidas pelo contexto cultural, histórico e institucional em que a pessoa vive e podem ajudar na capacitação ou na restrição de ações. Nesse sentido, para Wertsch, as ferramentas culturais não limitam de forma mecânica o pensamento e o discurso do indivíduo sobre o passado. As ferramentas culturais e a sua utilização estão envolvidas numa tensão irreduzível na realização da ação mediada, dessa forma, a interação ou tensão entre elas assume uma variedade de formas (Wertsch, 1994). Para Benevides (1994), tensão irreduzível é uma espécie de conflito entre igualdades e as desigualdades de algo investigado.

A diferentes narrativas (ferramentas culturais), no conceito da TAM, podem resultar em lutas ou conflitos que refletem formas de poder e autoridade no cenário sociocultural. Assim, para analisar os discursos fundamentados na ação mediada, é necessário considerar os meios mediacionais proporcionados pelo contexto sociocultural e também a dinâmica da sua utilização por indivíduos ou grupos específicos no contexto particular (Wertsch, 1994).

De acordo com Wertsch (1994), a representação do agente ou sujeito das narrativas históricas pode ser feita por indivíduos, grupos ou instituições, tendo objetivos e motivações. O autor presume que a representação dos agentes é moldada pelos meios mediacionais contextualizados, invocados para produzir relatos históricos.

Outro exemplo sobre a utilização da TAM é apresentado em Paula e Araújo (2013). Na compreensão dos autores, o uso de uma calculadora para a realização de algum cálculo é resultado de uma ação mediada pelo sujeito sobre o objeto (calculadora), ou seja, pelo agente sobre a ferramenta cultural. Não faz sentido atribuir o mérito do cálculo somente ao sujeito ou somente à calculadora, o mérito deve ser atribuído aos elementos da ação.

A TAM se aplica à utilização de recursos didáticos no ensino, os quais podem ser compreendidos como ferramentas culturais que participam da construção do conhecimento. Segundo Junior e Rosa (2017), uma das propriedades destacadas por Wertsch para a caracterização da ação mediada é a existência de uma tensão irreduzível entre o agente da ação e os recursos mediacionais. Essa tensão diz respeito ao fato de que as ferramentas nunca são neutras: elas podem tanto ampliar quanto limitar as possibilidades de ação dos sujeitos.

Nesse contexto, é preciso reconhecer que qualquer recurso didático carrega consigo uma carga cultural, simbólica e funcional que influencia as formas como os estudantes interagem com os saberes escolares. No caso desta dissertação, o BBM pode ser analisado como uma ferramenta cultural que potencializa determinadas formas de ação — como a exploração tátil, a leitura em braille e a manipulação de representações matemáticas — mas que também pode impor limites, dependendo, por exemplo, do nível de familiaridade do estudante com o Sistema Braille ou da complexidade do conceito matemático envolvido. Essa abordagem permite compreender o papel

dos recursos no processo de aprendizagem, especialmente em contextos de Educação Inclusiva.

Segundo Oliveira e Mortimer (2022), os recursos didáticos são ferramentas culturais empregadas em sala de aula com o objetivo de estimular a aprendizagem dos estudantes. À luz da TAM, esses meios mediacionais podem tanto ampliar quanto restringir as ações dos sujeitos envolvidos no processo educativo. Essa ambivalência está no cerne do conceito de ação mediada: todo recurso traz consigo possibilidades e limitações, que variam conforme o contexto, os objetivos e a experiência dos envolvidos. Ainda segundo os autores, essa relação entre sujeito e recurso não é neutra nem passiva, resultante da interação entre os modos de agir dos indivíduos e as propriedades culturais e funcionais do meio mediacional.

Na prática, essa tensão pode se manifestar no modo como os estudantes com deficiência visual se apropriam do BBM ao longo das atividades propostas: ao explorar o material, podem surgir momentos de adaptação, resistência ou superação de dificuldades, revelando como o recurso atua como facilitador ou obstáculo, dependendo da situação. Além disso, no plano institucional, Oliveira e Mortimer (2022) apontam que a experiência acumulada pelo professor no uso de determinados recursos também interfere na mediação pedagógica, entrelaçando sua trajetória profissional com a eficácia do material.

Pela perspectiva de Wertsch (1991), o uso de instrumentos de forma aleatória nos processos de ensino e aprendizagem pode não resultar em experiências significativas. Logo, para que uma aprendizagem ocorra por meio de recursos didáticos, é necessário considerar de forma integrada o contexto de uso, o agente, a ação e o instrumento. Na perspectiva de Posso (2010), a teoria de Wertsch enfatiza que o simples domínio de uma ferramenta não assegura uma aprendizagem consistente; ao contrário, é a capacidade de utilizá-la de forma contextualizada que pode levar a um nível mais profundo de internalização.

A TAM, segundo Pereira e Ostermann (2012), também destaca a importância da experiência como base para o desenvolvimento de competências específicas, o que representa um contraponto às práticas expositivas tradicionais ainda recorrentes na educação brasileira. Em vez de priorizar a mera transmissão de conteúdos, a proposta mediacional sugere que os processos de ensino e aprendizagem sejam estruturados com base em interações entre os sujeitos e as ferramentas culturais disponíveis. Isso implica promover situações em que os estudantes possam construir conhecimento ativamente, por exemplo, por meio de debates, resolução de problemas ou atividades práticas que envolvam investigação e experimentação.

Assim, entende-se que a sala de aula deve se constituir como um espaço de ação compartilhada e mediação, no qual os sujeitos participam ativamente na construção do saber, com apoio de ferramentas culturais. Isso se torna ainda mais relevante em contextos de inclusão escolar, como o analisado nesta pesquisa, em que estudantes com deficiência visual se beneficiam de recursos didáticos específicos, como o BBM, que atuam como mediadores entre os

conceitos matemáticos e sua aprendizagem. Ao adotar essa perspectiva, o BBM age como uma ferramenta cultural que participa da formação das ações cognitivas e das interações pedagógicas no ambiente escolar.

4.2 PRÁTICAS EDUCATIVAS E RECURSOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Na obra Laboratório de Ensino de Matemática e Materiais Manipuláveis, o professor Sérgio Lorenzato (2021), docente da UNICAMP, defende a importância dos espaços de experimentação no ensino de Matemática, destacando os Laboratórios de Ensino de Matemática (LEM) como ambientes propícios à construção do pensamento matemático. Para o autor, o LEM deve ser um espaço organizado para planejar, estruturar e concretizar experiências, em que alunos e professores possam explorar conceitos por meio da manipulação de materiais e da mediação didática.

Assim como no LEM, o Labmaker do CEFET-MG promove a construção de recursos manipuláveis, a experimentação ativa e a mediação entre aluno e objeto matemático. Foi nesse espaço que se planejou e desenvolveu o recurso didático BBM, o que reforça sua vinculação com práticas fundamentadas teoricamente no modelo de ensino defendido por Lorenzato.

Lorenzato (2021) define recurso didático como sendo qualquer instrumento útil ao ensino e à aprendizagem, podendo ser o giz, a calculadora, o livro, dentre outros. Na visão do autor, os recursos didáticos apresentam mais benefícios para a aprendizagem dos alunos quando são manuseados por eles proporcionando assim que, em ritmos próprios, eles consigam fazer observações, reflexões e realizar descobertas. Dessa forma, o BBM atende a essa característica de recurso didático defendida pelo autor.

De acordo com Lorenzato (2021, p. 32), o recurso didático empregado nas aulas de Matemática pode modificar o comportamento dos estudantes, “pois, em decorrência da motivação que ele gera nos alunos, estes falam e movimentam-se mais que de costume, o que para muitas pessoas pode significar bagunça”. Essa observação, além de realista, convida à reflexão sobre as mudanças de postura exigidas dos professores ao adotarem práticas pedagógicas mediadas por recursos didáticos.

Para o autor, a condução de aulas com recursos manipuláveis pode ser mais desafiadora, exigindo planejamento cuidadoso e abertura para lidar com imprevisibilidades, mas também oferece uma experiência mais rica, interativa e significativa para os alunos. Em contextos de inclusão, como no trabalho com estudantes com deficiência visual, essa abordagem pode romper com o paradigma transmissivo de ensino e pode valorizar o papel ativo do estudante na construção do conhecimento, podendo promover engajamento, motivação, autonomia e participação efetiva.

A utilização de recursos didáticos no ensino de matemática para estudantes com

deficiência visual deve ser orientada por pressupostos pedagógicos sólidos, que garantam sua efetividade no processo de aprendizagem. Nesse sentido, o professor precisa refletir criticamente sobre a necessidade do uso do recurso, escolhendo-o de forma coerente com os objetivos da aula e o perfil dos alunos. O docente deve ter ciência que a aprendizagem não ocorre apenas pela manipulação do material, mas sobretudo pela atividade mental que ele deve provocar nos alunos, ou seja, o recurso deve estimular o raciocínio e a reflexão (Lorenzato, 2021).

Segundo Lorenzato (2021), o momento de uso do recurso deve permitir a socialização das estratégias e a verbalização dos pensamentos dos alunos, possibilitando ao professor acompanhar o processo de aprendizagem e promovendo um ambiente colaborativo. Ainda, de acordo com o autor, é necessário que o professor compreenda por que, como e quando utilizar o recurso, assegurando que este seja um instrumento de ensino-aprendizagem efetivo, e não um adereço decorativo na aula.

Esses pressupostos enfatizam a importância do uso dos recursos embasado em escolhas intencionais e conscientes por parte do professor. Eles dialogam com a proposta do BBM, recurso desenvolvido com a intencionalidade de promover o raciocínio matemático, favorecer a interação entre os estudantes e exigir do professor domínio técnico e conceitual sobre os conteúdos abordados.

Além disso, é possível estabelecer um elo entre os pressupostos de Lorenzato (2021) e a TAM de Wertsch (1991), ao considerar que os instrumentos (ou recursos didáticos) só adquirem sentido quando inseridos em uma ação mediada, situada em um contexto social e cultural específico. Assim, o BBM, ao ser inserido em práticas pedagógicas fundamentadas e mediadas pelo professor, torna-se um artefato potencializador da aprendizagem.

Nessa perspectiva, o uso de recursos didáticos como o BBM ganha relevância não apenas por seu potencial de tornar os conceitos matemáticos mais acessíveis, mas também por favorecer a aprendizagem por meio da ação refletida sobre o objeto. Segundo Lorenzato (2021), é fundamental que os estudantes utilizem o tato para construir o conhecimento de maneira mais concreta e significativa. De acordo com o autor, o toque e a manipulação do recurso didático proporcionam experiências sensoriais que são essenciais para a aprendizagem. Essas experiências ajudam os alunos a compreenderem conceitos abstratos de forma mais tangível e acessível.

Para Lorenzato (2021), a interação com o recurso didático permite que os alunos construam seu raciocínio a partir de experiências no mundo real. Isso pode favorecer a formação de conexões entre o conhecimento teórico e a prática. Além disso, o autor acrescenta que o manuseio de recursos didáticos manipuláveis pode aumentar o engajamento e a motivação dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e interessante e pode ajudar no

desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas, além de promover a autonomia e a confiança dos alunos em suas capacidades de aprender e resolver problemas.

Lorenzato (2021) defende que um mesmo recurso didático pode ser explorado em diversos conteúdos, desde que seu uso seja orientado por critérios pedagógicos claros. Ainda que o interesse inicial do aluno seja despertado pela novidade ou acessibilidade do recurso, seu sucesso depende de múltiplos fatores, como o conhecimento e a intencionalidade do professor, o contexto em que o recurso é inserido e a participação ativa dos discentes.

4.3 ESTUDOS SOBRE MOTIVAÇÃO

A motivação pode ser compreendida como a energia e a direção do comportamento humano, ou seja, o que impulsiona a ação e para onde ela se direciona (Pintrich, 2003). No contexto escolar, ela representa um elemento para a aprendizagem, sendo definida por Fita (2015, p. 77) como “um conjunto de variáveis que ativam a conduta e a orientam em determinado sentido para poder alcançar um objetivo”.

Tapia e Fita (2015) ressaltam a complexidade de motivar os alunos, visto que estes são pluridimensionais e mobilizam diferentes níveis de energia conforme a atividade proposta. Os autores convergem ao destacar a importância do professor nesse processo. Tapia (2015) associa a motivação escolar às interações interpessoais e aos contextos das atividades, enquanto Fita (2015) enfatiza o papel ativo do docente como agente estimulador da motivação.

Segundo Lourenço e Paiva (2010), alunos motivados tendem a participar com entusiasmo das aulas, a se engajar nas tarefas e a buscar a compreensão do conteúdo. Tapia (2015) propõe que a observação do comportamento e das falas dos estudantes pode fornecer pistas relevantes sobre seu nível de motivação, como quando demonstram satisfação em aprender algo novo ou entusiasmo ao interagir com o professor.

Ribeiro (2011) classifica a motivação em dois tipos principais: a extrínseca, relacionada a metas externas como notas, recompensas e aprovação social; e a intrínseca, vinculada aos interesses pessoais e ao prazer pela aprendizagem. Ambas podem coexistir, mas é a motivação intrínseca que tende a gerar maior engajamento e aprofundamento no processo de aprendizagem. Tapia (2015) reforça essa ideia ao mencionar que alunos motivados intrinsecamente buscam compreender problemas, dominar habilidades e atribuir sentido ao que aprendem.

4.3.1 Estratégias para Estimular a Motivação Escolar

Tapia (2015) destaca quatro aspectos da prática docente que influenciam os padrões motivacionais dos alunos: início da aula, organização das atividades, interação docente-discente

e avaliação.

No início da aula, é essencial captar a atenção dos estudantes, despertando curiosidade e mostrando a relevância do conteúdo. Na organização das atividades, recomenda-se promover a autonomia, o trabalho em grupo com divisão equilibrada de tarefas e um ambiente de cooperação. Quanto à interação com os alunos, o professor deve emitir mensagens encorajadoras antes, durante e após as tarefas, valorizando o processo em vez de apenas os resultados. Já nas avaliações, é importante adotar práticas que identifiquem o progresso individual, forneçam *feedback* construtivo e evitem comparações entre colegas, contribuindo para o fortalecimento da autoconfiança (Tapia, 2015).

Fita (2015) amplia essa discussão ao identificar quatro dimensões motivacionais que podem coexistir nos alunos: motivação em relação à tarefa, ao eu, à dimensão social e às recompensas externas. O autor atribui responsabilidade ao professor, apontando a necessidade de formação psicopedagógica para desenvolver estratégias motivadoras. Enfatiza ainda que a motivação docente é um pré-requisito para motivar os alunos, pois envolve conexão, empatia e domínio do conteúdo, além de entusiasmo e constante atualização.

A relação entre professor e aluno é apontada como um dos principais fatores para a motivação. Aspectos como estilo cognitivo, atitudes, valores e percepção mútua influenciam diretamente o engajamento dos estudantes. Fita (2015) sugere que o professor atue como um pesquisador da própria prática, buscando estratégias inovadoras e adaptadas às necessidades dos alunos, além de ensinar técnicas de pensamento e aprendizagem que incentivem a autonomia e o interesse.

Siqueira e Wechsler (2006) afirmam que a avaliação e a compreensão dos aspectos motivacionais no ambiente escolar são fundamentais para a construção de estratégias de ensino que favoreçam a aprendizagem.

A compreensão dos diferentes tipos de motivação, bem como das estratégias didáticas que a favorecem, permitiram interpretar as falas e atitudes dos estudantes no contexto de uso do BBM.

4.4 ESTUDOS SOBRE ENGAJAMENTO ESCOLAR

O conceito de engajamento escolar tem sido discutido na literatura internacional e nacional, especialmente nas áreas da psicologia educacional e das ciências da aprendizagem. O engajamento escolar refere-se ao envolvimento ativo, emocional e cognitivo dos estudantes nas atividades educacionais e na vida escolar como um todo. Está associado a indicadores positivos como melhor desempenho acadêmico, maior motivação e menor evasão escolar (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004). A literatura enfatiza que o engajamento é um construto multidimensional e dinâmico, influenciado por fatores individuais e contextuais, e resultado da

interação entre o estudante e o ambiente de aprendizagem.

Para Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), existem três tipos de engajamento escolar: engajamento comportamental, engajamento emocional e engajamento cognitivo. A presença deles, segundo os autores, pode ajudar na melhora dos índices de aprendizagem, na diminuição do tédio e descontentamento dos alunos e no combate à evasão escolar.

O engajamento comportamental refere-se à ideia de participação, de comportamento e de envolvimento em atividades escolares ou sociais. Pode ser observado com base no comportamento do estudante ao seguir regras, aderir normas, ser frequente à escola, fazer determinada atividade (que pode ser avaliada por meio do esforço, da atenção, da concentração e do envolvimento ativo) ou participar de atividades extra-curriculares como um conselho estudantil ou um esporte (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

O engajamento emocional abrange reações dos indivíduos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem. As reações podem ser positivas e negativas e podem criar laços entre os indivíduos envolvidos. O engajamento emocional do aluno pode variar de uma proximidade superficial até a valorização e identificação com a escola. Assim, ele pode ser identificado com base no afeto entre aluno e professor, aluno e outros profissionais e aluno e colegas, e pode também ser identificado pelo envolvimento emocional e interesse do aluno com a escola ou com as atividades acadêmicas (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

Já o engajamento cognitivo refere-se à consideração e disposição para empenhar-se em compreender e dominar conhecimentos complexos ou difíceis. Se relaciona ao processo de aprendizagem que pode ser de memorização ou de habilidades aprofundadas de aprendizagem pelo estudante. Pode ser avaliado com base no direcionamento do estudante em relação à aprendizagem e está relacionado à motivação para aprender. Envolve a adoção de estratégias de aprendizagem que podem ser empregadas quando o aluno quer aprender ou quando precisa tirar notas boas (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

Essas dimensões do engajamento escolar, embora distintas, não operam isoladamente. Conforme apontado por Julio, Vaz e Fagundes (2011), o engajamento cognitivo é fundamental para o desenvolvimento intelectual dos estudantes, especialmente em tarefas que exigem maior esforço mental, e não pode ser substituído apenas pelo engajamento emocional. Além disso, os autores destacam que, ao longo de uma mesma atividade, diferentes formas de engajamento podem emergir, seja por iniciativa do professor, por interesse espontâneo dos alunos ou mesmo pela ausência de envolvimento.

4.4.1 Fatores de engajamento: vigor, dedicação e absorção

Complementarmente, Schaufeli *et al.* (2002) abordam o engajamento a partir de uma perspectiva mais voltada ao bem-estar psicológico e à motivação no trabalho, adaptada

posteriormente ao contexto educacional. Os autores identificam três componentes principais:

- Vigor: representa níveis elevados de energia e resiliência mental durante a realização de atividades. Indica disposição e persistência, mesmo diante de dificuldades.
- Dedicação: caracteriza-se pelo envolvimento entusiástico, sentido de significado, orgulho e inspiração ao executar tarefas. A dedicação vai além do aspecto puramente cognitivo, incorporando uma dimensão emocional.
- Absorção: Refere-se ao estado de concentração intensa e prazer intrínseco pela atividade realizada, com a percepção de que o tempo passa rapidamente e o indivíduo está completamente imerso na tarefa.

Estudos empíricos, como o de Moraes e Taziri (2019), identificaram e exemplificaram esses componentes em contextos escolares, demonstrando sua aplicabilidade à compreensão do engajamento estudantil.

4.4.2 O estado de *flow*

O conceito de *flow*, desenvolvido por Mihály Csíkszentmihályi, aprofunda a compreensão sobre o engajamento em sua forma mais intensa. Trata-se de um estado psicológico de imersão total em uma atividade, no qual o indivíduo experimenta elevada concentração, perda da noção do tempo e sensação de prazer intrínseco. No campo educacional, Shirley e Hargreaves (2022) defendem que os professores devem buscar criar condições que favoreçam experiências de *flow*, pois estas estão associadas a altos níveis de aprendizagem e envolvimento dos estudantes.

4.5 ESTUDOS SOBRE LUDICIDADE

Os principais teóricos utilizados para o estudo sobre ludicidade foram Cipriano Carlos Luckesi e Vera Lúcia da Encarnação Bacelar, ambos professores da Universidade Federal da Bahia. O estudo sobre ludicidade se relaciona com esta pesquisa, pois foi investigado um recurso didático que pode ser usado de forma lúdica por causa das características, já que foi idealizado a partir de um brinquedo.

De acordo com Luckesi (2014), a ludicidade, muitas vezes associada ao brincar ou ao lazer, é, na verdade, um estado interno subjetivo de prazer e envolvimento. Uma atividade só será lúdica se, para o indivíduo, ela despertar esse estado de plenitude, independentemente de seu formato. De modo complementar, Bacelar (2009) defende que a ludicidade ocorre quando há integração entre emoção, corpo e mente. Nessa perspectiva, atividades lúdicas mobilizam dimensões físicas, cognitivas e afetivas, podendo promover uma vivência completa e significativa para o sujeito.

Nesse mesmo sentido, Almeida (2009) amplia o entendimento do lúdico ao afirmar que ele ultrapassa o ato de brincar espontaneamente e se apresenta como uma necessidade

fundamental da dinâmica humana. Para a autora, o lúdico se manifesta em atividades que envolvem espontaneidade, funcionalidade e gratificação, sendo valorizado pelo processo vivido e não apenas pelos resultados. Assim, a atitude lúdica, mais do que o uso de jogos ou brinquedos, é o que define a ludicidade em sala de aula. Essa atitude envolve disposição interna tanto do professor quanto dos alunos e exige um ambiente favorável, criado com intencionalidade e sensibilidade pedagógica (Luckesi, 2014).

Além de favorecer a aprendizagem, a ludicidade também pode ser uma via potente de inclusão. Vieira (2022) destaca que atividades lúdicas podem beneficiar tanto alunos com deficiência quanto alunos típicos, promovendo engajamento, interação, desenvolvimento emocional e cognitivo. Nesse contexto, o BBM apresenta-se como um recurso acessível que articula linguagem matemática e braille, criando condições equitativas de participação e aprendizagem. A ludicidade, aqui, não se limita a um recurso metodológico, mas atua como estratégia de equidade e pertencimento, valorizando as singularidades dos estudantes.

Sacchetto *et al.* (2011) reforçam que o ambiente lúdico, quando bem estruturado, pode permitir expressões criativas e promover uma aprendizagem significativa, pois estimula a fantasia, o pensamento simbólico e a autonomia dos estudantes. Isso exige, por parte do professor, não apenas conhecimento do conteúdo, mas também sensibilidade para perceber como os alunos aprendem e interagem com as propostas pedagógicas.

CAPÍTULO 5:

BRICKS BRAILLE MATEMÁTICO (BBM)

Este capítulo apresenta o processo de criação e as principais características do BBM, um recurso didático tátil, acessível e inclusivo, desenvolvido por meio da tecnologia de impressão 3D com o intuito de enriquecer o ensino de Matemática e promover a participação ativa de estudantes com deficiência visual.

O BBM dialoga com os fundamentos da TAM (Wertsch, 1991), ao ser concebido como uma ferramenta mediadora da aprendizagem matemática, capaz de ampliar as possibilidades de interação dos estudantes com os conceitos abstratos da disciplina. Ao mesmo tempo, integra os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem, ao se configurar como um recurso que beneficia não apenas alunos com deficiência visual, mas também os demais estudantes, por meio de uma abordagem multissensorial e concreta dos conteúdos matemáticos. Para sua construção, foram utilizadas as impressoras 3D disponíveis no Laboratório LabMaker do CEFET-MG.

O BBM tem como função principal representar, de forma tátil, símbolos matemáticos em braille, seguindo as diretrizes do Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa (Brasil, 2006a). Sua inspiração advém tanto do Bricks Braille Químico, desenvolvido por Farias e Ferry (2024), quanto das peças de encaixe do brinquedo da empresa Lego®. Cabe destacar que essa inspiração é funcional, pela capacidade modular e de encaixe das peças, e não estética ou comercial, sendo o BBM um produto original e independente.

O processo de criação das peças do BBM envolveu a modelagem digital no *software* FreeCAD, um programa de código aberto voltado ao desenvolvimento de objetos tridimensionais. Para o procedimento de impressão 3D, os arquivos modelados são exportados em formato *.stl* e preparados para impressão em *softwares* específicos das impressoras, nos quais são ajustados o tamanho, o posicionamento e os parâmetros de qualidade da peça (Basniak; Liziero, 2017).

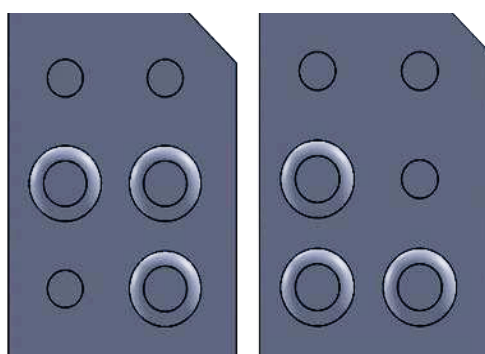
Cada peça do BBM representa um número, sinal ou símbolo matemático em braille, em alto-relevo. Além de facilitar o aprendizado, o BBM pode favorecer uma abordagem tátil e concreta para o ensino de conteúdos matemáticos — como expressões algébricas, matrizes e funções — podendo beneficiar, assim, estudantes com e sem deficiência. Essa ampliação do público usuário do recurso reforça o conceito de desenho universal (Zerbato; Mendes, 2018), ao proporcionar experiências inclusivas e mais dinâmicas para todos os aprendizes.

As peças do BBM foram modeladas no FreeCAD por Vivian Caroline Farias, mestre em Educação Tecnológica e integrante do Projeto Incluir-Ciência. A Figura 11 apresenta dois modelos digitais de peças criadas no *software*. O primeiro mostra a representação tátil do símbolo de divisão, com os pontos braille (256), e o segundo, o símbolo de multiplicação, com os

pontos (236). Essas imagens ilustram a estrutura modular e o padrão tátil das peças.

Figura 11 - Modelo digital dos símbolos de divisão e multiplicação

Descrição: imagem com duas peças bidimensionais digitais representando celas braille. À esquerda, encontra-se o símbolo de divisão, codificado pelos pontos braille 256; à direita, o símbolo de multiplicação, formado pelos pontos 236. No canto superior direito de cada peça, há um recorte que indica o marcador de posição para orientação na leitura tátil.

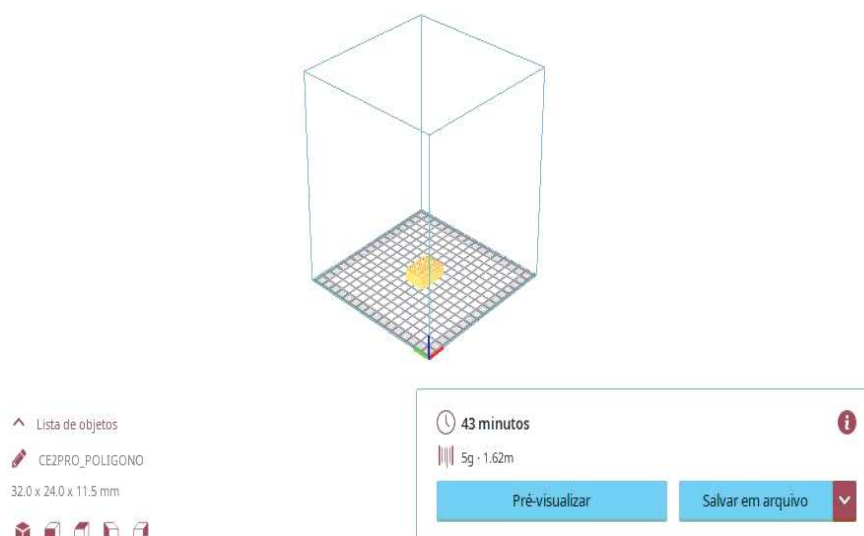


Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Após a modelagem digital em 3D, os arquivos de cada peça foram exportados no formato *.stl* para o *software* Creality Slicer, específico para a impressora 3D utilizada. A Figura 12 apresenta a área de trabalho virtual desse *software* de parametrização, exibindo o protótipo digital de uma das peças do recurso didático sobre a mesa de impressão.

Figura 12 – Print do *software* da impressora Creality

Descrição: a imagem apresenta um cubo delineado por linhas finas e transparentes, destacando suas arestas. No centro da base do cubo encontra-se uma pequena peça tridimensional retangular amarela do BBM. A base do cubo possui uma grade que confere maior senso de profundidade à representação espacial. Uma etiqueta informativa acompanha a imagem, indicando os dados de impressão: tempo estimado de 43 minutos, volume de 5 gramas e comprimento de filamento necessário de 1,62 metros.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

O *software Creality Slicer* permite a impressão simultânea de várias peças, além de ajustes de configuração. A impressora utilizada foi o modelo Creality Ender-2 Pro (Figura 13). As configurações de impressão adotadas foram as seguintes: qualidade de impressão em 0,2 mm (qualidade comum), densidade de preenchimento de 50%, temperatura de extrusão a 220°C, temperatura da base a 80°C e modo de impressão configurado para individual.

Figura 13 - Impressora 3D Creality Ender-2 Pro

Descrição: foto do modelo de impressora 3D preta com detalhes vermelhos utilizado para impressão do BBM.



Fonte: <https://www.amazon.com.br/CREALITY-Impressora-Creality-Ender-2-Preto/dp/B09M91DL96>.
Acesso em: 23 jan. 2025.

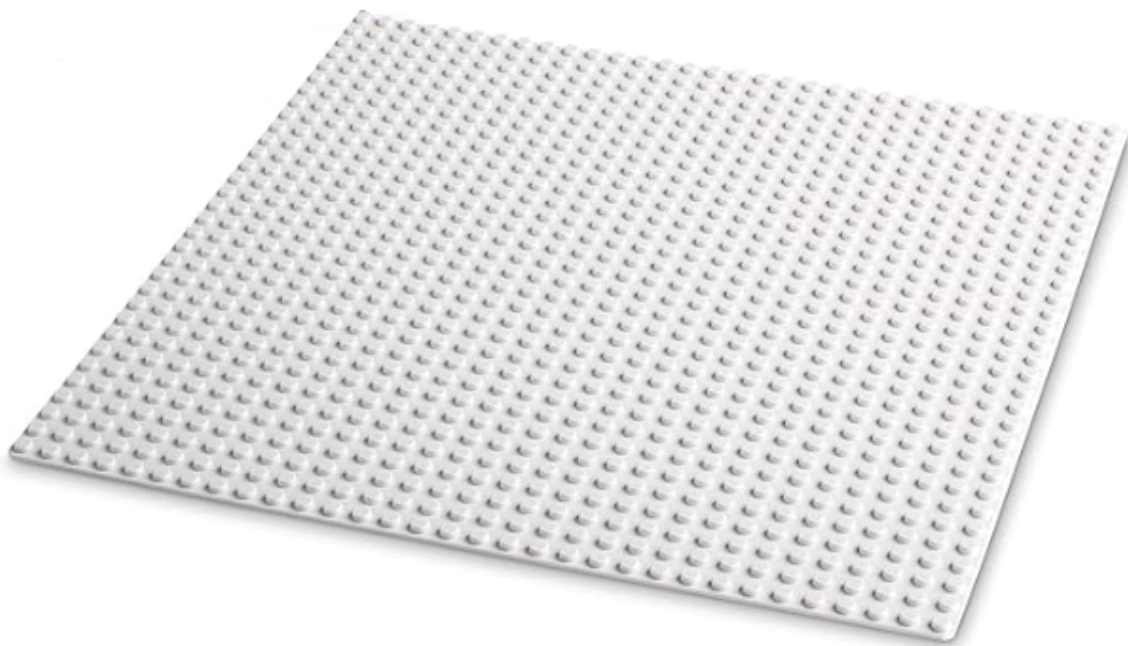
Para a impressão das peças do BBM, foi utilizado o filamento PLA (poliácido láctico), um termoplástico biodegradável obtido a partir de fontes renováveis, como o milho e a cana-de-açúcar. A escolha do PLA se deu por razões técnicas e éticas: trata-se de um material seguro para uso educacional, de fácil manuseio, com boa aderência à base de impressão, além de apresentar excelente acabamento visual, resistência e baixo impacto ambiental. Sua compatibilidade com impressoras de mesa abertas e sem necessidade de aquecimento torna o processo de fabricação mais acessível (3DLAB, 2022, *online*).

Após a impressão, as peças passaram por testes de encaixe nas placas de base. Na Figura 14 é apresentado um modelo de placa de base, sendo ela quadrada e com encaixes cilíndricos em

alto relevo para as peças do BBM. Em seguida, cada peça foi etiquetada com o respectivo nome impresso em tinta, o que representa uma estratégia de acessibilidade comunicacional. Ao oferecer duplo acesso à informação, tanto visual quanto tátil, o BBM possibilita que estudantes com e sem deficiência visual possam utilizar o recurso de forma conjunta. Essa característica pode favorecer ambientes educacionais inclusivos e colaborativos, em que o conhecimento é construído a partir da interação entre diferentes formas de percepção e aprendizagem.

Figura 14 - Placa de base Lego

Descrição: modelo de placa de base quadrada, na cor branca, com encaixes cilíndricos em alto-relevo distribuídos em sua superfície, projetados para acoplar as peças do BBM.

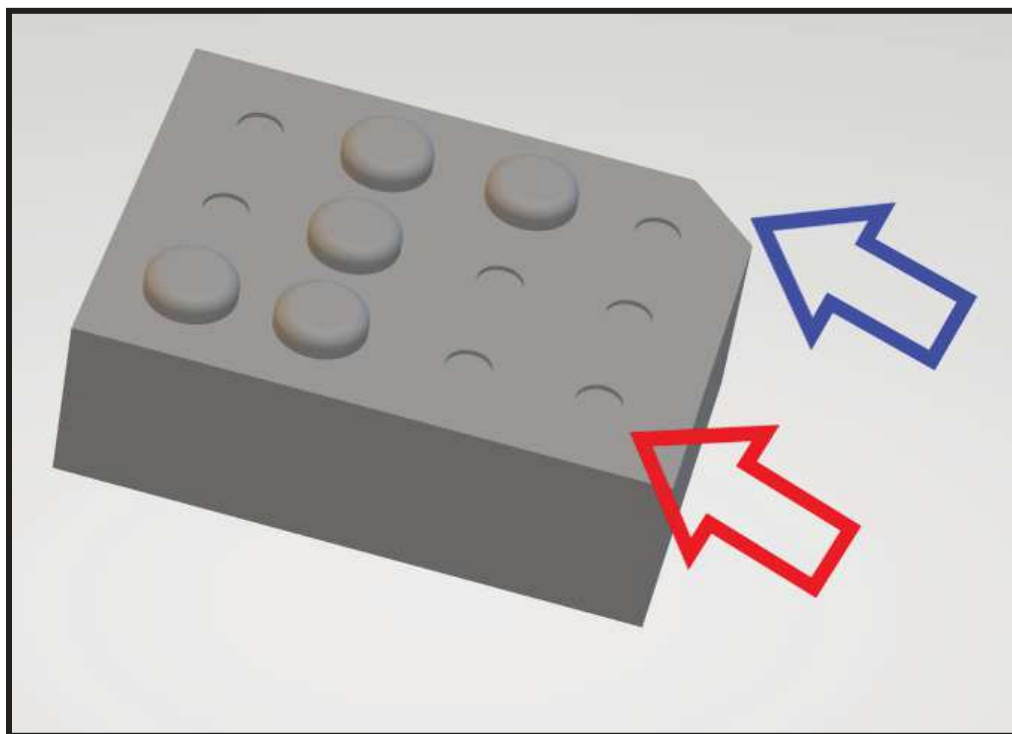


Fonte: Amazon, <https://encurtador.com.br/0CDZ2>

As peças do BBM apresentam um corte diagonal chamado indicador de posição para leitura localizado no canto direito superior (indicado pela seta azul na Figura 15) para facilitar que o usuário com deficiência visual encontre a posição correta de leitura do braille na peça. O BBM também possui o braille negro em baixo relevo (indicado pela seta vermelha na Figura 15), marcações em forma de pequenos buracos para indicar os pontos das celas braille. Os pontos em braille são dispostos em celas retangulares com duas colunas e três linhas totalizando seis pontos. Para representar a letra *a*, utilizamos somente o ponto 1 em alto relevo, nesse sentido, os cinco pontos restantes ficam com um relevo menor, ou seja, ficam com o braille negro em evidência.

Figura 15 - Modelo digital do BBM

Descrição: peça paralelepipedica em modelo digital do BBM contendo duas celas Braille. A primeira cela apresenta os pontos 3456, correspondentes ao sinal de número. A segunda cela traz o ponto 1, que, quando precedido pelo sinal de número, representa o algarismo 1 no sistema Braille. Há uma seta azul apontando para o marcador de leitura e uma seta vermelha apontando para o braille negro.

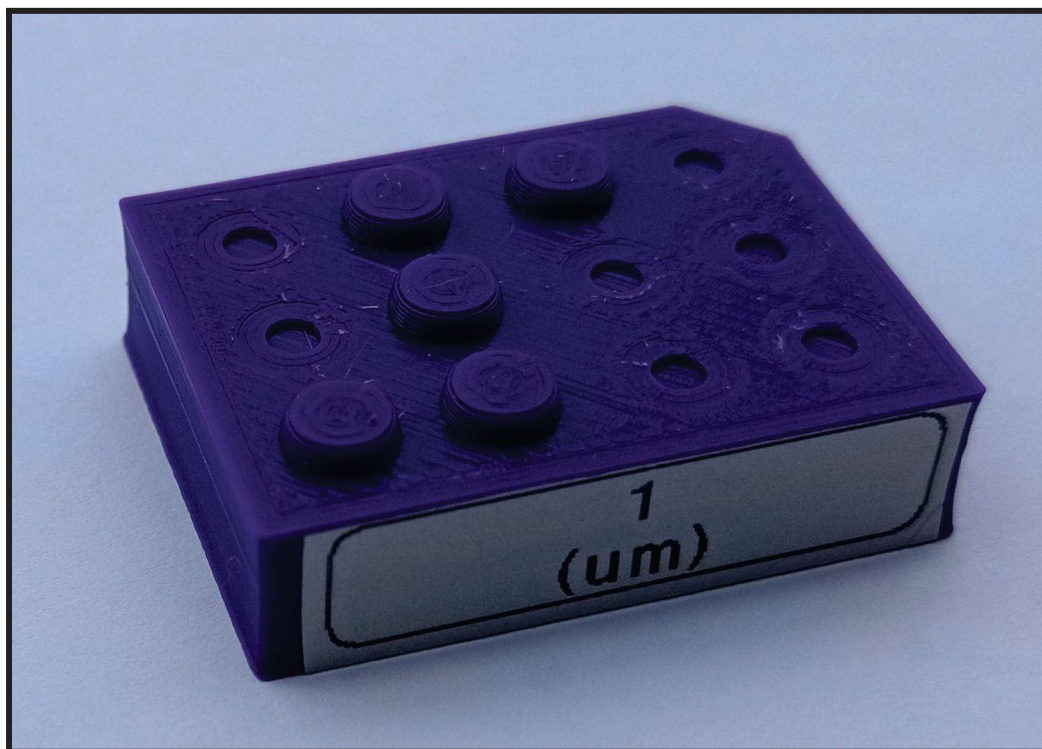


Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

As peças com uma cela braille tem as seguintes medidas: altura de 11,5 milímetros, largura de 24 milímetros e comprimento de 16 milímetros. Já as peças com duas celas braille possuem altura de 11,5 milímetros, largura de 24 milímetros e comprimento de 32 milímetros. A Figura 16 apresenta uma peça física do BBM que representa o número um e possui o sinal de número. A peça paralelepipedica contém duas celas em braille: na primeira, estão os pontos (3456) em alto relevo, indicando o sinal de número, e na segunda, o ponto (1), também em alto relevo. A peça inclui nomenclatura em tinta, permitindo o uso tanto por pessoas com deficiência visual quanto por videntes.

Figura 16 - Peça do BBM que representa o número um

Descrição: foto da peça paralelepipedica em modelo físico roxo do BBM contendo duas celas braille. A primeira cela apresenta os pontos 3456, correspondentes ao sinal de número. A segunda cela traz o ponto 1, que, quando precedido pelo sinal de número, representa o algarismo 1 no sistema Braille. A peça contém etiqueta com o número um.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

No Apêndice C desta dissertação estão reunidas informações detalhadas sobre a produção das peças do BBM: símbolos matemáticos impressos, tempo médio de impressão, quantidade de filamento PLA utilizada (em gramas e metros) para a confecção de 11 unidades de cada modelo, capturas de tela em 2D das peças no *software* Creality Slicer, e os respectivos códigos em braille adotados. A opção por imprimir 11 unidades por modelo visou garantir a viabilidade de uso em situações que envolvem números ou símbolos repetidos, como no cálculo de expressões do tipo $3 + 333 = 336$, que exige seis peças com o símbolo do número três.

Ao todo, foram produzidas 407 peças para cada *kit*, o que demandou aproximadamente 212 horas de impressão e 1348 gramas de PLA (cerca de 451 metros de filamento). Considerando o preço médio do quilo do PLA em outubro de 2024 (em torno de R\$ 100,00), o custo estimado para a produção de um kit completo do BBM foi de aproximadamente R\$ 135,00. Esse valor representa uma vantagem em relação a muitos recursos didáticos acessíveis disponíveis no mercado, o que reforça o caráter de baixo custo e alta replicabilidade institucional do BBM, aspectos coerentes com os princípios de inclusão, sustentabilidade e democratização do acesso.

No que diz respeito à acessibilidade visual, especial atenção foi dada à escolha das cores

utilizadas nas peças. O objetivo foi garantir a diferenciação visual entre os elementos, mesmo para pessoas com daltonismo ou baixa visão. Com base nas orientações de Vasconcellos e Pazinato (2023), foram evitadas combinações que geram confusão em casos de deficiência nos cones da retina. Por exemplo, pessoas com daltonismo do tipo deuteranopia ou protanopia podem ter dificuldade em distinguir entre vermelho e verde, enquanto aquelas com tritanopia podem confundir azul e roxo. Assim, as cores das peças foram selecionadas de forma estratégica para maximizar o contraste e minimizar ambiguidades visuais.

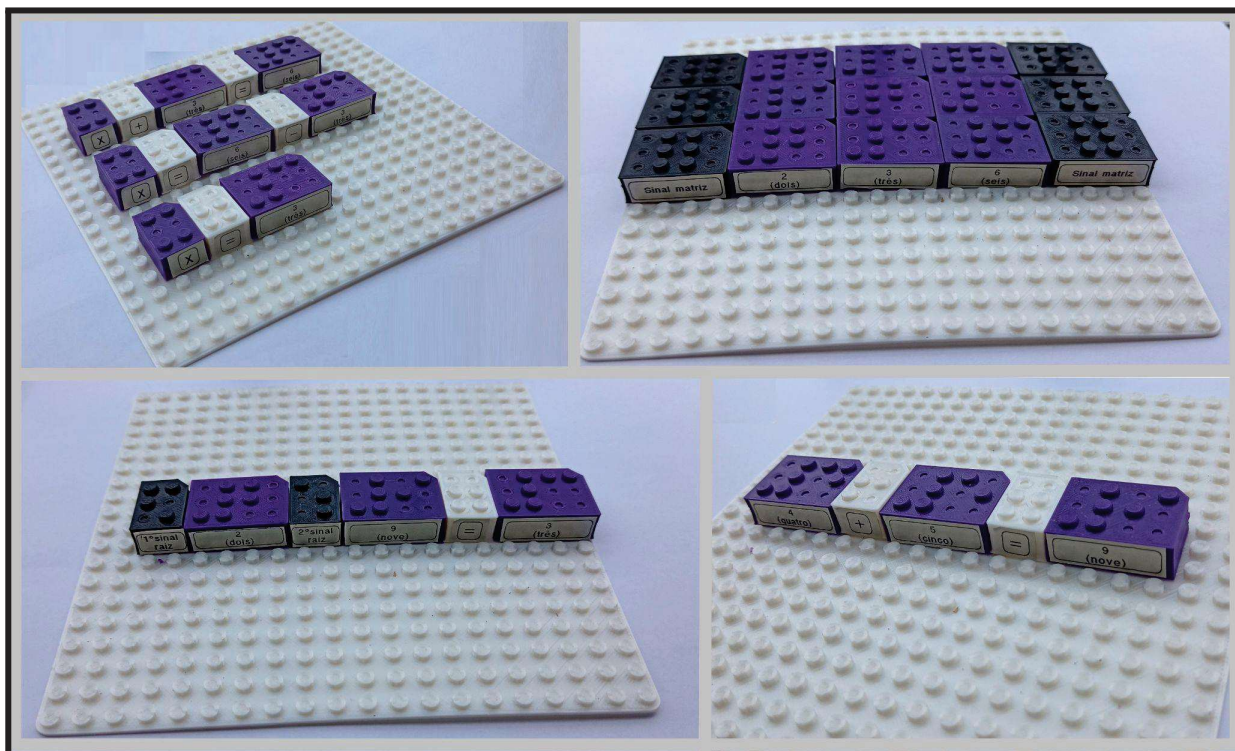
Nesse sentido, as peças que representam números foram impressas em roxo, os símbolos matemáticos mais comuns (como adição, subtração, multiplicação, divisão e igualdade) em branco, e os símbolos menos frequentes (como porcentagem, radiciação, potenciação, parênteses, matrizes, vírgulas e sinal de diferente) em preto. Essa distribuição cromática também foi pensada para favorecer a identificação por pessoas com baixa visão, ampliando o alcance inclusivo do recurso.

Além disso, cada peça foi etiquetada com o respectivo nome em tinta, o que garante duplo acesso à informação: a leitura visual pelas pessoas videntes e a leitura tátil em braille para estudantes com deficiência visual. Essa escolha permite a utilização colaborativa do BBM em salas de aula heterogêneas, promovendo interações entre os estudantes, conforme preconizado pela TAM (Wertsch, 1991), na qual as ferramentas culturais, como o próprio BBM, atuam como mediadoras entre o sujeito e o conhecimento.

O BBM pode ser utilizado para representar em alto relevo cálculos de matrizes, porcentagem, divisão, dentre outros. A Figura 17 apresenta um compilado de quatro imagens com aplicações do BBM. Na parte superior esquerda há a seguinte expressão algébrica: $x + 3 = 6$ se desenvolvendo em $x = 6 - 3$ e depois $x = 3$. A foto do canto superior direito apresenta uma matriz 3×3 , já a foto do canto inferior esquerdo apresenta a expressão $\sqrt[2]{9} = 3$ e por último na foto do canto inferior direito, temos a expressão matemática $4 + 5 = 9$.

Figura 17 - BBM (Expressão Algébrica, Matriz, Radiciação e Soma)

Descrição: na parte superior esquerda da imagem há a seguinte expressão algébrica: $x + 3 = 6$ se desenvolvendo em $x = 6 - 3$ e depois $x = 3$. A foto do canto superior direito apresenta uma matriz 3x3 com os números 4, 5 e 8 na primeira linha; 9, 2 e 3 na segunda linha; e 2, 3 e 6 na terceira linha. Já a foto do canto inferior esquerdo apresenta a expressão $\sqrt{9}=3$ e por último na foto do canto inferior direito, temos a expressão matemática $4 + 5 = 9$.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Em síntese, o BBM configura-se como um recurso didático tátil e inclusivo, desenvolvido com foco na acessibilidade, durabilidade e potencial de replicação em contextos educacionais diversos. Seu *design*, desde a escolha dos materiais até a padronização das peças e o cuidado com as cores, alinha-se aos princípios do Desenho Universal, permitindo que o recurso seja utilizado tanto por estudantes com deficiência visual quanto por estudantes videntes. Além de ampliar as possibilidades de mediação no ensino de Matemática, o BBM pode contribuir para a construção de ambientes de aprendizagem mais colaborativos e equitativos. No capítulo seguinte, serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados na realização da pesquisa de campo, que buscou analisar o impacto na motivação e engajamento e a aplicabilidade do BBM em situações reais de ensino.

CAPÍTULO 6

METODOLOGIA

O presente capítulo descreve os caminhos metodológicos adotados nesta pesquisa, cujo objetivo foi compreender como o emprego do BBM influencia a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades pedagógicas de Matemática.

A investigação caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, que na perspectiva de Günther (2006) é percebida como um ato subjetivo de construção cujas características são a flexibilidade e a adaptabilidade. Para o autor, a pesquisa qualitativa se interessa mais pelos processos do que pelos resultados e considera individualmente as características de cada pesquisa em vez de utilizar instrumentos e procedimentos padronizados.

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, que de acordo com Gil (2008) busca o progresso da ciência, procura desenvolver os conhecimentos científicos, depende de suas descobertas e tem como características fundamentais a aplicação, a utilização e as consequências práticas dos conhecimentos. Esta pesquisa é aplicada pois gerou um produto: o BBM.

Em relação aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratório-descritiva, pois associa-se, por um lado, à pesquisa exploratória, que visa proporcionar maior familiaridade com o problema e clarificar o objeto de estudo, e, por outro, à pesquisa descritiva, que busca registrar e descrever o contexto, as características e o comportamento dos participantes (Gil, 2008).

Para Marconi e Lakatos (2017), estudos exploratório-descritivos têm como objetivo a compreensão ampla de determinado fenômeno. Esses estudos utilizam análises empíricas e teóricas, podendo recorrer tanto a descrições quantitativas quanto qualitativas. Essa abordagem destaca a flexibilidade dos procedimentos de amostragem e a abertura investigativa. Este delineamento possibilitou a compreensão das percepções de dois grupos distintos: os alunos e sua professora, todos com deficiência visual, no Instituto São Rafael, e o professor, o profissional de apoio e os alunos, todos videntes, junto a aluna com baixa visão do CEFET-MG. A combinação desses perfis permitiu detalhar a experiência de uso do BBM e ampliar a compreensão do fenômeno investigado.

Os procedimentos adotados configuram uma pesquisa de campo, que, conforme Marconi e Lakatos (2017), consiste na busca de informações no local onde ocorre determinado fato ou fenômeno por meio de observação. Busca-se captar informações sobre um problema a qual se procura respostas ou sobre as relações ou novidades de fenômenos. No caso desta pesquisa, foram buscadas informações no Instituto São Rafael e no CEFET-MG.

Para a coleta de dados, foram empregados três instrumentos principais: observação sistemática, entrevistas semiestruturadas e grupo focal. A observação sistemática é aquela realizada em condições planejadas, controladas e sistematizadas. Nesse tipo de instrumento de

coleta, o observador deve ser objetivo, previsível e imparcial, dessa maneira precisa saber o que busca e o que é mais importante na observação (Marconi; Lakatos, 2017). O objetivo da observação sistemática foi a ambientação para que os alunos do Instituto São Rafael conhecessem e se acostumassem com o pesquisador e vice-versa.

A observação sistemática foi realizada apenas no Instituto São Rafael por se tratar de um grupo que ainda não possuía vínculo prévio com o pesquisador. Ela possibilitou o acompanhamento das interações em sala de aula durante o uso do BBM, contribuindo para a ambientação do pesquisador e o registro de comportamentos.

Ao acompanhar as aulas que envolveram a aplicação do recurso didático BBM, buscou-se ambientar-se com os professores e alunos e registrar as interações entre os participantes, as quais indicaram elementos que evidenciaram aspectos relacionados à motivação e ao engajamento dos estudantes nas atividades.

A entrevista, segundo Marconi e Lakatos (2017), consiste na obtenção de informações por meio do contato direto entre entrevistador e entrevistado. A entrevista semiestruturada combina perguntas previamente elaboradas com espaço para aprofundar questões emergentes no diálogo. No presente estudo, as entrevistas foram realizadas com alunos e a professora do Instituto São Rafael, todos com deficiência visual. O objetivo foi coletar percepções sobre a usabilidade, a acessibilidade e a experiência com o BBM e a sua influência na motivação e engajamento, bem como identificar desafios ou limitações observadas. As entrevistas semiestruturadas permitiram aprofundar a compreensão das experiências vividas pelos participantes, com base em roteiros previamente definidos, mas abertos a contribuições espontâneas.

Já o grupo focal, conforme Dias (2000), é a reunião de seis a dez participantes para uma discussão conduzida por um moderador. Essa técnica busca captar opiniões, sentimentos e percepções que possam não emergir em entrevistas individuais. O grupo focal foi realizado no CEFET-MG, sendo composto pelo professor, pelo profissional de apoio e os alunos, todos videntes, junto a aluna com baixa visão. A discussão coletiva teve como objetivo levantar impressões sobre a experiência com o BBM, a acessibilidade do recurso e sua influência na motivação e no engajamento. O grupo focal favoreceu a expressão de percepções, sentimentos e sugestões em relação ao recurso didático investigado.

No Apêndice D desta dissertação constam as perguntas utilizadas na entrevista e na dinâmica do grupo focal. A unidade de análise desta pesquisa foi o registro de comentários de alunos e professores durante o uso do BBM, bem como as respostas das entrevistas. Para a análise dos dados foram utilizadas as técnicas de análise de conteúdo de Bardin (2020). Essa técnica permite compreender, sintetizar e descrever discursos de forma sistemática. O processo

foi desenvolvido em quatro etapas:

- Pré-análise: leitura flutuante e organização do material coletado.
- Codificação: definição das unidades de registro e construção dos códigos.
- Categorização: agrupamento das unidades de sentido em categorias temáticas.
- Interpretação: análise crítica dos dados e elaboração das inferências.

A categorização obtida nesse processo será apresentada no próximo capítulo, juntamente com a discussão dos resultados.

6.1 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Segundo Marconi e Lakatos (2017), os participantes da pesquisa constituem o universo de referência sobre o qual se deseja obter informações. O participante deve ser compreendido a partir de uma relação dialógica e contextualizada entre objetividade e subjetividade, e não se pode reduzi-lo a nenhuma dessas dimensões. Na visão dos autores, é importante que o pesquisador tenha uma boa relação com os participantes da pesquisa para obter as informações necessárias e coletar dados de qualidade.

Os participantes investigados por esta pesquisa faziam parte de duas instituições. Uma das instituições é o Instituto São Rafael, instituição referência na oferta do Ensino Fundamental, cursos profissionalizantes e outras atividades a pessoas com deficiência visual em Belo Horizonte. Fez parte da pesquisa uma turma desse instituto composta por uma professora e cinco alunos, todos pessoas com deficiência visual. Já a outra instituição é o CEFET-MG, também em Belo Horizonte. Fez parte da pesquisa os seguintes participantes dessa instituição: um professor de Matemática, um profissional de apoio, e um grupo de sete estudantes do primeiro ano do Ensino Médio Técnico Integrado com os cursos de Informática ou de Rede de Computadores, sendo que uma aluna desse grupo é uma pessoa com deficiência visual.

O Instituto São Rafael foi selecionado por ser uma instituição referência no atendimento a pessoas com deficiência visual. A turma participante era composta por alunos do 3º ao 5º ano do Ensino Fundamental. Essa escolha se justifica porque esses estudantes estão na fase inicial de aprendizagem dos conceitos de multiplicação e divisão, conteúdos que podem ser melhor compreendidos com o uso de um recurso didático físico como o BBM. Assim, foi possível analisar a potencial contribuição do recurso no desenvolvimento das habilidades matemáticas básicas.

Por outro lado, o CEFET-MG foi selecionado porque, em 2024, recebeu a primeira aluna com deficiência visual de sua história. Os participantes dessa instituição incluíram essa estudante e seus colegas do primeiro ano dos cursos técnicos integrados ao Ensino Médio, permitindo observar a interação de alunos videntes e com deficiência visual no uso do mesmo material.

6.2 REGISTROS AUDIOVISUAIS E AUTORIZAÇÃO PARA USO DE VOZ E IMAGEM

Para a captação dos dados, foram realizados registros fotográficos e gravações de áudio com o uso de *smartphones*. Diversos momentos das aulas, bem como as entrevistas e o grupo focal, foram gravados com o objetivo de permitir a transcrição e análise posterior das informações. Segundo Marconi e Lakatos (2017), o uso de gravador é altamente recomendável, desde que haja consentimento por parte do informante. Para os autores, a prática de fazer anotações apenas após a entrevista apresenta duas desvantagens importantes: o risco de lapsos de memória e a possível distorção dos eventos, caso nem todos os detalhes essenciais sejam registrados.

Os registros e gravações foram previamente autorizados por meio de termos de autorização para uso de voz e/ou imagem (Apêndices H e I desta dissertação) assinados pelos próprios entrevistados ou por seus responsáveis. As autorizações para o uso de voz e/ou imagem dos participantes serviram para assegurar que o pesquisador e o CEFET-MG tiveram o consentimento formal dos envolvidos para captar, armazenar e utilizar suas vozes e/ou imagens em materiais relacionados à pesquisa. Essas autorizações protegem o direito à privacidade e à imagem dos participantes, garantindo que o uso de tais dados respeite as leis de proteção de dados e a ética da pesquisa.

Esses registros foram fundamentais para a posterior transcrição e análise dos dados, garantindo a fidelidade das informações obtidas e contribuindo para a transparência e confiabilidade da pesquisa.

6.3 ASPECTOS ÉTICOS

Inicialmente, foi confeccionado o recurso didático BBM. Em seguida, foram obtidas as autorizações das direções do Instituto São Rafael e do CEFET-MG para a realização de observações de aulas, atividades com o BBM, entrevistas e grupo focal. Os professores dessas instituições manifestaram sua anuência e colaboraram na condução das atividades práticas com o BBM.

Como a pesquisa envolveu a participação de pessoas, foi necessária a assinatura dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Apêndices E, F e G desta dissertação). Esses documentos tiveram como objetivo formalizar a autorização para a coleta de dados. Por meio deles, todos os participantes foram informados previamente sobre quais informações seriam coletadas, as formas de utilização dos dados e seus direitos durante o estudo. Além disso, esses termos garantiram ao pesquisador respaldo ético e legal quanto à conformidade no processo de captação dos dados.

Ademais, esta pesquisa foi inicialmente submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

por meio da Plataforma Brasil. A aprovação se deu pelo seguinte parecer: projeto CAAE: 77952824.5.0000.8507, aprovado pelo Sistema CEP/ Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), em 26 de agosto de 2024.

6.4 COLETA DE DADOS NO INSTITUTO SÃO RAFAEL

A coleta de dados no Instituto São Rafael envolveu observações de aulas e entrevistas semiestruturadas. A observação durou duas semanas e teve como objetivos a ambientação na sala de aula, o conhecimento prévio dos participantes da pesquisa e a oportunidade de que os alunos se habituassem à presença do pesquisador no dia da apresentação do BBM. Já a entrevista buscou registrar as percepções dos participantes sobre a experiência com o recurso.

O Instituto São Rafael, referência no atendimento a pessoas com deficiência visual, é uma instituição tradicional que possui diversas barreiras arquitetônicas, como escadas, e apresenta carência de investimentos estruturais e em recursos didáticos físicos. A turma selecionada era composta por alunos do 3º ao 5º ano do Ensino Fundamental. Essa junção de séries foi realizada pela Secretaria Estadual de Educação para garantir a formação de turmas com número mínimo de estudantes. Para preservar o sigilo dos participantes, optou-se por não divulgar seus nomes reais nem suas imagens faciais, sendo utilizados nomes fictícios na caracterização a seguir. Todos os participantes eram conhecedores e usuários regulares da Grafia Braille Matemática, e tanto a professora quanto os alunos não conseguiam diferenciar algumas cores ou enxergar nitidamente objetos e pessoas.

Ana, professora com baixa visão, leciona no Instituto São Rafael desde 1992 e é ex-aluna da instituição. Ela relatou que, no passado, o Instituto funcionava como um internato, recebendo estudantes de diferentes estados que permaneciam durante todo o ano letivo. Naquele período, havia mais de uma turma por série; atualmente, alunos de séries distintas frequentam a mesma sala, fato criticado por Ana durante o processo de coleta de dados. A docente também relatou que a sala onde ministra aulas já foi, no tempo em que era aluna, um dormitório masculino. Os alunos demonstram respeito e carinho pela professora, que mantém uma postura atenciosa e cuidadosa, inclusive nos momentos de recreio.

As características dos estudantes participantes são:

- Bia, oito anos, cursa o 3º ano do Ensino Fundamental. É tímida, conversa pouco, mas demonstra raciocínio rápido e facilidade com cálculos. Bia tem baixa visão desde os quatro anos, consequência de um trauma físico.
- Carla, 12 anos, cursa o 5º ano. Possui deficiência intelectual associada à cegueira e apresenta dificuldades motoras, como caminhar e manusear objetos. Tem aprendizagem mais lenta, mas costuma sorrir, demonstrar carinho e buscar constantemente a atenção da professora.

- Daniela, 11 anos, cursa o 5º ano. Tem baixa visão, aprende com facilidade, é observadora e participa quando solicitada, embora não converse muito espontaneamente.
- Enzo, 13 anos, também do 5º ano, apresenta raciocínio rápido, grande interesse pelas aulas e entusiasmo ao acertar as questões. É muito carinhoso com a professora e atento ao ambiente, embora, por vezes, demonstre impaciência. Tem baixa visão.
- Felipe, nove anos, do 3º ano, é cego. Apesar de enfrentar dificuldades de aprendizagem e ter faltas recorrentes em função de tratamentos de saúde, demonstra muito interesse pelos conteúdos e grande afeto pelos colegas e pela professora.

De modo geral, os alunos são educados, respeitosos e mantêm uma convivência harmoniosa. Quando a professora direciona atenção individual a algum deles, os demais aguardam em silêncio, favorecendo a concentração do colega.

A professora dispõe de poucos recursos didáticos, muitos confeccionados por ela própria, utilizando materiais não duráveis como papel e cartolina. Esse cenário contrasta com as orientações de Ferry (2024), que defende a disponibilização institucional de recursos didáticos duráveis, confeccionados em materiais resistentes e de alta qualidade.

Nas aulas de Matemática, a professora faz uso frequente de instrumentos como o Soroban (Figura 5) e o Cubaritmo (Figura 18), ambos voltados à representação de números e realização de cálculos. No Soroban, os números são representados da esquerda para a direita (a última coluna corresponde às unidades, a penúltima às dezenas, e assim sucessivamente), sendo que as pedras superiores têm valor cinco e as inferiores, valor um. Já no Cubaritmo, as faces dos cubos representam os números do zero ao nove em braille, e a disposição sequencial dos cubos permite a composição de números maiores.

Figura 18 - Cubaritmo

Descrição: imagem do recurso didático Cubaritmo. Ela mostra uma placa retangular com divisórias que acomodam pequenos cubos com números em relevo, escritos em Sistema Braille. Ao lado da placa, há uma caixinha contendo diversos cubos avulsos do Cubaritmo, prontos para serem utilizados na composição de números e operações.



Fonte: <https://progettogazzettandoascuola.blogspot.com/lezione-di-braille.html>. Acesso em: 23 jan. 2025.

Esses recursos podem contribuir para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes com deficiência visual e a consolidação de conteúdos matemáticos, como operações básicas e a compreensão do sistema de numeração. O BBM se insere nesse mesmo esforço de mediação didática, com o diferencial de possibilitar uma abordagem mais simbólica e integrada de conteúdos, ampliando possibilidades de representação e exploração de conceitos matemáticos.

6.5 COLETA DE DADOS NO CEFET-MG

A segunda parte da coleta de dados desta pesquisa envolveu sete estudantes do 1º ano do Ensino Médio Técnico do CEFET-MG, matriculados nos cursos de Informática e Redes de Computadores. Não serão revelados o nome verdadeiro nem a face dos participantes da pesquisa, a fim de garantir a confidencialidade. Assim, utilizamos nomes fictícios para identificá-los. Entre os selecionados, Hellen é uma aluna com deficiência visual que apresenta baixa visão e relata sentir cansaço visual com facilidade. Além dela, participaram o professor de Matemática e um profissional de apoio escolar que acompanha a aluna.

A coleta de dados no CEFET-MG foi realizada por meio de um grupo focal que reuniu todos os participantes mencionados e o pesquisador responsável por esta dissertação. A única estudante do grupo conhecedora do Sistema Braille era Hellen. Os demais alunos foram denominados Alan, Bruno, César, Daniel, Erick e Fernando; o professor, Gabriel; e o profissional de apoio, Iuri.

O grupo focal teve como principal objetivo promover uma escuta coletiva sobre as percepções e experiências em relação ao BBM, tanto do ponto de vista de quem vivencia a deficiência visual quanto dos colegas e profissionais que compõem o contexto escolar. Essa etapa

buscou identificar potenciais contribuições e limitações do recurso, bem como aspectos pedagógicos e relacionais associados ao seu uso. Os resultados obtidos nesse encontro serão apresentados e analisados no próximo capítulo, dedicado à apresentação e discussão dos dados coletados ao longo da pesquisa.

CAPÍTULO 7

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os dados coletados e suas análises, conforme os procedimentos descritos no capítulo anterior. Para organizar as respostas e comentários dos envolvidos, foram utilizadas as técnicas de Análise de Conteúdo de Bardin (2020). Essa abordagem sistemática permitiu compreender, sintetizar e descrever os discursos. O processo de análise seguiu quatro etapas:

- Pré-análise: foram feitas as transcrições de falas, organização dos registros e leitura flutuante do material coletado.
- Codificação: foram definidas as unidades de registro, que foram trechos significativos das falas e observações. A partir disso, foram construídos códigos iniciais com marcadores para categorizar essas unidades.
- Categorização: foram agrupadas as unidades de sentido codificadas em categorias temáticas emergentes do próprio material, que serão apresentadas e discutidas ao longo deste capítulo. Foram elas: engajamento e motivação; comparação, percepção e usabilidade do BBM; dinâmicas, apropriação e mediação pedagógica; interdisciplinaridade; sugestões de melhorias e ludicidade.
- Interpretação: por fim, foi realizada a análise crítica dos dados, elaborando inferências sobre os fenômenos observados e respondendo aos objetivos da pesquisa.

Os nomes dos participantes foram mantidos entre parênteses nos casos em que mencionaram o nome correto e não o fictício durante o manuseio do BBM.

A TAM, de Wertsch (1991), foi utilizada para interpretar como os sentidos atribuídos pelos participantes ao BBM emergem das interações mediadas por essa ferramenta cultural. Essa teoria permitiu compreender as ações dos professores no uso do BBM para o ensino e as ações dos alunos no uso do BBM para a aprendizagem. Foram consideradas tensões irreduzíveis entre os agentes (ora professor, ora aluno) e a ferramenta cultural (o BBM), bem como o contexto social e institucional dessas ações.

7.1 APRESENTAÇÃO DO BBM NO INSTITUTO SÃO RAFAEL

No dia da apresentação do BBM no Instituto São Rafael – 07 de outubro de 2024 – estavam presentes a professora Ana e quatro alunos. O Felipe, infelizmente, faltou, embora provavelmente gostaria de ter participado, pois ele se motiva com facilidade. A aula foi planejada pela professora junto ao pesquisador.

Inicialmente, foram distribuídas as placas de base e peças do BBM, conforme ilustrado na Figura 19. Após a distribuição, a professora pediu aos alunos para realizarem testes de encaixe

das peças na prancha. Logo no início, foi possível observar indícios de motivação entre eles, alinhados com as diretrizes de captação de motivação apresentadas por Tapia (2015). Segundo o autor, a motivação dos alunos pode ser interpretada por meio de seus comportamentos e expressões verbais durante a execução das atividades.

Figura 19 - Encaixe das peças do BBM na placa de base

Descrição: fotografia de um aluno do Instituto São Rafael manuseando o recurso didático BBM. Ele encaixa peças roxas e brancas do BBM sobre uma placa de base quadrada na cor verde. O aluno está sentado em uma carteira escolar e seu rosto não é visível na imagem, preservando sua identidade.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Ao manusearem o BBM pela primeira vez, os alunos demonstraram indícios de motivação, como evidenciado pelos seguintes comentários:

Enzo exclamou: “oh, consegui encaixar!” e, em seguida, “legal, encaixei, que legal”.

As reações também revelaram cooperação entre os colegas. Bia, por exemplo, ajudou Carla a posicionar as peças, dizendo com voz animada:

“Aqui..., deste lado aqui.”

“Pronto..., encaixou!”

Carla, por sua vez, comemorou de forma alegre: “olha, encaixei, olha, consegui! iiiiiiiiii... eu encaixei!”

Essas manifestações demonstraram não apenas apreciação estética, mas também satisfação pelo domínio progressivo da tarefa.

O BBM foi comparado ao Cubaritmo devido à semelhança entre os dois recursos didáticos, que possuem peças que se encaixam em uma base. Entretanto, os alunos apontaram que as peças do BBM eram melhores por terem tamanho maior, o que facilita seu manuseio e localização. Sobre esse aspecto, Enzo comentou que o material era “quase igual ao Cubaritmo”, enquanto Daniela destacou:

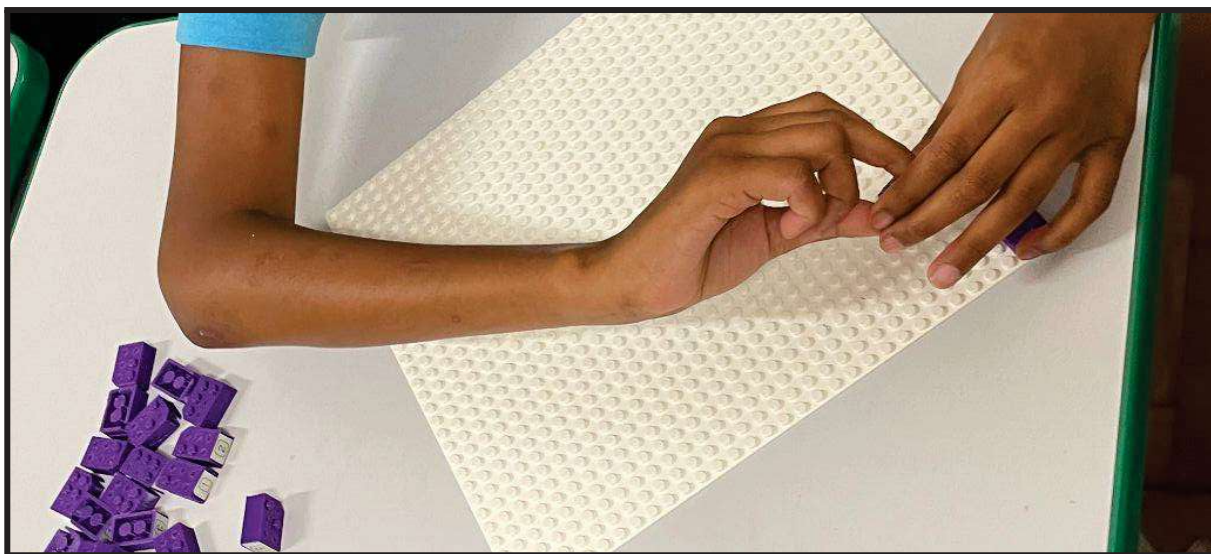
“Bem mais legal que o Cubaritmo mesmo, e o Soroban, muito mais legal. Eu só sei que vou fazer uma coisa: quando a (professora Ana) estiver fora, eu vou roubar todos para mim!” (rindo).

Esse tipo de fala indica não só aprovação, mas também uma dimensão possivelmente lúdica e afetiva associada ao BBM.

Ao longo da aula, a professora propôs diferentes atividades: representar o número 25, calcular $25 + 12$, calcular $25 + 7$, entre outras operações. Foi possível perceber sinais de engajamento, conforme definido por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), que associam o engajamento ao envolvimento ativo e direcionado do aluno para a aprendizagem. Em diversos momentos, os estudantes se mostraram concentrados e imersos na atividade (Figura 20), apresentando inclusive comportamentos característicos do estado de *flow*, conforme descrito por Shirley e Hargreaves (2022).

Figura 20: Aluna engajada com o BBM

Descrição: fotografia de uma aluna do Instituto São Rafael manuseando o recurso didático BBM. Na imagem, ela está encaixando peças roxas do BBM numa placa de base quadrada na cor branca. A aluna está sentada em uma carteira escolar, e seu rosto não é visível na imagem.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Outro indício de engajamento foi registrado quando, ao ouvir o sinal, Enzo exclamou surpreso: “08:40, quê?”. Esse comentário sinaliza que ele não havia percebido a passagem do

tempo, fato que contrasta com outras situações em que os alunos demonstravam grande expectativa em relação à hora do intervalo para recreio. No dia do uso do BBM, essa expectativa foi substituída pelo foco e pelo interesse genuíno na atividade.

De modo geral, os comportamentos observados — incluindo expressões de entusiasmo, cooperação espontânea, concentração prolongada e o esquecimento do horário do recreio — constituem evidências do potencial motivador e engajador do BBM. Esses aspectos reforçam sua adequação como ferramenta didática capaz de mediar a aprendizagem matemática e de mobilizar a atenção dos estudantes com deficiência visual.

7.1.1 BBM: material, cor, encaixe, marcador de posição

As cores do BBM se contrastam propositalmente, facilitando a diferenciação visual por estudantes com baixa visão ou daltonismo. A professora Ana destacou esse aspecto, observando: “sendo branquinho o sinal, pra baixa visão ficou bom... pra mim agora já ajudou demais.”

Os alunos demonstraram apreciação tanto pelo *design* quanto pela qualidade do material. Enzo, por exemplo, comentou que achou as peças bonitas e bem produzidas:

Pesquisador: “o que você achou mais interessante?”

Enzo: “o que eu achei mais interessante? As pecinhas. Eu achei bonitas, legais. Eu achei muito bem feitos os pontos. Achei interessante.”

Pesquisador: “o que você achou do material da peça?”

Enzo: “eu achei muito bem feito, eu dou nota 10. Parabéns.”

Esse elogio sugere não apenas reconhecimento estético, mas também percepção de qualidade e usabilidade.

Carla também destacou o tamanho adequado das peças:

Pesquisador: “o que você achou desse recurso?”

Carla: “gostei, porque essas peças são pequenininhas e elas são boas no tamanho.”

Daniela enfatizou a funcionalidade do marcador de posição e a experiência de *montar*:

Daniela: “muito legal. A parte que eu mais gostei foi a parte de amontar mesmo.”

Pesquisador: “o que você achou do marcador de posição?”

Daniela: “eu achei muito legal para colocar nisso aqui (na prancha).”

A professora Ana fez comentários detalhados que evidenciam apropriação docente do recurso:

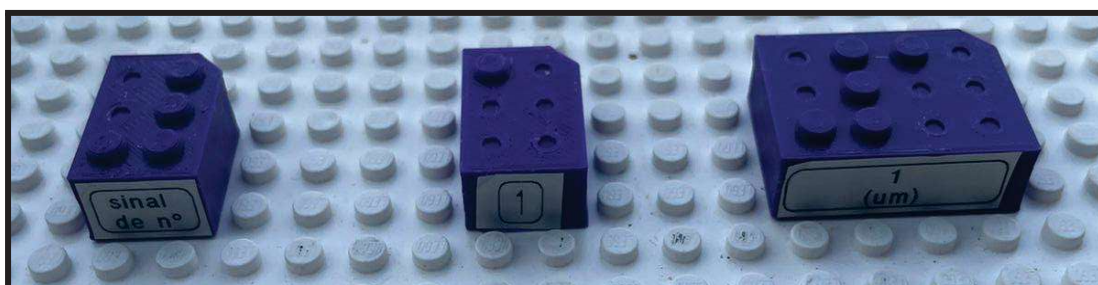
“Os tamanhos das peças estão bons, os pontos tão nítidos. Esses que eles gostaram demais, que o sinal de número já vem com o número, achei bem prático isso, porque aí sempre ele pode ser o início, ainda que seja um número de milhão, ele vai ser o primeiro. Tá dando pra identificar direitinho. Esse marcador aqui em cima do lado direito superior ficou bom, óbvio que

no Cubaritmo não tem — a gente sai girando ali — e esse tem, ficou bacana demais e bem perceptível. Ficou muito bom.”

As peças do BBM que já vêm com o sinal de número estão ilustradas à direita na Figura 21. Elas são compostas por duas celas em braille: uma cela representa o sinal de número (pontos 3456), e a outra, o numeral um (ponto 1 do braille).

Figura 21 - Número um com o sinal de número separado e com o sinal de número junto

Descrição: peças do BBM na cor roxa encaixadas em uma placa de base branca. A peça posicionada à esquerda contém uma cela braille com os pontos 3456, que representam o sinal de número. A peça central possui uma cela braille com o ponto 1, que representa o número um quando acompanhada pelo sinal de número. Já a imagem à direita mostra uma peça do BBM com duas celas braille: a primeira com os pontos 3456, indicando o sinal de número, e a segunda com o ponto 1, representando o numeral um.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

A professora pareceu particularmente interessada nessa inovação, pois ressaltou diversas vezes a utilidade do sinal embutido, em contraste com o Cubaritmo. Ao entregar as peças aos estudantes, fez observações entusiasmadas, como: “olha que bonitinho, já veio o sinal de número com o numerozinho. Ah, eu amei. Bonitinho demais.” E também: “Achei legal demais, já vem com sinal de número.”

Por fim, a professora elaborou uma sugestão prática: “para que que isso aqui é bom? Vamos supor: se tivesse do um ao nove, alguns, pra ele sempre ser o início do numeral, que aí dispensava o sinal de número. Então, cê vai escrever 1140, cê já pegava o sinal de número um, depois cê punha 140. Aí fica bom, facilita demais a vida. Ele sempre ia ser o início de algum. Fica prático pra dar início ao numeral.”

Esses comentários indicam que a professora não apenas compreendeu a lógica do recurso, mas começou a imaginar novas possibilidades de uso em sala de aula. Esse processo de reflexão e projeção prática pode ser interpretado como uma forma de apropriação mediada do BBM enquanto ferramenta cultural, conforme proposto por Wertsch (1991). A motivação expressa por meio das falas entusiásticas, tanto dos estudantes quanto da professora, também reforça o potencial do BBM como um material didático que mobiliza interesse e motivação, em alinhamento com Tapia (2015) e com os princípios de usabilidade e acessibilidade discutidos neste trabalho.

Desse modo, observa-se que os aspectos de *design* (cores contrastantes, tamanho adequado, marcadores de posição), a percepção de praticidade e a possibilidade de personalização podem contribuir para o reconhecimento do BBM como um recurso acessível, funcional e educacionalmente significativo.

7.1.2 Apropriação do BBM em dinâmicas de sala

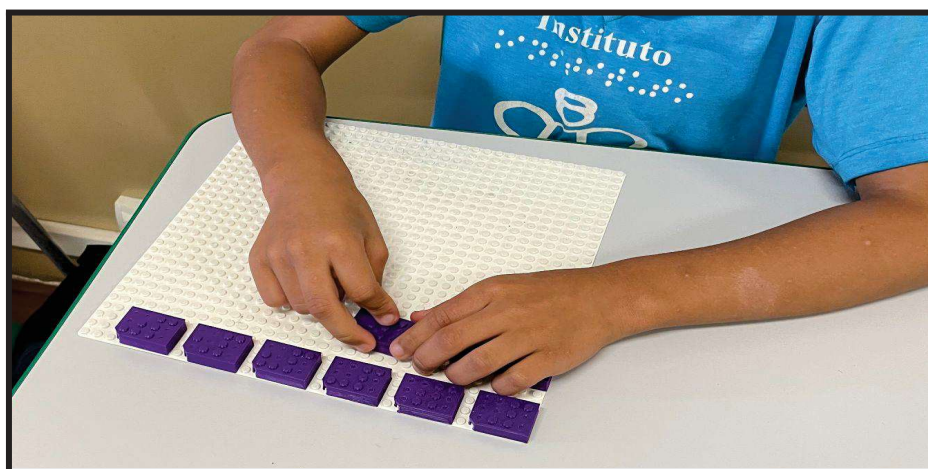
Durante a aula com o BBM, a professora e os alunos demonstraram diferentes formas de apropriação do BBM, articulando momentos de exploração, organização das peças e jogos de agilidade. A seguir, apresento os principais aspectos observados organizados conforme as ideias de categorização presentes em Bardin (2020).

Logo ao iniciar o manuseio do BBM, surgiram ideias espontâneas por parte dos estudantes e da professora. Bia, por exemplo, propôs: “tava pensando em a gente fazer os números em dupla”, evidenciando uma disposição colaborativa. A professora complementou com a sugestão de competição: “quem escreve o número mais rápido”. Essas trocas iniciais sinalizaram o potencial do BBM para estimular a participação ativa, funcionando como um mediador da ação pedagógica (Wertsch, 1991).

Após a instrução de colocar os números em ordem crescente (zero a nove), os estudantes organizaram as peças, tornando-se visível a mobilização de conhecimentos prévios e o interesse compartilhado na tarefa. Na Figura 22 é apresentada uma aluna seguindo as orientações da professora ao ordenar as peças do BBM.

Figura 22 - Aluna ordenando as peças do BBM em ordem crescente

Descrição: fotografia de uma aluna do Instituto São Rafael manuseando o recurso didático BBM. Ele está ordenando de zero a nove as peças do BBM nas cores roxas sobre uma placa de base quadrada na cor branca. A aluna está sentada em uma carteira escolar e seu rosto não é visível na imagem.

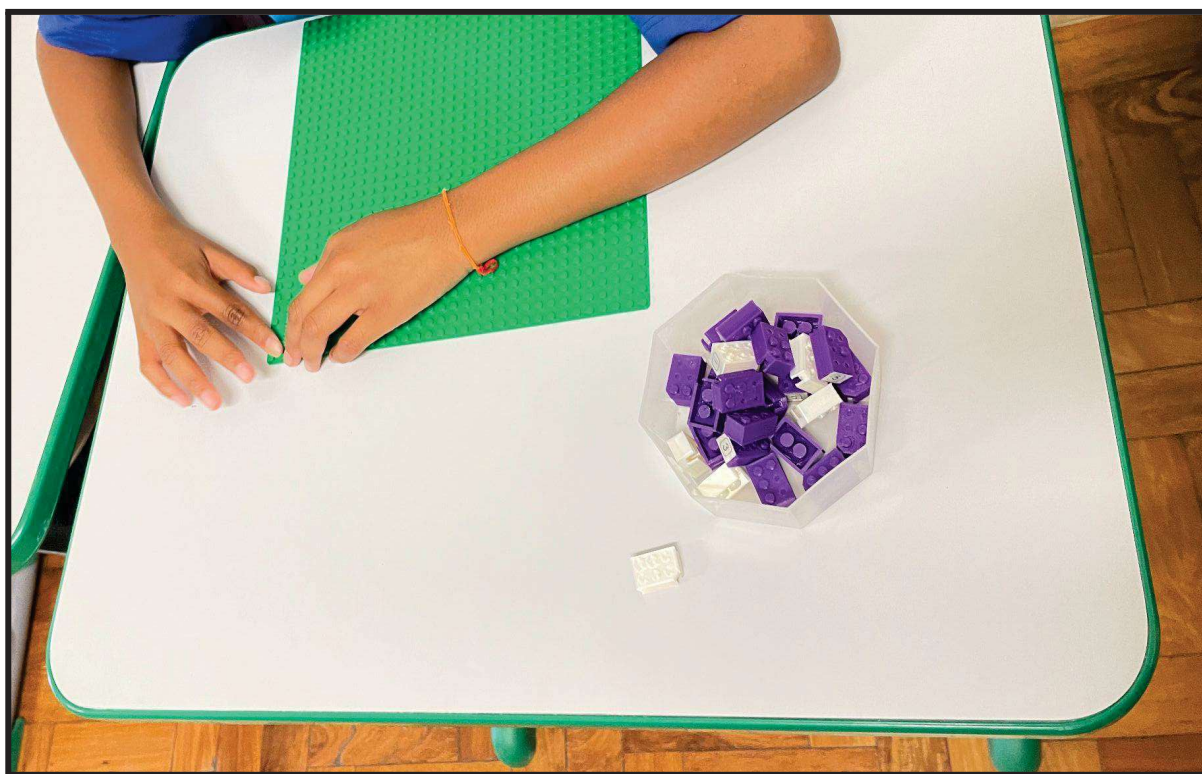


Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Em seguida, a professora introduziu a dinâmica de *encontrar o número*, transformando a atividade em um jogo de rapidez. Ao anunciar: “atenção, mão na cestinha... número quatro!”, gerou-se um clima de expectativa e entusiasmo. Enzo prontamente declarou: “escrevi quatro!”, recebendo a validação imediata da docente: “primeiro lugar para Enzo”. Na Figura 23 é possível ver a cestinha na mesa de Daniela.

Figura 23 - Aluna manuseando as peças do BBM e a cestinha de peças sobre a mesa

Descrição: fotografia de uma aluna do Instituto São Rafael manuseando o recurso didático BBM. Ela está com as mãos na placa de base quadrada na cor verde. Há uma cestinha de plástico transparente sobre a carteira com peças brancas e roxas do BBM. A aluna está sentada em uma carteira escolar e seu rosto não é visível na imagem.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Esse episódio exemplifica o uso da competição como estratégia de aprendizagem, um recurso que pode favorecer a motivação intrínseca (Tapia, 2015) e criar um ambiente propício ao engajamento.

A mediação da professora incluiu correções imediatas e *feedback* positivo, aspectos para sustentar o interesse e orientar os alunos na realização correta da tarefa (Tapia, 2015). Em outra rodada, Carla apresentou a peça incorreta e ouviu da docente: “isso aqui não é sete não, é nove”. Essa intervenção foi realizada de maneira clara e objetiva, sem constrangimento, preservando o clima possivelmente lúdico da atividade. Logo depois, Daniela conseguiu localizar e encaixar

corretamente o número solicitado, sendo reconhecida com entusiasmo pela professora, que afirmou: “deixa eu ver? (Daniela) em primeiro!”.

Tais episódios ilustram como o *feedback*, como prática motivacional quando mediado de forma sensível e responsiva, atua como suporte à aprendizagem, ao mesmo tempo em que pode fortalecer a autoconfiança e o sentimento de pertencimento à dinâmica coletiva (Tapia, 2015).

Ao longo das rodadas, foi possível observar indicadores de engajamento emocional e comportamental, conforme tipologia proposta por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004). Expressões como “aeaeae!” (Carla), palmas espontâneas (Enzo) e repetição animada dos números (Carla) demonstraram envolvimento afetivo com a atividade. Além disso, o pedido de Enzo: “passa mais um número, professora. Quero estudar” – evidenciou motivação intrínseca, isto é, interesse autônomo pela tarefa (Ribeiro, 2011).

A apropriação do BBM nessas dinâmicas revelou-se multifacetada: promoveu a exploração material, suscitou colaboração e competição saudável, e estimulou o engajamento. A ação mediada pelo BBM potencializou interações de aprendizagem que vão além da memorização de números, pois incorporaram aspectos possivelmente lúdicos e emocionais que ampliaram a participação dos estudantes. Tais observações corroboram a ideia de que recursos didáticos podem funcionar como ferramentas culturais (Wertsch, 1991), favorecendo processos de desenvolvimento e aprendizagem.

7.1.3 Motivação no manuseio do BBM

Nesta subseção, são apresentadas evidências de motivação dos alunos durante o manuseio do BBM, conforme os conceitos de motivação escolar discutidos por Tapia (2015) e Lourenço e Paiva (2010). O objetivo é compreender de que modo um recurso didático físico e inclusivo pode despertar interesse, engajamento e prazer nas atividades de Matemática em uma turma composta por alunos com deficiência visual.

Lourenço e Paiva (2010) afirmam que o aluno motivado participa ativamente do processo de aprendizagem, manifesta entusiasmo, depreende esforço nas tarefas e busca compreender e dominar o conteúdo proposto pelo professor. Ao longo da implementação do BBM, foram observadas diversas manifestações verbais e não verbais que sugerem momentos de motivação, tal como descrita por Lourenço e Paiva (2010), Tapia (2015) e Ribeiro (2011).

Algumas falas dos alunos revelaram entusiasmo imediato e prazer em participar da proposta. Enzo, durante a aula com o BBM, declarou de forma espontânea: “nossa véi eu amo estudar”.

Já Carla, visivelmente satisfeita por concluir a tarefa, manifestou alegria com um prolongado “iiiiiih” acompanhado de sorriso.

Esses enunciados podem ser compreendidos como indicativos de motivação intrínseca, isto é, quando a própria atividade se torna fonte de satisfação pessoal (Tapia, 2015; Ribeiro, 2011). Outros comentários sugeriram que a aula com o BBM contribuiu para valorizar a experiência escolar e tornar o momento de aprendizagem mais significativo:

Enzo comentou: “muito top nossa aula de Matemática com o Eduardo”, enfatizando tanto o caráter inovador da aula quanto a apreciação pelo momento coletivo de aprendizagem.

Segundo Fita (2015), a valorização subjetiva de uma atividade está diretamente relacionada ao sentimento de pertencimento e de reconhecimento do contexto escolar, o que é indício de motivação.

Ao ser questionada sobre o impacto do BBM na motivação da turma, a professora declarou:

“Gera motivação né, só de ser um recurso didático novo, sai desses aqui que a gente tem todos os dias, claro que a atividade que a gente vai desenvolver com ele também vai ser uma atividade diferente né, vai ser uma coisa mais lúdica e, porém, um lúdico pedagógico né, a gente cria dinâmicas, eles ficam empolgados, então é muito bom.”

Esse depoimento sugere que o BBM não apenas rompeu com a rotina dos materiais habituais, mas também permitiu criar dinâmicas diferenciadas e prazerosas, reforçando o caráter possivelmente lúdico. Como destaca Luckesi (2014), a ludicidade corresponde a um estado interno de vivacidade e brilho no olhar, que pode emergir mesmo em atividades escolares formais, desde que se construam experiências significativas.

Os comentários e expressões observados durante a atividade sugerem que o BBM favoreceu momentos de motivação entre os alunos, evidenciada por sinais verbais e não verbais coerentes com os indicadores descritos por Tapia (2015).

Assim, os registros da aula demonstram que o uso do BBM despertou nos alunos reações positivas associadas à motivação intrínseca e à ludicidade. A proposta diferenciada, o manuseio tátil, a competição lúdica e a interação afetiva entre professora e alunos constituíram um ambiente propício ao engajamento, à curiosidade e ao prazer em aprender, como enfatizam Tapia (2015), Fita (2015) e Luckesi (2014).

7.1.4 *Feedback* da professora sobre o BBM

A professora Ana demonstrou grande entusiasmo com a introdução do BBM, especialmente por dispor de poucos recursos didáticos em sua prática cotidiana. Seu depoimento evidencia tanto a valorização de recursos didáticos físicos quanto a abertura para criar dinâmicas diferenciadas que promovem o engajamento dos alunos.

Ao longo da entrevista, sua fala destacou diferentes aspectos do uso do BBM, um deles é sobre o potencial do BBM para turmas do 5º ano e de alfabetização:

“Achei muito bom, tem algumas adaptações para serem feitas né que eu te falei, mas é bem bom que dá para a gente criar dinâmicas mesmo estando aqui com esses meninos de 5º ano né. (...) E para as turmas de alfabetização principalmente, para escrita dos números, para aquelas continhas básicas lá do início, é muito bom e os meninos gostaram muito também.”

Nesse trecho, observa-se que a professora atribui ao BBM potencial pedagógico tanto no 5º ano, com atividades mais elaboradas, quanto em turmas de alfabetização, em tarefas de iniciação ao número e às operações. Essa percepção revela uma compreensão flexível do recurso, que pode ser adaptado para diferentes níveis de ensino e objetivos pedagógicos. Como aponta Lorenzato (2021), a diversidade de usos de materiais concretos amplia as possibilidades de aprendizagem, respeitando as etapas do desenvolvimento cognitivo dos alunos.

A professora também comparou o BBM com outros recursos didáticos: “as operações são feitas com mais rapidez no papel, no Soroban, no Cubaritmo, mas é, dá pra gente, só de ser um recurso didático novo, dá uma animação aqui nos meninos como você viu né? Então dá pra gente criar dinâmicas com eles, competição, quem faz um número primeiro ou uma conta primeiro, mesmo que a gente não tenha aquela coisa mais rápida, mais célere dos números”.

Nessa fala, a professora faz uma comparação entre o BBM e outros materiais já conhecidos, como o Soroban e o Cubaritmo. É relevante notar que ela não compreende o BBM como um substituto dos recursos mais convencionais, mas como um complemento que permite agregar uma dimensão possivelmente lúdica e de novidade às atividades matemáticas. Essa perspectiva reforça o entendimento de que a introdução de materiais novos pode renovar o interesse dos alunos e diversificar estratégias de ensino, conforme discutem Tapia (2015) e Fita (2015).

A docente também mencionou a importância da novidade e da motivação: “o que eu achei mais legal foi a possibilidade de os meninos desenvolverem uma atividade que foge do padrão do dia-a-dia, dá pra gente poder criar dentro desse recurso dinâmicas que incentivam.”

Esse depoimento destaca o valor que a professora atribui à inovação pedagógica e à ruptura com a rotina. A ideia de *fugir do padrão do dia-a-dia* indica que o BBM foi percebido como uma ferramenta de renovação metodológica e de estímulo à motivação dos estudantes. Como aponta Lorenzato (2021), a manipulação de materiais concretos pode modificar comportamentos e promover maior participação e movimento em sala.

A esse respeito, durante a aula, a professora também comentou: “a criança precisa do concreto.” Essa afirmação vai ao encontro da TAM de Wertsch (1991) que defende a importância da ação refletida sobre os objetos para a construção do conhecimento.

O depoimento da professora Ana reforça a relevância de recursos didáticos que estimulem a ação concreta e a participação ativa dos alunos, como propõe Lorenzato (2021). Ao afirmar que a criança precisa do concreto, Ana ecoa a defesa da manipulação como meio de

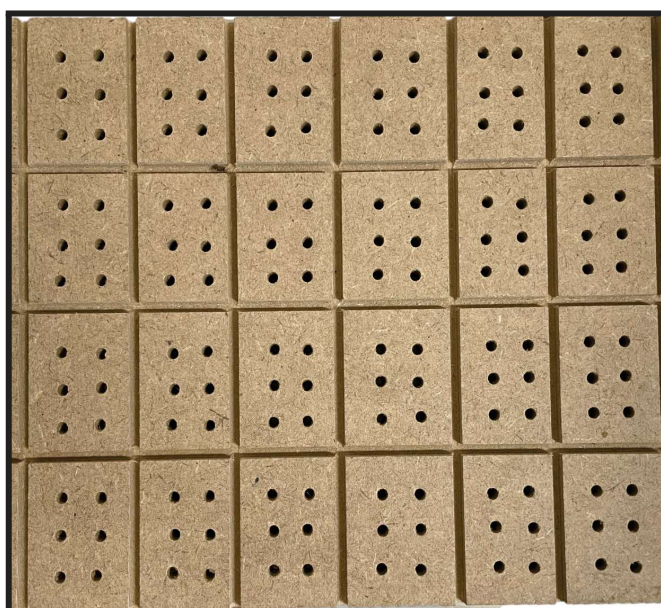
favorecer a aprendizagem de Matemática. Além disso, seu entusiasmo diante da novidade e da possibilidade de uso em dinâmicas possivelmente lúdicas reforça a relação entre recurso didático, motivação e inovação pedagógica, conforme discutido por Tapia (2015) e Fita (2015).

7.1.5 Sugestões para melhorias no BBM

Durante o momento de socialização do BBM com a professora e os estudantes, emergiram contribuições que evidenciaram tanto o potencial do recurso quanto aspectos que demandam aprimoramentos. A professora, por exemplo, enfatizou repetidamente a sugestão de divisórias táteis que marcassem claramente os limites de cada cela na prancha, conforme exemplo de um recurso que ela comparou ilustrado na Figura 24.

Figura 24 - Modelo de divisões sugerido pela professora

Descrição: fotografia de uma placa retangular de madeira na cor marrom, com diversas marcações de celas braille em formato retangular. Cada célula é composta por seis furos organizados em três linhas e duas colunas, seguindo o padrão do Sistema Braille.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Essa sugestão foi registrada em diferentes momentos:

Professora: “o que eu senti falta foi de alguma coisa, uma linha minúscula que seja, que separe de seis em seis aqui ó. Porque pro cês fica muito fácil, ocê olha aqui, ocê visualiza o seis e encaixa, só que pra nós fica confuso”.

Professora: “eu acho que a divisão de seis em seis está fazendo falta, até mesmo para vocês separarem as ordens. Por exemplo: as ordens das unidades, das dezenas, das centenas, da unidade milhar ... então a gente tem que ter os risquinhos separando senão ficarão muito perdidos”.

Esses apontamentos reforçam a importância de considerar no *design* de recursos táteis não apenas o conteúdo matemático, mas também as referências de orientação espacial, que são fundamentais na organização da escrita e leitura em braille. Esse aspecto dialoga com o conceito de mediação instrumental, presente na TAM de Wertsch (1991), uma vez que a prancha não é apenas um suporte passivo, mas um instrumento cultural que estrutura a ação e a percepção do estudante.

Outro ponto recorrente nos relatos foi a dificuldade de encaixe das peças, como exemplificado pelo estudante Enzo: “eu sugeriria mudar o formato dessas peças. Mudar para encaixar melhor”.

Essa observação demonstra que a facilidade de encaixe é essencial para garantir que os usuários manipulem as peças de maneira ágil e fluida. Também nesse aspecto, o BBM se configura como uma ferramenta mediadora que deve ser continuamente ajustada para otimizar a interação entre sujeito e objeto de conhecimento.

Além das sugestões técnicas, a professora comentou que, embora o BBM contribua para tornar a aprendizagem mais lúdica e interativa, o tempo requerido para realizar operações matemáticas com o material foi maior do que com papel e com os recursos didáticos Cubaritmo e Soroban:

Professora: “eu vou usar com os meninos aqui, é, de uma forma mais lúdica, vamos ver quem escreve tal número primeiro, mas para a gente fazer operações, no papel ou no cubaritmo é muito mais rápido”.

Esse relato sugere que o BBM possui um caráter potencialmente lúdico, conforme compreendido nos estudos de Luckesi (2014), que relaciona a ludicidade a experiências de prazer e motivação no processo de aprendizagem. Embora não substitua integralmente os recursos tradicionais, como o cubaritmo ou o registro em papel, o BBM pode ser incorporado como uma estratégia complementar, voltada ao engajamento dos estudantes e à construção inicial de conceitos matemáticos.

Por fim, como forma de reconhecimento e continuidade do uso pedagógico do recurso, foi realizada a doação de um kit do BBM à professora Ana e ao Instituto São Rafael, conforme ilustra a Figura 25. Essa doação representa não apenas um gesto de devolutiva ética à instituição participante, mas também reforça o potencial de apropriação do BBM como ferramenta acessível no cotidiano escolar. A receptividade da professora e sua intenção de utilizar o material com os alunos indicam um possível desdobramento da pesquisa em práticas docentes concretas, reforçando a dimensão aplicada da investigação e o compromisso com a inclusão educacional.

Figura 25 - Registro da professora recebendo a doação do BBM

Descrição: fotografia de uma professora do Instituto São Rafael, em pé dentro da sala de aula, segurando uma caixa contendo um *kit* do BBM que recebeu. A imagem não mostra o rosto da professora, preservando sua identidade. Ao fundo, é possível ver papéis, um borrifador de álcool, um globo terrestre, uma carteira escolar, uma placa retangular de madeira com furos e uma placa de base do BBM.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Os episódios descritos sobre o uso do BBM no Instituto São Rafael evidenciam que o recurso foi reconhecido como potencialmente valioso para o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual, destacando-se pelo seu caráter tátil e possivelmente lúdico. A recepção positiva tanto dos estudantes quanto da professora Ana reforça a percepção de que o BBM pode contribuir para tornar a aprendizagem matemática mais acessível e motivadora.

Os relatos coletados também indicam indícios de motivação (Tapia, 2015) e engajamento (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004) por parte dos participantes, corroborando a afirmação de Lorenzato (2021) de que os recursos didáticos empregados nas aulas de Matemática têm o potencial de modificar o comportamento dos alunos, despertando interesse, aumentando a interação verbal e favorecendo a mobilização corporal em torno das atividades propostas. A observação da professora — “a criança precisa do concreto” — converge com essa perspectiva e com a TAM (Wertsch, 1991) ao enfatizar a importância da ação refletida sobre o objeto como condição para a construção do conhecimento.

Com o objetivo de ampliar a compreensão sobre a aplicabilidade e os impactos do BBM em diferentes contextos educacionais, a próxima seção apresentará os resultados da coleta de dados realizada no CEFET-MG, trazendo novas perspectivas sobre o uso e a eficácia desse recurso na prática pedagógica.

7.2 APRESENTAÇÃO DO BBM NO CEFET-MG

A segunda etapa da aplicação do BBM foi realizada com estudantes do CEFET-MG, no dia 11 de outubro de 2024, em uma sala de reuniões do Departamento de Matemática. Participaram dessa atividade sete estudantes do primeiro ano do Ensino Médio Técnico, sendo uma aluna com deficiência visual, acompanhados do professor de Matemática e de um profissional de apoio. A atividade, conduzida pelo professor de Matemática, envolveu a exploração prática do BBM, seguida por um grupo focal conduzido pelo pesquisador, com o objetivo de captar as percepções dos participantes sobre o recurso. A Figura 26 registra o momento de manuseio coletivo do material, que antecedeu as discussões sistematizadas nas subseções seguintes.

Figura 26 - Participantes do CEFET-MG manuseando o BBM

Descrição: participantes da pesquisa, em uma sala do CEFET-MG, sentados ao redor de uma mesa retangular manuseando peças brancas, pretas e roxas do BBM, além de placas de base verdes e brancas. Na mesa há caixas organizadoras retangulares utilizadas para armazenar o material. Os rostos dos participantes foram cobertos com um preenchimento branco, a fim de preservar suas identidades.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

7.2.1 Reação à apresentação do BBM

Quando o BBM foi apresentado aos alunos, observou-se de imediato um interesse coletivo e várias manifestações de curiosidade, aspectos que sinalizaram indícios de motivação e engajamento com a atividade proposta. Essa mobilização inicial encontra respaldo nos estudos de Tapia (2015), que afirma que, para favorecer o despertar da motivação, é fundamental que a aula se inicie de maneira atrativa, despertando a curiosidade e o interesse dos estudantes, além de possibilitar que assumam uma postura ativa e autônoma frente às tarefas. Ainda conforme o

autor, atividades desenvolvidas em pequenos grupos tendem a intensificar o envolvimento e os esforços dos participantes.

De modo a organizar os relatos presentes nesta seção, seguindo as orientações de Bardin (2020), as interações observadas foram agrupadas em: dúvidas sobre o uso do BBM, interesse em novos símbolos, mediações colaborativas entre os alunos e questionamentos sobre os fundamentos do recurso.

Logo no início, Erick questionou a função do detalhe construtivo presente nas peças, perguntando: “para quê serve essa fendinha?”

Foi esclarecido aos estudantes que essa marcação corresponde ao marcador de posição, elemento pensado para que pessoas com deficiência visual localizassem tatilmente com maior facilidade a posição correta de encaixe na prancha. Essa pergunta revela atenção aos aspectos funcionais do material, demonstrando curiosidade e engajamento comportamental (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004) com o recurso, o que corrobora a perspectiva da TAM, segundo a qual os artefatos culturais operam como mediadores da relação entre sujeito e objeto de conhecimento (Wertsch, 1991).

Diversos alunos expressaram demanda por peças específicas. Fernando, por exemplo, indagou se havia o símbolo de igualdade, ao que o pesquisador confirmou e entregou a peça correspondente. Na sequência, Hellen questionou: “Eduardo, tem algum símbolo específico para potenciação?”

A demanda foi atendida com a entrega da peça de potenciação. Posteriormente, Breno apresentou questionamento semelhante sobre a operação de *elevado*, recebendo também o símbolo correspondente. Esses episódios evidenciam que o BBM possibilitou o reconhecimento de necessidades individuais e a personalização do material conforme os objetivos de cada estudante, favorecendo a apropriação do recurso como ferramenta mediadora, em consonância com a TAM (Wertsch, 1991).

Outro aspecto observado foi a colaboração espontânea entre os colegas. Hellen, que já possuía familiaridade com o braille, apoiou os demais em suas dúvidas:

Daniel: “eu quero fazer o 8X, eu boto o sinal de número antes?”

Hellen: “cê bota o sinal de número, coloca o 8 e depois o X”.

Além disso, compartilhou uma explicação sobre a correspondência entre letras e números no Sistema Braille:

“Estava contando uma curiosidade aqui para ele sobre o braille, os números em braille que é da letra *a* até a letra *j*, onde *A* é o um e o *J* é o zero”.

Essa circulação de informações entre pares evidencia que o BBM atuou como suporte à construção coletiva de saberes e ao protagonismo discente, articulando-se aos princípios do

trabalho cooperativo no contexto da aprendizagem. Além disso, demonstrou indícios de motivação em relação à tarefa (Fita, 2015).

O professor também demonstrou interesse em compreender a origem e a normatização do sistema de símbolos: “como são os símbolos matemáticos? Existe um padrão mundial? Um padrão brasileiro? Vocês que criaram o padrão seus?”

Foi esclarecido que a concepção do BBM tomou como referência o Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa (Brasil, 2006a), documento oficial que orienta o uso dos sinais matemáticos em braille.

Em síntese, este conjunto de interações evidenciou que o BBM despertou curiosidade, promoveu participação ativa e estimulou a mediação entre os estudantes e entre estes e o professor. Ao favorecer a apropriação de conceitos matemáticos de forma colaborativa e centrada na ação, o BBM apresentou indícios de potencial para tornar o processo de aprendizagem mais inclusivo, engajador (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004) e motivador (Tapia; Fita, 2015), dialogando com a TAM e com os estudos sobre a relevância dos recursos didáticos para a construção de conhecimentos matemáticos (Lorenzato, 2021; Wertsch, 1991).

7.2.2 Realização de atividades com o BBM

Durante as atividades no CEFET-MG, os estudantes foram convidados a montar diferentes expressões matemáticas utilizando o BBM. Esse momento ilustrado na Figura 27 se caracterizou por um alto nível de participação e interação entre os alunos, evidenciando indícios de engajamento comportamental e emocional, conforme os referenciais de Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004). Os autores indicam que o engajamento comportamental está relacionado ao esforço e à atenção dedicados às tarefas escolares, enquanto o engajamento emocional envolve interesse e investimento afetivo nas atividades propostas.

Figura 27 - Alunos engajados com o BBM

Descrição: participantes da pesquisa, em uma sala do CEFET-MG, sentados ao redor de uma mesa retangular manuseando peças brancas, pretas e roxas do BBM, além de placas de base verdes e brancas. Na mesa há caixas organizadoras retangulares utilizadas para armazenar o material. Os rostos dos participantes foram cobertos com um preenchimento branco, a fim de preservar suas identidades.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

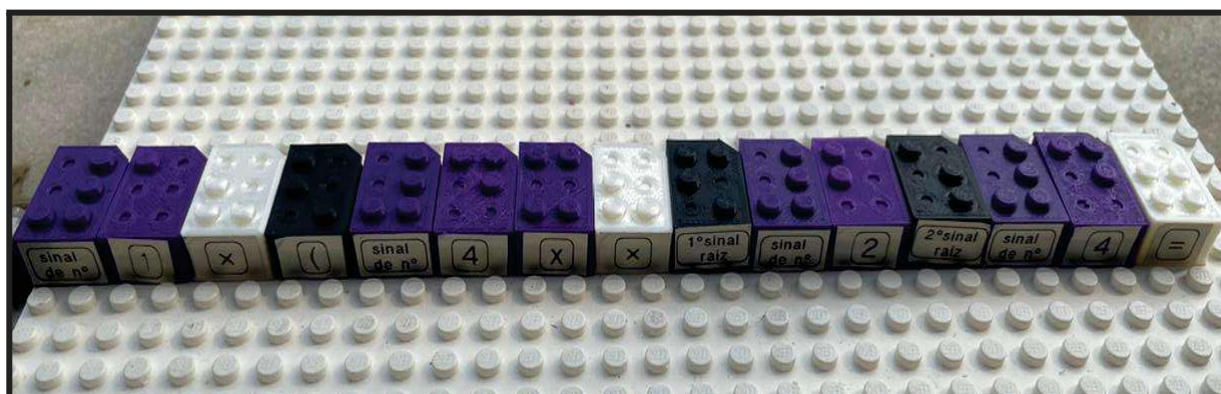
De maneira geral, foi observado que a montagem das expressões ocorreu em pequenos grupos que, a cada etapa, solicitavam a validação do professor, da aluna com deficiência visual (Hellen) ou do pesquisador. Essa dinâmica ilustrou a circulação de saberes entre pares, aspecto central na TAM de Wertsch (1991), que compreende os artefatos culturais — neste caso, o BBM — como instrumentos que reorganizam as formas de pensar e de agir sobre os objetos de conhecimento.

Uma das atividades mais expressivas foi a tentativa de compor a expressão $1 \times (4X \times (2\sqrt{4}))$, representada na Figura 28. A construção correta exigiu múltiplas revisões, momento que gerou intensa troca de informações e cooperação entre os estudantes.

Figura 28 - Expressão $1 \times (4X \times (^2\sqrt{4}))$

Descrição: peças do BBM organizadas sobre uma placa de base branca formando a expressão matemática $1 \times (4X \times (^2\sqrt{4}))$ em braille. A sequência é composta pelas seguintes peças:

- peça roxa representando o sinal de número (pontos braille 3456);
- peça roxa representando o número um (ponto braille 1);
- peça branca representando o sinal de multiplicação (pontos 236);
- peça preta representando o sinal de abertura de parênteses (pontos 126);
- peça roxa representando o sinal de número (pontos 3456);
- peça roxa representando o número quatro (pontos 145);
- peça roxa representando a letra x (pontos 1346);
- peça branca representando o sinal de multiplicação (pontos 236);
- peça preta representando o primeiro sinal de radiciação (pontos 1246);
- peça roxa representando o sinal de número (pontos 3456);
- peça roxa representando o número dois (pontos 12);
- peça preta representando o segundo sinal de radiciação (pontos 156);
- peça roxa representando o sinal de número (pontos 3456);
- peça roxa representando o número quatro (pontos 145);
- peça branca representando o sinal de igualdade (pontos 2356).



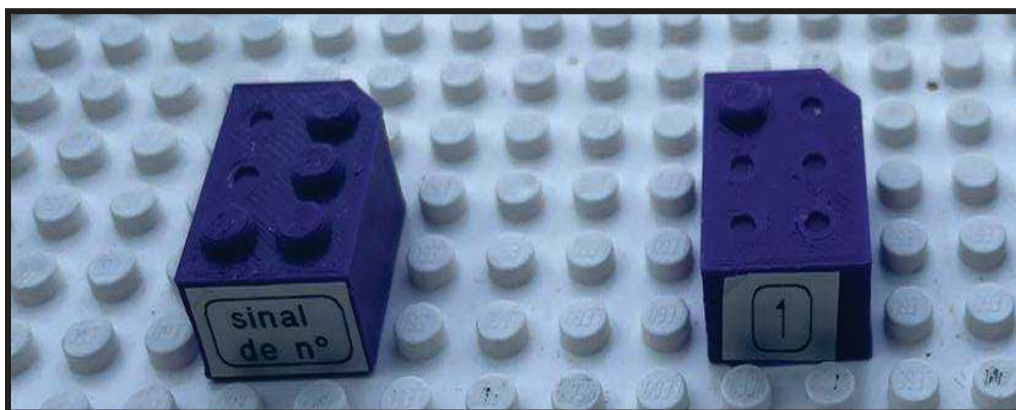
Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

7.2.2.1 Dúvidas sobre os sinais em braille e a validação entre pares

Inicialmente, a aluna Hellen, ao corrigir uma atividade realizada por alunos videntes, identificou que a peça de número um estava desacompanhada da peça de sinal de número, situação que poderia gerar ambiguidade, pois, no braille, a ausência do sinal de número transforma a grafia do numeral um na representação da letra a , conforme apresentado na Figura 29. Esse apontamento desencadeou uma breve discussão sobre a necessidade de diferenciar números e letras.

Figura 29 - Sinal de número e a letra *a*

Descrição: peças do BBM na cor roxa encaixadas em uma placa de base branca. A peça posicionada à esquerda contém uma cela braille com os pontos 3456, que representam o sinal de número. Já a peça à direita possui uma cela braille com o ponto 1, que representa o número um quando acompanhada pelo sinal de número e a letra *a* quando desacompanhada do sinal de número.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Hellen explicou que, no Sistema Braille, os números de um a nove e zero são representados pelas letras do alfabeto da letra *a* até a letra *j*, sendo indispensável o uso prévio do sinal de número. Essa intervenção evidenciou o papel de Hellen como mediadora do conhecimento especializado sobre a notação braille, favorecendo a construção coletiva de sentido e reafirmando o BBM como instrumento mediador, nos termos de Wertsch (1991).

O professor complementou essa mediação ao mostrar exemplos de outras situações análogas de ambiguidade, como a diferença entre o numeral sete e a letra *g*, que também depende da presença do sinal de número. Esse esclarecimento contribuiu para consolidar a compreensão do grupo e permitiu a correção do registro na prancha.

7.2.2.2 Engajamento e aprendizagem cooperativa

O envolvimento dos estudantes nesse processo demonstrou características de engajamento cognitivo (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004), uma vez que os participantes buscaram compreender não apenas a montagem da expressão, mas também o sistema de representação braille subjacente ao material.

Além disso, o interesse coletivo na correção dos detalhes, como a colocação do sinal de número, sugere que o BBM contribuiu para criar um ambiente de aprendizagem em que o erro era percebido como oportunidade de reconstrução do conhecimento, reforçando o caráter inclusivo e cooperativo da proposta. De acordo com Lorenzato (2021), atividades que associam manipulação concreta, colaboração e reflexão crítica sobre os procedimentos tendem a potencializar a aprendizagem matemática.

De modo geral, a atividade evidenciou que o BBM pode atuar como mediador cultural, favorecendo o desenvolvimento de interações sociais e o compartilhamento de saberes entre estudantes com e sem deficiência visual.

7.2.3 Apropriação de conhecimentos do BBM

Durante a aula, os alunos continuaram envolvidos nas atividades e demonstraram crescente apropriação do BBM. Um dos momentos de destaque foi quando Erick e Fernando discutiram a possibilidade de representar expressões com expoentes compostos, como *elevado a $x + 3$* . Erick questionou se havia uma forma de expressar essa ideia usando o BBM.

O pesquisador respondeu que seria possível resolver essa representação com o uso de parênteses: *elevado a $(x + 3)$* . Nesse momento, o professor interveio, sugerindo que os alunos pensassem em como representariam a mesma operação na linguagem de programação de computadores, área em que alguns deles já tinham familiaridade. Essa analogia ajudou Erick a compreender o raciocínio matemático subjacente, escrevendo corretamente a expressão em linha e reconhecendo: “na programação a gente faz assim”.

Essa troca evidencia não apenas o engajamento cognitivo dos alunos, mas também a forma como o professor e o pesquisador atuaram como mediadores culturais na construção do conhecimento (Wertsch, 1991).

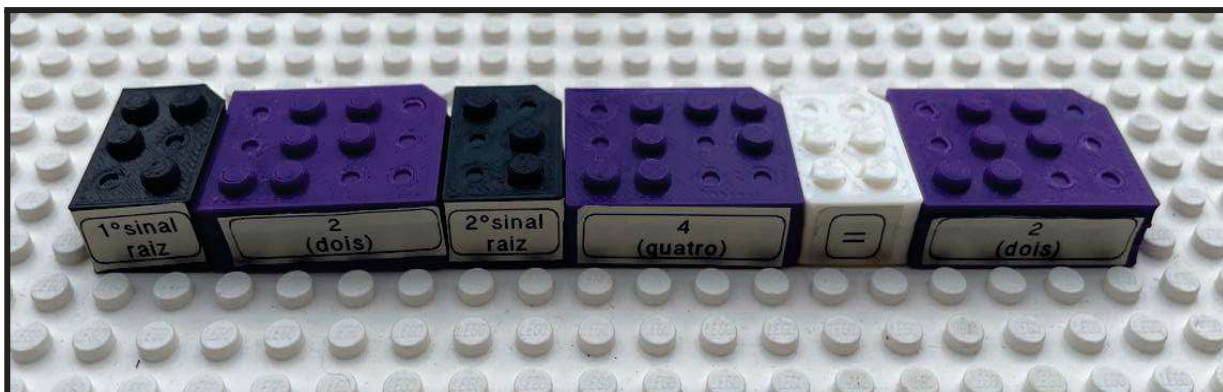
7.2.4 Aproveitando a área de estudos dos alunos

Durante a atividade com expressões envolvendo radiciação, os alunos demonstraram dúvidas quanto à sequência correta de montagem no BBM, o que motivou o professor a estabelecer uma analogia com a linguagem de programação, área de formação técnica dos estudantes. A Figura 30 apresenta a expressão $^2\sqrt{4} = 2$ montada com o BBM.

Figura 30 - Expressão $^2\sqrt{4}=2$

Descrição: peças do BBM organizadas sobre uma placa de base branca formando a expressão matemática $^2\sqrt{4}=2$ em braille. A sequência é composta pelas seguintes peças:

- peça preta representando o primeiro sinal de radiciação (pontos braille 1246);
- peça roxa de duas celas braille representando o número dois (pontos braille 3456 e 12);
- peça preta representando o segundo sinal de radiciação (pontos 156);
- peça roxa de duas celas braille representando o número quatro (pontos braille 3456 e 145);
- peça branca representando o sinal de igualdade (pontos 2356);
- peça roxa de duas celas braille representando o número dois (pontos braille 3456 e 12);



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2024).

Para esclarecer a estrutura da radiciação em braille, que exige dois sinais específicos, o professor perguntou: “cês fazem programação. Como vocês programam raiz cúbica de 16?”

A resposta de Alan, “aí cê eleva a um terço...”, foi o ponto de partida para o professor explicar que, assim como na programação, a Grafia Braille segue uma lógica algorítmica passo a passo.

Essa mediação docente, baseada na analogia entre código braille e algoritmo computacional, contribuiu para o engajamento dos alunos e evidenciou a potencialidade do BBM como recurso didático interdisciplinar. Como destacou o professor após a atividade: “isso é uma programação, é um algoritmo... e é justamente o que eles estão acostumados a fazer”.

Essa aproximação entre a linguagem matemática e a da programação permitiu que os alunos se apropriassem do recurso com mais confiança, como se observa na fala de Breno: “é um algoritmo, uma sequência de informações”. Esses indícios sugerem a presença do engajamento cognitivo (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004) e ilustram o papel do professor como mediador da ação (Wertsch, 1991), conectando saberes técnicos e escolares.

7.2.5 *Feedbacks* sobre o BBM

Durante a aula, foi possível observar indícios de motivação e engajamento de todos os participantes. De acordo com Tapia (2015), a motivação manifesta-se pelo comportamento e pelas palavras dos alunos ao longo da atividade. Nesse sentido, comentários espontâneos como “muito legal o recurso” e “fica mais palpável” revelaram interesse genuíno e percepção de utilidade do BBM como instrumento de apoio à aprendizagem.

Do ponto de vista da acessibilidade, destacou-se o relato de Hellen sobre a vantagem do manuseio tátil em relação ao quadro. Ao afirmar que o uso do BBM não lhe causava fadiga ocular, condição frequente devido à baixa visão, a aluna evidenciou que a proposta didática contemplava necessidades específicas de acessibilidade. Tal percepção reforça o potencial do BBM como ferramenta inclusiva, alinhada à defesa de Lorenzato (2021) de que o contato direto com materiais concretos pode favorecer a construção de conhecimento de forma significativa e equitativa.

No eixo da compreensão conceitual, diversos estudantes relataram que a manipulação das peças tornou os conteúdos mais claros e intuitivos. Erick comentou que, mesmo não sendo pessoa com deficiência visual, considerou o recurso didático de fácil entendimento após a exposição das regras de uso, destacando seu caráter didático. Breno e Alan, por sua vez, enfatizaram a dimensão sensorial e visual, associando o BBM à ideia de tornar os conceitos “mais palpáveis” e “mais fáceis de entender”. Essa apropriação ativa e reflexiva do material evidencia o que Wertsch (1991) denomina ação mediada: o BBM atuou como ferramenta cultural que possibilitou transformar operações matemáticas abstratas em representações concretas, acessíveis e compartilháveis.

Além disso, aspectos de engajamento emocional e comportamental foram constatados, conforme as dimensões propostas por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004). Comentários como “fica bem divertido”, “é um jeito de fazer uma aula mais divertida” e “dá pra aprender bastante” sinalizam não apenas esforço e atenção na realização das atividades, mas também satisfação e envolvimento positivo com o processo.

Por fim, a percepção do professor de que houve participação efetiva reforça essa análise. Seu comentário final — “eu gostei muito, e eu vi envolvimento dos meninos” — corrobora a ideia de que o BBM foi capaz de promover engajamento coletivo, funcionando como um mediador pedagógico potente e motivador. Esses elementos indicam que o recurso apresenta potencialidade tanto como estratégia inclusiva quanto como instrumento didático capaz de promover aprendizagens mais significativas.

7.2.6 Sugestões de melhorias no BBM

Durante a etapa final da intervenção, os participantes foram convidados a apresentar sugestões de aprimoramento do BBM com base em suas experiências de uso. As contribuições revelaram aspectos tanto do ponto de vista funcional quanto didático, evidenciando o caráter colaborativo e iterativo do processo de desenvolvimento do recurso.

Alguns participantes relataram dificuldades pontuais relacionadas ao encaixe das peças, que, em determinadas situações, não se fixavam adequadamente na prancha. Essa limitação foi

destacada, por exemplo, na fala de Alan, que apontou: “tem algumas pecinhas que não encaixam direitinho”.

Outro ponto levantado pelos participantes referiu-se ao tamanho da prancha disponível. Erick mencionou que “uma prancha maior para tentar fazer equações mais elaboradas seria bem útil”, destacando que expressões matemáticas complexas acabam excedendo a área útil da base. No entanto, o professor ponderou que uma prancha maior poderia se tornar menos prática para o transporte e o manuseio cotidiano, ressaltando que “essa é prática” e que um aumento no tamanho fixo poderia comprometer a portabilidade.

Para resolver a limitação do espaço sem prejudicar a praticidade, surgiu uma proposta de solução colaborativa: acoplar pranchas entre si. O professor exemplificou que “é só juntar duas pranchas” e que “dá pra juntar quantas quiser, faz o tamanho que você quiser”. Essa ideia evidencia não apenas engajamento ativo (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004) dos participantes na identificação de problemas, mas também a construção de estratégias práticas e criativas de adaptação.

De forma geral, as sugestões apresentadas revelaram um olhar atento e crítico dos estudantes e do professor sobre o recurso, mostrando que a experiência prática de uso é indispensável para o refinamento de materiais didáticos. Cabe destacar que as críticas não se restringiram à identificação de limitações, mas vieram acompanhadas de propostas de solução, o que demonstra envolvimento colaborativo e senso de pertencimento ao processo de construção do BBM.

Tais contribuições dialogam com o entendimento de que a produção de recursos didáticos inclusivos deve se basear em ciclos iterativos de prototipagem, testagem e aprimoramento, nos quais a voz dos usuários tem papel central. Conforme discutido por Ferry (2024), essa abordagem permite que princípios como durabilidade, replicabilidade, usabilidade e adaptação não se tornem apenas atributos idealizados, mas se consolidem a partir de processos coletivos e contextualizados de avaliação e reformulação.

Por fim, o conjunto de observações reforça que o BBM apresenta potencial significativo como Tecnologia Assistiva e recurso pedagógico, ao mesmo tempo em que evidencia oportunidades de aperfeiçoamento que poderão ampliar sua aplicabilidade, sua funcionalidade e seu alcance em diferentes práticas educacionais inclusivas.

7.2.7 Ludicidade com o BBM

O conceito de ludicidade, conforme Luckesi (2014), refere-se principalmente ao estado interno de envolvimento prazeroso e significativo vivido pelo sujeito durante uma atividade. Embora essa experiência seja individual e subjetiva, pode ser estimulada pelo professor, que, ao

assumir uma postura aberta, criativa e sensível, cria condições para que a ludicidade se manifeste como parte do processo de aprendizagem.

Durante a entrevista, o professor Gabriel foi questionado sobre a sua percepção a respeito do caráter lúdico da atividade com o BBM. Em sua resposta, ele apresentou reflexões que ampliaram a noção de ludicidade ao relacioná-la com a construção ativa do conhecimento e com a intencionalidade pedagógica.

O professor iniciou reconhecendo que costuma ter algumas reservas com atividades consideradas apenas lúdicas, enfatizando que a ludicidade, por si só, não pode ser o único objetivo da ação docente. Segundo ele: “eu acho que é mais do que ludicidade... eu tenho dificuldades com ludicidade. Às vezes é lúdico, mas eu estou na escola... Eu acho que não pode ser só lúdico por lúdico. Tem que ser lúdico com algum interesse, com algum objetivo por trás”.

Nesse ponto, observa-se que a fala do professor converge com Luckesi (2014), ao afirmar que o caráter lúdico precisa estar integrado a uma proposta pedagógica orientada por intencionalidade formativa. Ou seja, a ludicidade, quando associada a um propósito claro, pode potencializar a aprendizagem prazerosa dos estudantes.

O professor também destacou que o BBM pode favorecer não apenas a motivação, mas principalmente a mobilização de conhecimentos prévios e novos, a exemplo da programação e da lógica algorítmica. Ele relatou que a atividade contribuiu para que os alunos percebessem relações conceituais entre a Matemática e outros campos do saber: “por exemplo, o objetivo é você entender o que é uma programação... eu não posso fazer qualquer coisa aleatória. Tem que entender o raciocínio: isso é a marcação que eu preciso, eu tenho que fazer desse jeito. Na programação é assim... eu acho que o material suscita uma mobilização de conhecimento que vai além de lúdico”.

A análise dessa fala revela que, na percepção do professor, o BBM tem potencial para atuar como uma ferramenta mediadora da aprendizagem. Ao propiciar situações em que os estudantes relacionam conceitos matemáticos ao funcionamento de algoritmos, o recurso pode favorecer aquilo que Wertsch (1991) denomina de ação mediada: um processo em que o sujeito constrói sentidos ao interagir com instrumentos culturais.

Nesse sentido, embora o professor ressalte que a atividade se mostrou prazerosa e motivadora, ele compreende que o valor principal do BBM reside na sua capacidade de articular ludicidade e aprendizagem intencional. Essa perspectiva vai ao encontro de autores como Tapia (2015), para quem o envolvimento ativo e a mobilização do conhecimento estão intimamente associados ao aumento da motivação e da apropriação conceitual.

Dessa forma, pode-se afirmar que as reflexões do professor Gabriel ilustram a potência do BBM como um recurso que ultrapassa o uso meramente recreativo. Seu caráter lúdico pode

contribuir para promover experiências significativas de aprendizagem, nas quais a ludicidade atua como um meio e não como um fim em si mesma.

Por fim, a aplicação do BBM no CEFET-MG evidenciou o potencial desse recurso como uma ferramenta didática inclusiva, capaz de promover engajamento, participação ativa e apropriação de conhecimentos matemáticos. As interações observadas, que envolveram desde a curiosidade inicial e as dúvidas sobre a utilização dos símbolos até a colaboração entre os estudantes e a validação coletiva dos conhecimentos, demonstraram como o BBM pode funcionar como um mediador cultural, favorecendo a construção compartilhada do sentido e a compreensão conceitual.

A analogia estabelecida com a linguagem de programação, área em que os alunos já possuíam familiaridade, destacou a flexibilidade e o caráter interdisciplinar do material. Esse aspecto contribuiu para tornar a aprendizagem mais concreta e intuitiva, não apenas para estudantes com deficiência visual, mas também para aqueles sem deficiência visual.

No capítulo seguinte, serão apresentadas a conclusão e considerações gerais desta dissertação, com a síntese dos principais achados e reflexões acerca das possibilidades e limitações do uso do BBM em contextos educacionais diversos.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta a conclusão (que se refere a resposta à pergunta que originou a pesquisa) e as considerações finais da dissertação, que teve como objetivo compreender como o emprego do BBM influencia a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades pedagógicas de Matemática.

O BBM foi desenvolvido no âmbito do Projeto Incluir-Ciência e produzido por meio da impressão 3D no laboratório LabMaker do CEFET-MG, com a proposta de ampliar as possibilidades de aprendizagem de conteúdos matemáticos por meio da representação tátil em braille. O recurso didático é composto por peças com números e símbolos matemáticos representados em braille em alto relevo, produzidas com filamento PLA em impressoras 3D. O recurso foi projetado com atenção à acessibilidade: possui cores contrastantes para auxiliar pessoas com daltonismo ou baixa visão, marcador de posição para facilitar o encaixe das peças por usuários com deficiência visual e etiquetas em tinta para identificação por pessoas videntes.

A revisão bibliográfica realizada nesta pesquisa teve como propósito identificar e compreender o estado da arte sobre a produção e o uso de recursos didáticos físicos voltados ao ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual, situando o desenvolvimento do BBM em diálogo com as experiências já consolidadas no campo da Educação Inclusiva. Para isso, foram consultadas bases de dados acadêmicas especializadas, com critérios de seleção que incluíssem o recorte temático em materiais físicos e táteis (excluindo recursos exclusivamente digitais) e a adoção de descritores relacionados à deficiência visual e a Matemática.

Os achados evidenciaram uma predominância de trabalhos oriundos das regiões Sul e Sudeste, vinculados principalmente à rede federal de ensino, bem como a produção de recursos elaborados de maneira artesanal, muitas vezes com técnicas manuais e materiais de baixa durabilidade. Essa tendência revela o esforço de professores em criar soluções adaptadas para atender demandas por recursos didáticos para o ensino a estudantes com deficiência visual, sem a institucionalização e a padronização que poderiam garantir maior alcance e permanência desses materiais no cotidiano escolar.

Essa constatação é especialmente relevante porque contrasta com alguns dos princípios defendidos por Ferry (2024) — estética agradável, durabilidade, validação pedagógica, replicabilidade e empoderamento do estudante — que orientam esta pesquisa. Nesse sentido, a proposta do BBM se diferencia por buscar responder de maneira mais sistemática e consistente às fragilidades observadas na literatura. Desenvolvido com tecnologias que possibilitam produção padronizada, como a impressão 3D, o BBM incorpora critérios de qualidade e de acessibilidade desde sua concepção, evitando a lógica da adaptação tardia ou do imprevisto.

Assim, o recurso visa potencializar experiências de aprendizagem mais significativas, ao mesmo tempo em que amplia a autonomia dos estudantes com deficiência visual, favorecendo a inclusão ativa em ambientes educacionais diversos.

A coleta de dados desta dissertação foi feita a partir da observação e registros de falas e comentários de uma professora e cinco alunos, todos com deficiência visual vinculados ao Instituto São Rafael, instituição especializada no ensino a pessoas com deficiência visual e também de um professor, um profissional de apoio e sete estudantes do CEFET-MG, sendo uma aluna com baixa visão.

A coleta de dados no Instituto São Rafael envolveu observação de aulas para ambientação do pesquisador com a turma e entrevistas após a utilização do BBM. Já no CEFET-MG, a coleta de dados foi feita a partir da reunião dos participantes em um grupo focal.

A partir das observações realizadas nas aulas do Instituto São Rafael, constatou-se que muitos dos recursos didáticos empregados pela professora Ana eram improvisados e apresentavam limitações quanto à durabilidade. Por outro lado, instrumentos como o Soroban e o Cubaritmo, que já estão disponíveis comercialmente, eram utilizados pela docente e considerados eficazes para o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual.

Nesse contexto, o BBM surge como uma ferramenta complementar, que amplia o repertório de recursos didáticos disponíveis e atende a demandas específicas de representação simbólica em braille. Sua utilização demonstrou potencial para despertar o interesse dos alunos e favorecer novas possibilidades de aprendizagem, contribuindo de maneira integrada ao conjunto de materiais que apoiam o processo educativo de estudantes com deficiência visual.

A observação em sala de aula permitiu compreender a importância do tato e da audição nas aulas com alunos com deficiência visual, pois esses sentidos possibilitam que eles construam o conhecimento por meio da interação direta com objetos, sons e texturas.

Tanto no Instituto São Rafael quanto no CEFET-MG, o BBM recebeu muitos elogios e pareceu gerar entusiasmo entre os participantes, que pareceram ficar empolgados. Os participantes se envolveram ativamente, manuseando o recurso, explorando-o, criando fórmulas e fazendo diversas perguntas.

A questão de pesquisa que deu início a esta investigação foi: como o emprego do recurso didático BBM pode afetar a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades pedagógicas de Matemática?

Para afetar positivamente a motivação e o engajamento, o BBM deve possibilitar que os estudantes atuem como protagonistas de suas próprias descobertas, explorando-o de forma investigativa, refletindo sobre diferentes possibilidades de uso e fazendo atividades preferencialmente de forma colaborativa.

Ao estimular a manipulação, o raciocínio lógico e o trabalho colaborativo, o BBM

mobilizou não só habilidades cognitivas, mas também o envolvimento ativo dos estudantes. Portanto, o BBM, quando utilizado com intencionalidade lúdica (Luckesi, 2014), pelo professor, pode promover nos alunos um estado de atenção plena e prazer na realização das atividades, podendo favorecer a aprendizagem significativa.

Durante a coleta de dados, destacaram-se falas e atitudes que indicaram motivação e engajamento dos alunos no uso do BBM. Comentários espontâneos, perguntas curiosas e sugestões de aprimoramento demonstraram entusiasmo e interesse genuíno nas atividades propostas. O envolvimento com o recurso foi evidenciado também pela colaboração entre os colegas, pela concentração prolongada durante as tarefas e pela valorização do caráter lúdico da experiência. Problemas identificados, como a dificuldade de encaixe das peças, geraram contribuições relevantes para o futuro aperfeiçoamento do material.

Ademais, o BBM foi além e beneficiou não só estudantes com deficiência visual, mas também aqueles sem deficiência visual, que conseguiram criar expressões, aprender conceitos sobre o braille e desenvolver técnicas com o BBM que simularam tarefas de programação de sistemas informatizados. Como os alunos do CEFET-MG investigados cursavam o Ensino Médio Integrado aos cursos de Informática ou Rede de Computadores, estabeleceu-se uma analogia entre o BBM e um *software* de programação: a placa de base do BBM foi associada à tela de comandos, enquanto suas peças representavam os comandos executados no ambiente de programação. Essa conexão pareceu despertar um interesse maior dos alunos pelo BBM.

Ainda foram relatadas nesta dissertação evidências de motivação a partir das expressões, interação e relatos dos alunos, além de indícios de engajamento com atitudes de manusear as peças sem preocupação com o tempo e de participar ativamente fazendo comentários e ajudando uns aos outros. Foi possível identificar indícios de motivação intrínseca nas interações dos participantes com o recurso e também foi possível avaliar de que modo a organização das aulas, incluindo planejamento, mediação e avaliação, pode estimular ou limitar a motivação dos alunos. As categorias propostas por Tapia e Fita (2015), sobretudo as relacionadas à interação e ao papel do professor, serviram de base para a análise das práticas pedagógicas observadas no uso do BBM em sala de aula.

Alguns pontos marcantes na coleta de dados foram as frases de motivação expressas durante as aulas com o BBM, as perguntas que enriqueceram a pesquisa e deram ideias para melhorá-lo e as sugestões de mudanças no recurso que realmente fazem sentido principalmente em relação a dificuldade de encaixe de algumas peças nas placas de base.

A partir da interação dos estudantes com o recurso BBM, foram observados indícios de engajamento comportamental (como atenção, participação e cumprimento de instruções), emocional (reações afetivas diante das atividades) e cognitivo (estratégias de resolução e raciocínio). Além disso, momentos de *flow* foram eventualmente observados nos alunos. Assim,

os estudos sobre engajamento escolar forneceram subsídios teóricos para a interpretação qualitativa dos dados coletados.

Durante a pesquisa, observou-se que o BBM possui potencial de uso em diferentes conteúdos da Matemática, como operações básicas, sistemas de numeração, geometria e resolução de problemas, desde que o professor esteja preparado para planejar seu uso com clareza de objetivos e sensibilidade às necessidades dos estudantes com deficiência visual.

Ademais, a atuação dos alunos foi fundamental: os momentos de exploração do recurso revelaram como a mediação docente e a interação entre os estudantes potencializam a compreensão conceitual e o desenvolvimento do raciocínio matemático. Essa experiência evidencia que o BBM não apenas atende pressupostos propostos por Lorenzato (2021), mas também os atualiza dentro de um contexto inclusivo, reafirmando sua relevância frente às exigências da prática pedagógica e às demandas contemporâneas do ensino de Matemática.

Nesse sentido, a utilização de recursos didáticos, como o BBM, vai além do simples entretenimento, promovendo uma mobilização de conhecimento que pode estimular a aprendizagem. A possível motivação dos alunos, evidenciada pelas suas expressões e comentários, demonstra o potencial de abordagens lúdicas na educação, permitindo que os estudantes desenvolvam atividades que fogem do padrão cotidiano.

Em vista disso, é fundamental que educadores permaneçam receptivos às inovações tecnológicas e pedagógicas, como o BBM, reconhecendo o poder de tais ferramentas para criar ambientes de aprendizado mais inclusivos, dinâmicos e estimulantes. A Educação Inclusiva não só beneficia alunos com necessidades específicas, mas enriquece a experiência de todos os envolvidos, promovendo a inclusão e o respeito à diversidade.

Este trabalho contribuiu para a formação do autor desta dissertação, ao aprofundar a compreensão sobre os desafios e as possibilidades da Educação Inclusiva, especialmente no ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual. A experiência com o BBM evidenciou a importância do planejamento pedagógico intencional, da acessibilidade desde a concepção dos materiais e da escuta ativa dos alunos como elementos essenciais para práticas inclusivas e transformadoras. Além disso, a vivência com tecnologias como a impressão 3D ampliou sua visão sobre a integração entre inovação e inclusão, mostrando que é possível construir recursos didáticos significativos, de qualidade e duráveis.

Para a área de Educação Matemática, a pesquisa oferece uma contribuição ao apresentar uma proposta concreta e replicável de um recurso didático tátil, que atende às demandas de acessibilidade e pode ser utilizado para o ensino de diversos conteúdos matemáticos.

Esta pesquisa reforça a necessidade de que os professores estejam preparados para utilizar recursos acessíveis com intencionalidade e clareza de objetivos, promovendo a participação ativa de todos os alunos. Além do mais, evidencia que a inclusão, quando planejada

e mediada, beneficia não apenas estudantes com deficiência, mas a turma como um todo, estimulando a empatia, a colaboração e a aprendizagem compartilhada. Por fim, aponta para a necessidade de iniciativas institucionais de produção de recursos didáticos acessíveis, superando a lógica da adaptação improvisada e promovendo a equidade no ensino da Matemática.

Por fim, é importante salientar que esta pesquisa não se esgota nos resultados aqui apresentados. O BBM se configura como um protótipo em constante processo de aprimoramento e aberto à customização, de modo a atender às especificidades de diferentes públicos-alvo e contextos pedagógicos. Assim, sua utilização futura com outros grupos de estudantes, como aqueles diagnosticados com Transtorno do Espectro Autista, bem como com discentes de diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade, poderá expandir ainda mais seu escopo de aplicação.

REFERÊNCIAS

- 3DLAB. **O que é material PLA?**. 2022. Disponível em:
<https://3dlab.com.br/pla-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-filamento-pla/#:~:text=0%20PLA%20%C3%A9%20um%20termopl%C3%A1stico,sacolas%20pl%C3%A1sticas%20e%20copos%20descart%C3%A1veis>. Acesso em: 16 jan. 2024.
- ALMEIDA, Anne. **Ludicidade como instrumento pedagógico**. Itinerarius Reflectionis, Jataí - GO, 2009. Disponível em: <https://www.cdof.com.br/recrea22.htm>. Acesso em: 15 jan. 2024
- ALMEIDA, Cinthia Carvalho. **Acessibilidade para estudantes com deficiência visual ao ensino remoto**: um estudo em institutos federais de educação. 2023. 110 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Científica, Inclusão e Diversidade.) - Programa de Pós- Graduação em Educação Científica, Inclusão e Diversidade da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, 2022. Disponível em:
https://www.ufrb.edu.br/ppgecid/images/Disserta%C3%A7%C3%B5es_e_Resumos/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Cinthia.pdf. Acesso em: 23 jan. 2025.
- ALVARISTO, Eliziane de Fátima. **Tecnologia Assistiva 3M**: material manipulável de multiplicação para aprendizagem do conceito matemático ao estudante cego na perspectiva inclusiva. 2023. 259 f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação do Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2023. Disponível em:
<http://tede.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/jspui/2124/2/TESE%20-%20Eliziane%20de%20F%C3%A1tima%20Alvaristo.pdf>. Acesso em: 28 set. 2024.
- BACELAR, Vera Lúcia da Encarnação. **Ludicidade e educação infantil**. Salvador: EDUFBA, 2009.
- BARBOSA, Paula Márcia. **Multigráfico**: recurso didático para o processo de ensino e aprendizagem de gráficos na área da deficiência visual. 2022. 120 f. Dissertação (Mestrado profissional em ensino na temática da deficiência visual) - Programa de PósGraduação em Ensino na Temática da Deficiência Visual do Instituto Benjamin Constant, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em:
https://www.gov.br/ibc/pt-br/educacao/educacao-superior/pos-graduacao-stricto-sensu/anexos-1/anexos/dissertacao-mestrado_ppgedv_paula-marcia-barbosa.pdf. Acesso em: 23 jan. 25.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2020.
- BASNIAK, Maria Ivete; Liziero, André Rafael. A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos. **Revista Observatório**, Palmas, v. 3, n. 4, p. 445–466, 2017. Disponível em:
<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/observatorio/article/view/3321/9792>. Acesso em: 15 jan. 2024.
- BDTD, 2024. Homepage. Disponível em: <https://bdtb.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 26 set. 2024.
- BENEVIDES, Maria Victoria de Mesquita. Cidadania e democracia. **Lua Nova: Revista de Cultura e Política**, São Paulo, p. 5-16, 1994. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ln/a/LTSGRTDqFD4X74DxLsw9Krz/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2024.
- BERBETZ, Márcia Regina Silva. **Educação matemática inclusiva**: o material didático na perspectiva do desenho universal para área visual. 2019. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em:

<https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/66305/R%20-%20D%20-%20MARCIA%20REGINA%20SILVA%20BERBETZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 set. 2024.

BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre, RS: CEDI –Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil, 2017. Disponível em:
https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRAGA, Joyce; ROSA, Fernanda Malinosky Coelho da. O ensino de Matemática para pessoas com deficiência visual: algumas reflexões sobre/no Atendimento Educacional Especializado. **Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 66, p. 1-20 e296603, 2023. Disponível em:
<https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/942>. Acesso em 20 jun. 2025.

BRASIL. **Decreto n. 6.949 de 25 de agosto de 2009**. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília, 2009. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. **Lei n. 13.146 de 6 de julho de 2015**. LBI - Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Brasília, 2015. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Brasília - DF, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em 15 jan. 2024.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Secretaria de Educação Especial. Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa. Elaboração: BECHARA, Jonir; ALMEIDA, Maria da Glória de Souza; MOTA, Maria Gloria Batista da; OLIVEIRA, Regina Fátima Caldeira de; ABREU, Elza Maria de Araújo Carvalho. Brasília, 2006a. Disponível em:
<http://antigo.ibc.gov.br/images/conteudo/AREAS_ESPECIAIS/CEGUEIRA_E_BAIXA_VISAO/Braile/Cdigo-Matemtico-Unificado.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. Secretaria de Educação Especial. **Saberes e práticas da inclusão**: desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão. Brasília: MEC, 2006b. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/alunoscegos.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. **Portaria n. 3.128, de 24 de dezembro de 2008**. Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. Disponível em:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html. Acesso em: 15 jan. 2024.

BREMGARTNER, Vitor; FERNANDES, Priscila; SOUSA, Jeanne; SOUZA, José Carlos. Aprendizagem baseada em projetos aplicada a cursos de formação inicial e continuada em Cultura *Maker*. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 1943–1957, 2022. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/16409>. Acesso em 20 jun. 2025.

BRITO, Fabricio Silva. **Direitos das pessoas com deficiência física privadas de liberdade: acessibilidade arquitetônica e inclusão no sistema penitenciário**. 2022. 363 f. Dissertação (Mestrado profissional e interdisciplinar em Prestação Jurisdicional e Direitos Humanos) – Programa de Pós-Graduação em Prestação Jurisdicional e Direitos Humanos da Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/5300>. Acesso em: 23 jan. 2025.

CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho Universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas**. 4. ed. São Paulo: Senac, 2017.

CUNHA, Marcia Borin da; GIORDAN, Marcelo. As Percepções na Teoria Sociocultural de Vigotski: uma análise na escola. ALEXANDRIA: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.5, n.1, p.113-125, maio 2012. Disponível em <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170780>. Acesso em: 09 jan. 2024.

DIAS, Cláudia Augusto. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. **Informação & Sociedade**, João Pessoa - PB, v. 10, n. 2, p. 1-12, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/330/252>. Acesso em 15 dez. 2024.

FARIAS, Vivian Caroline; FERRY, Alexandre da Silva. Recurso didático produzido em um espaço *maker* para o ensino de química a estudantes com deficiência visual. In: COSTA, Maria Adélia da; PINTO, Elizabeth Maria. **Educação profissional e tecnológica novas faces em meio a novas fases**. 1. ed. Goiania: Alta Performance, 2023. p. 380-399.

FERRONATO, Rubens. **A construção de instrumento de inclusão no ensino de matemática**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/82939/PEPS2320-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 jan. 2025.

FERRY, Alexandre da Silva; FARIAS, Vivian Caroline. Confeção de um recurso didático para o ensino da grafia química braille a estudantes com deficiência visual. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, Natal-RN, [S. l.], v. 1, n. 24, p. e14897, 2024. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/14897>. Acesso em: 24 jun. 2025.

FERRY, Alexandre da Silva. Projeto Incluir-Ciência: ações de extensão na articulação com a pesquisa e o ensino para inclusão de pessoas com deficiência visual. **UFF & Sociedade**, Rio de Janeiro - RJ, v. 4, n. 4, p. 1-15 e040419, 2024. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/uffsociedade/article/view/62744/37551>. Acesso 29 set. 2024.

FITA, Enrique Caturla. O professor e a motivação dos alunos. In: TAPIA, Jesus Alonso; FITA, Enrique Caturla. **A motivação em sala de aula: o que é, como se faz**. 11. ed. São Paulo: Loyola, 2015, p. 65-135.

FREDRICKS, Jennifer A.; BLUMENFELD, Phyllis C.; PARIS, Alison H. *School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence*. **American Educational Research Association**, Washington - EUA, v. 74, n. 1, p. 59-109, 2004.

FUNDAÇÃO DORINA E LEGO. **Famosos em todo o mundo, bloquinhos de montar ganham versão em braille para ajudar na alfabetização de crianças com deficiência visual**. Disponível em:

<<https://www.fundacaodorina.org.br/blog/fundacao-dorina-e-legolancam-braille-bricks/>>.
Acesso em: 27 set. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Isadora Dias; SILVA, Lorena Brito da; SILVA, Alexsandra Maria Sousa; PASCUAL, Jesus Garcia; COLAÇO, Veriana de Fátima Rodrigues; XIMENES, Verônica Moraes. O social e o cultural na perspectiva histórico-cultural: tendências conceituais contemporâneas. **Psicologia em Revista**, Belo Horizonte, v. 22, n. 3, p. 814-831, 2016. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/psicologiaemrevista/article/view/6041>. Acesso em 14 jan. 2024.

GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: teoria e pesquisa**, Brasília, v. 22, p. 201-209, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/HMpC4d5cbXsdt6RqbrmZk3J/>. Acesso em 21 jun. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 jan. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102178.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2025.

KLAUS, Vanessa Lucena Camargo de Almeida; BONDEZAN, Andreia Nakamura. Na sala de aula: o ensino de frações a alunos com deficiência visual. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Cascavel, v. 9, n. 3, p. 45-59, 2019. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/5120>. Acesso em: 23 jun. 2025.

JULIO, Josimeire; VAZ, Arnaldo; FAGUNDES, Alexandre. Atenção: Alunos engajados-Análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. **Ciência & Educação**, Bauru - SP, v. 17, p. 63-81, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/9vX5xRFbvMy64xzC9yq6FCD/>. Acesso em: 14 jan. 2024.

JUNIOR, Renato Pontone; ROSA, Rogério Helvídio Lopes. Uso do diagrama do sistema de atividade na análise de uma oficina de formação de professores de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 12, n. 5, p. 282-292, 2017. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/652>. Acesso em: 13 jan. 2024

LORENZATO, Sérgio. Laboratório de Ensino de Matemática e Materiais Didáticos Manipuláveis. In: LORENZATO, Sérgio. (Org.). **O Laboratório de Ensino de Matemática na Formação de Professores**. Campinas, Autores Associados, 2021, p. 11-47.

LOURENÇO, Abílio Afonso; PAIVA, Maria Olímpia Almeida de. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciências & cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 132-141, 2010. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/313/195>. Acesso em: 13 jan. 2024.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Ludicidade e formação do educador. **Revista Entreideias: educação, cultura e sociedade**, Salvador, v. 3, n. 2, p.13-23, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/entreideias/article/view/9168/8976>. Acesso em: 15 jan 2024.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão Escolar**: O que é? Por quê? Como fazer? São Paulo: Moderna, 2003. Disponível em:
<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/211/o/INCLUS%C3%83O-ESCOLARMaria-Teresa-Egl%C3%A9r-Mantoan-Inclus%C3%A3o-Escolar.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.

MARCELLY, Lessandra; PENTEADO, Miriam Godoy. A escrita matemática em braille. In: Conferência Interamericana de Educação matemática, 13. , 2011, Recife. **Anais...** Recife: IACME, 2011. Disponível em:
https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1768/236. Acesso em: 15 jan. 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Moraes; Marcos Evandro Lisboa de. **A leitura tátil e os efeitos da desbrailização em aulas de matemática**. 2016. 319 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará, Belém, 2016. Disponível em:
https://www.repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/13377/1/LeituraTatilEfeitos_%20Dissertacao.pdf. Acesso em: 23 jan. 25.

MORAES, Viviane Rodrigues Alves de; TAZIRI, Jennifer. A motivação e o engajamento de alunos em uma atividade na abordagem do ensino de ciências por investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 72-89, 2019. Disponível em:
<https://www.proquest.com/openview/a4f814f7ad2dad846f64470cd56f9ddf/1?pq-origsite=gscolar&cbl=2032603>. Acesso em: 13 jan. 2024.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas**. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015. Disponível em:
https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 23 jan. 2025.

NASCIMENTO, Cleoneide Moura do; NASCIMENTO, Luana Ferreira do. Integração ou inclusão: reflexões sobre o processo de aprendizagem de alunos com deficiência visual no ensino superior. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 4, 2019, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Editora Realize, 2019. Disponível em:
http://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/TRABALHO_EV126_MD1_SA17_ID1368_01072019232243.pdf. Acesso em: 15 jan. 2024.

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, v. 32, p. 1-26, 2019. Disponível em:
<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/35402>. Acesso em: 23 jan. 2025.

OLIVEIRA, Marta Kohl. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2011.

OLIVEIRA, Leandro Antonio; MORTIMER, Eduardo Fleury. Percepções de Professores de Química do Ensino Superior Sobre o uso de Modelos Moleculares em Seus Percursos Profissionais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, e38016, p. 1-29, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/38016>. Acesso em: 13 jan. 2024.

PAULA, Adriana Chilante de; ARAÚJO, Ione dos Santos Canabarro. James Wertsch: influência de Vygotsky, ideias principais e implicações para a educação científica. In: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química 33. Ijuí - RS. **Anais...** 2013. Ijuí - RS: EDEQ, 2013. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2720>. Acesso em: 13 jan. 2024.

PEREIRA, Alexsandro Pereira de; OSTERMANN, Fernanda. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, Bauru - SP, v.18, n. 01, p.23-39, 2012. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1516-73132012000100002&script=sci_abstract. Acesso em: 13 jan. 2024.

PINTRICH, Paul R. *A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts*. **Journal of Educational Psychology**, Washington - USA, v. 95, n. 4, p. 667, 2003. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/fulltext/2003-09576-001.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2024.

Portal de Periódicos da CAPES, 2024. Homepage. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez107.periodicos.capes.gov.br/index.php?>. Acesso em: 26 set. 2024.

POSSO, Adriana da Silva. **A produção de significados em um ambiente virtual de aprendizagem**: utilizando a teoria da ação mediada para caracterizar a significação dos conceitos relacionados à solubilidade dos materiais. 2010. 185 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-16122010-110005/en.php>. Acesso em: 13 jan. 2024.

REILY, Lúcia. **Escola inclusiva**: linguagem e mediação. Campinas: Papirus, 2004.

RIBEIRO, Filomena. Motivação e aprendizagem em contexto escolar. **Profforma**, Portalegre - Portugal, v. 3, p. 1-5, 2011. Disponível em: https://www.cefopna.edu.pt/revista/revista_03/pdf_03/es_05_03.pdf. Acesso em: 13 jan. 2024.

RODRIGUES, Olga Maria Piazzentin Rolim; CAPELLINI, Vera Lúcia Messias Fialho. O direito da pessoa com deficiência: marcos internacionais. **UNESP**, São Paulo, v. 9, p. 1-13, 2014. Disponível em: https://acervodigital.unesp.br/bitstream/unesp/155248/1/unesp-nead_reei1_ee_d02_texto01.pdf. Acesso em: 23 jun. 2024.

SACCHETTO, Karen Kaufmann; MADASCHI, Vanessa; BARBOSA, Geraldo Henrique Lemos; SILVA, Priscilla Ludovico da; SILVA, Raquel Caetano Teixeira da; FILIPE, Beatriz Tomás da Cruz; SOUZA-SILVA, João Roberto de. O ambiente lúdico como fator motivacional na aprendizagem escolar. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, São Paulo, v. 11, n. 1, 2011. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/cpgdd/article/view/11170/6934>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SANTOS, Barbara Poubel dos. **O Imperial Instituto de Meninos Cegos (1854)**: uma análise pela historiografia linguística. 2020. 120 f. Dissertação (Mestrado em Estudos de Linguagens) – Programa de PósGraduação em Estudos de Linguagem da Universidade Federal Fluminense, Rio

de Janeiro, 2020. Disponível em:

<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/14368/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20defendida%20por%20Brabara%20Poubel%20%28Linha%203%20Historiografia%20Lingu%c3%adstica%29%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SANTOS, Edilaine Breves dos; CARDOSO, Giovana da Silva; ALMEIDA, José Ricardo Ferreira de. Régua de frações como recurso didático para estudantes com deficiência visual: uma experiência de prototipagem. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 15, 2024. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/2425/2352>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SANTOS, Fábio Alexandre; LIMA, Juliana Duarte; MACEDO, Luciana Maria de Souza; ALEXANDRINO, Vanessa Porto. O ensino de matemática para alunos com deficiência visual através de jogos de memória. **REIN-Revista Educação Inclusiva**, Recife, v. 4, n. 2, p. 73-80, 2020. Disponível em: <https://revista.uepb.edu.br/index.php/REIN/article/view/231>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SANTOS, Maria Rosélia Cavalcante dos; SILVA, Simone Suelayne Santos; SANTOS, Maria Pricila Miranda dos. Tecnologia e educação: importância na atualidade e seus desafios. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 9, n. 10, p. 6068-6079, 2023.

SCHAUFELI, Wilmar B.; SALANOVA, Marisa; GONZÁLEZ-ROMÁ, Vicente; BAKKER, Arnold B. *The measurement of engagement and burnout: A two sample confirmatory factor analytic approach*. **Journal of Happiness Studies**, v. 3, p. 71-92, 2002. Disponível em: <https://www.wilmarschaufeli.nl/publications/Schaufeli/178.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2025.

SHIRLEY, Dennis; HARGREAVES, Andy. **Cinco caminhos para o engajamento**. Porto Alegre: Penso, 2022.

SIQUEIRA, Luciana Gurgel Guida; WECHSLER, Solange M. Motivação para a aprendizagem escolar: possibilidade de medida. **Avaliação psicológica**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 21-31, 2006. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712006000100004. Acesso em: 13 jan. 2024.

SONZA, Andrea Polletto; KADE, Adrovane; FAÇANHA, Agebson; RESENDE, André Luiz Andrade; NASCIMENTO, Gleison Samuel do; ROSITO, Maurício Covolan; BORTOLONI, Sirlei. FERNANDES, Woquiton Lima. **Acessibilidade e tecnologia assistiva: pensando a inclusão sociodigital de PNEs**. Bento Gonçalves - RS: Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, 2013. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1wtpwN4govndQFhGOYwtHnCVZ3bCegrJ0/view>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SOUZA, Danilo Batista de; BATISTA, Claudenilson Pereira; MATOS, Maria Almerinda de Souza. O Sistema Braille e a Informática, caminhando juntos para incluir. In: Congresso Nacional de Educação, 3, 2016, Natal-RN. **Anais...** Natal: Editora Realize, 2016. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2016/TRABALHO_EV056_MD1_SA7_ID8401_13082016231555.pdf. Acesso em: 16 out. 2024.

SOUZA, Salete Eduardo de. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: Encontro de Pesquisa em Educação 1, Jornada de Prática de Ensino 4, Semana de Pedagogia da UEM: Infância e Práticas Educativas 12. Maringá. **Anais...** 2007. Maringá: Arq Mudi. 2007 Disponível em: <<http://www.dma.ufv.br/downloads/MAT%20103/2015-II/slides/Rec%20Didaticos%20-%20>

MAT%20103%20-%202015-II.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.

TAPIA, Jesus Alonso. Contexto, motivação e aprendizagem. O professor e a motivação dos alunos. In: TAPIA, Jesus Alonso; FITA, Enrique Caturla. **A motivação em sala de aula**: o que é, como se faz. 11. ed. São Paulo: Loyola, 2015, p. 13-64.

VASCONCELLOS, Pedro S.; PAZINATO, Maurícius S. Uma representação acessível da Tabela Periódica para estudantes daltônicos. **Química Nova na Escola**, p. 1-8, 2023. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/EA-48-22.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2024.

VENTURA, Cláudia; SANTOS, Nuno; CÉSAR, Margarida. Comunicar sem ver: Um estudo sobre formas de comunicação com alunos cegos em aulas de matemática. In: MATOS, José Manuel; DOMINGOS, António; CARVALHO, Carlos; TEIXEIRA, Paula Cristina. Caparica - Portugal: **Investigação em Educação Matemática**: Comunicação no ensino e na aprendizagem da matemática, 2010. P. 114-127. Disponível em: https://spiem.pt/DOCS/ATAS_ENCONTROS/atas_EIEM_2010.pdf#page=118. Acesso: 15 jan. 2024.

VIEIRA, Schirlei Gonçalves. A ludicidade na educação especial e inclusiva. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 8, n. 7, p. 712-718, 2022. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/6343>. Acesso em: 15 jan. 2024.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1991.

XAVIER, Tayná Maria Amorim Monteiro. **Alunos com deficiência visual ensinando Matemática a alunos videntes**: o plano cartesiano no jogo batalha naval. 2020. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - PB, 2020. Disponível em: <https://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/4027/2/PDF%20-%20Tayn%c3%a1%20Maria%20Amorim%20Monteiro%20Xavier.pdf>. Acesso em: 28 set. 2024.

ZERBATO, Ana Paula; MENDES, Enicéia Gonçalves. Desenho Universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. **Educação Unisinos**, São Leopoldo, v. 22, n. 2, p. 147-155, 2018. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/edu.2018.222.04>. Acesso em: 15 jan. 2024.

WERTSCH, James V. **Voces de la mente: Un enfoque socio-cultural para el estudio de la acción mediada**. Madrid: Visor, 1991.

WERTSCH, James V. *Struggling With the Past: Some Dynamics of Historical Representation*. In VOSS, James F.; CARRETERO, Mario. **Cognitive and Instructional Processes in History and the Social Sciences**. Hillsdale: Erlbaum, 1994. p. 323-338.

APÊNDICE A - INTERPRETAÇÃO DETALHADA DA EXPRESSÃO BOOLEANA UTILIZADA NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A interpretação detalhada da expressão é a seguinte:

- (matemátic*): o termo "matemátic*" usa um curinga (o asterisco) para buscar palavras que começam com "matemátic", como "matemática", "matemático", "matemáticas".
- AND: o operador "AND" (ou "E", em português) garante que os resultados encontrados incluam ambas as condições, ou seja, algo relacionado a "matemática" e também a uma das condições seguintes.
- ((deficien* visua*) OR (ceg*) OR ("baixa visão")): esta parte da consulta usa o operador "OR" (ou "OU") para incluir qualquer uma das seguintes condições:
- (deficien* visua*): o curinga "*" permite encontrar termos como "deficiência visual" ou "deficiente visual".
- (ceg*): busca palavras que comecem com "ceg", como "cego", "cegueira", "cegos", "cega", "cegas".
- "baixa visão": busca pela expressão exata "baixa visão".

APÊNDICE B - LISTA DE PUBLICAÇÕES SELECIONADAS PARA A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

TIPO DE PUBLICAÇÃO	TÍTULO DA PUBLICAÇÃO	AUTORIA	ANO DE PUBLICAÇÃO
Dissertação	A construção de instrumento de inclusão no ensino de matemática	Rubens Ferronato	2002
Dissertação	Um estudo do uso de padrões figurativos na aprendizagem de álgebra por alunos sem acuidade visual	Karina Laguna Andrezzo	2005
Dissertação	O ensino de matrizes: um desafio mediado para aprendizes cegos e aprendizes surdos	Gerciane Gercina da Silva	2012
Tese	Análise instrumental de uma maquete tátil para a aprendizagem de probabilidade por alunos cegos	Aida Carvalho Vita	2012
Dissertação	Ensino de geometria para alunos com deficiência visual : análise de uma proposta de ensino envolvendo o uso de materiais manipulativos e a expressão oral e escrita.	Maíra Kelly da Silva Pereira	2012
Dissertação	O ensino da geometria para alunos com deficiência visual	Davi César da Silva	2013
Artigo	Inclusão de estudantes cegos nas aulas de matemática: a construção de um kit pedagógico	Marcia Rosa Uliana	2013
Dissertação	O ensino de trigonometria para deficientes visuais através do multiplano pedagógico	Luciano Marques de Melo	2014
Dissertação	Ensino de matemática para surdos e ou cegos	Miguel Luiz Veiga de Oliveira	2014
Artigo	Inclusão no Ensino Médio: geometria para deficiente visual	Davi César da Silva, José Carlos da Silva Leivas	2014
Dissertação	A inclusão de alunos com deficiência visual do 9º ano do Ensino Fundamental no processo de ensino e aprendizagem de estatística	Rita de Cássia Célio Pasquarelli	2015
Dissertação	Tabuleiro das expressões: um auxiliador do ensino da matemática para alunos com deficiência visual	Talita de Andrade Tostes	2015
Dissertação	Introdução ao estudo de função para alunos com deficiência visual com o auxílio do multiplano	Maria Aldete de Souza	2015
Dissertação	Matemática inclusiva: ensinando matrizes a deficientes visuais	Tiago Stefanel E Silva	2015
Dissertação	A utilização do multiplano no ensino de geometria para alunos do Ensino Fundamental com deficiência visual	Hugleibson Bernardo da Silva	2015
Artigo	Contátil: (re)adaptação do material dourado para deficientes visuais	Maria Adelina Raupp Sganzerla, Marlise Geller	2015
Artigo	Material manipulável de geometria para estudantes cegos: reflexões de professores brailistas	Mayra darly da Silva, Liliane Maria Teixeira Lima de Carvalho, Cristiane Azevêdo dos Santos Pessoa	2016
Artigo	Matemática inclusiva: ensinando matrizes a deficientes visuais	Tiago Stefanelo e Silva, João Roberto Lazzarin	2016
Dissertação	Contribuições dos materiais didáticos manipuláveis na aprendizagem de matemática de estudantes cegos	Ana Paula Poffo Koepsel	2017
Dissertação	Tecnologia assistiva no ensino de matemática para um aluno cego do Ensino Fundamental: desafios e possibilidades	Ligiane Gomes Marinho Salvino	2017
Dissertação	O uso do soroban para educando cego : concepções e perspectivas	Marcos Adriano da Silva Terra	2017

Tese	O ensino de números decimais em uma classe inclusiva do Ensino Fundamental : uma proposta de metodologias visando à inclusão	Marcelo Marques de Araújo	2017
Artigo	Ferramentas táteis no ensino de matemática para um estudante cego: uma experiência no if sudeste mg	Felipe Almeida de Mello, Jaciene Lara de Paula Caetano, Paula Reis de Miranda	2017
Artigo	Dobraduras e colagens no ensino de geometria para estudantes cegos do Ensino Fundamental no período de contra turno	Tânia Maria Moratelli Pinto, Neuza Rejane Wille Lima	2017
Dissertação	Ensino de geometria para estudantes cegos: avaliação, análise e uso de um material manipulável por professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental	Mayra Darly da Silva	2018
Dissertação	Teorema de pitágoras: uma proposta de ensino e aprendizagem para alunos deficientes visuais	Nasael Martins Luiz	2018
Tese	O ensino de matemática em uma perspectiva inclusiva : experiência com uma aluna com deficiência visual na construção e aplicação de um material didático para aulas de simetria	Jorge de Menezes Rodrigues	2018
Dissertação	Introdução ao conceito da função exponencial: um olhar para a educação inclusiva	Jaqueline Dos Santos	2018
Artigo	Uso de materiais didáticos instrucionais para inclusão e aprendizagem matemática de alunos cegos.	Ana Paula Poffo Koepsel, Viviane Clotilde da Silvada Silva	2018
Artigo	O ensino de polinômios usando material acessível para alunos cegos: potencialidades e limitações	Camilla Ehrat Dias, Maria Lucia Panossian	2018
Artigo	Dama da matemática e tetris 3d: um estudo de equações do 1º grau por meio de jogos	Rosângela Braz de Oliveira, Vanessa Lucena Camargo de Almeida Klauss, Marcos Lübeck	2018
Artigo	O uso do origami adaptado para o ensino das formas geométricas planas a uma aluna com deficiência visual	Tainá Natielle Barbosa da Cruz, Robson dos Santos Ferreira	2018
Dissertação	Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos táteis para estudantes cegos no processo de ensino-aprendizagem de geometria espacial	Rebeca Medeiros de Andrade	2019
Dissertação	O multiplano no processo de ensino da matemática: intervenções educacionais para estudantes com deficiência visual e estudantes videntes com dificuldade de aprendizagem	Raimunda Maria Barbosa de Sá	2019
Dissertação	Educação matemática inclusiva : o material didático na perspectiva do desenho universal para área visual	Márcia Regina Silva Berbetz	2019
Dissertação	Inclusão de deficientes visuais no ensino de geometria plana	Larissa Katharine de Oliveira	2019
Artigo	Adaptando o fantan: uma possibilidade para organizar o ensino de divisão euclidiana para estudantes com deficiência visual	Amanda Pasinato Cruz, Felipe Meira Goinski, Natalia Mota Oliveira, Maria Lucia Panossian	2019
Artigo	O tabuleiro de decimais em uma classe inclusiva: uma possibilidade para alunos com deficiência visual	Marcelo Marques de Araújo	2019
Artigo	A utilização de material didático manipulável e da geometria fractal para o aprendizado dos conceitos de área e perímetro de quadrados: um estudo de caso envolvendo uma estudante com baixa visão	Ana Paula Poffo Koepsel, Tânia Baier	2019
Dissertação	A significação dos números inteiros por estudantes cegos e de baixa visão a partir do material soroban dos inteiros	Natali Angela Felipe	2020
Dissertação	Alunos com deficiência visual ensinando matemática a alunos videntes: o plano cartesiano no jogo batalha naval	Tayná Maria Amorim Monteiro Xavier	2020

Dissertação	Narrativa adaptada para o ensino de semelhança de triângulos para aluno com deficiência visual em situação de inclusão	Fabio Borges	2020
Artigo	“Eles me ajudam a não esquecer o que coloquei”: o uso de materiais manipuláveis na resolução de problemas de arranjo e combinação por uma aluna com deficiência visual	Gerliane Rocha de Araújo	2020
Artigo	Geoplano: uma abordagem inclusiva	Walber Rodrigues de Assis	2020
Artigo	O material manipulável no ensino e aprendizagem das noções básicas de geometria analítica a um aluno com cegueira	Lucélia Valdade Matos Cardoso, Elielson Ribeiro Sales	2020
Artigo	O ensino de funções para alunos deficientes visuais	Maurício Ramos Lutz, Alisson Furquim Salbego, Débora Rodrigues Cortelini	2020
Artigo	A influência dos enunciados e dos materiais no ensino da análise combinatória para alunos surdos e para alunos com deficiência visual	Claudia Segadas-Vianna, Fábio Garcia Bernardo, Flávia Cardoso Pereira, Júlio César dos Santos Moreira, Rodrigo Cardoso dos Santos, Wagner Rohr Garcez	2020
Artigo	Placas algébricas: recurso didático na perspectiva do desenho universal para aprendizagem na educação matemática	Márcia Regina Silva Berbetz, Anderson Roges Teixeira Góes	2020
Artigo	Algespace: objeto inclusivo para o ensino de álgebra	Jessica Tayara Almeida da Costa, Cristiane Ruiz Gomes, Paulo Vilhena da Silva	2020
Artigo	Construtor de gráficos: uma proposta para autonomia na construção e interpretação de gráficos por alunos cegos	Elaine Carvalho, Vagner Cruz, Patrícia Rosa	2020
Tese	A teoria das situações didáticas e a inclusão de estudantes com deficiência visual nos processos de ensino e aprendizagem do conceito de função mediados por um recurso lúdico	Antônio Villar Marques de Sá	2021
Artigo	Ensino de operações de frações para estudantes cegos: uma possibilidade de adaptação curricular	Gilbson José Velasco Souza Filho, Regiane da Silva Barbosa	2021
Artigo	Ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual: proposta inclusiva por meio da geometria	Rozelaine de Fatima Franzin, Caroline Melke	2021
Artigo	Ensino de matemática brasileiro em uma perspectiva inclusiva: propostas de atividades para alunos com deficiência visual com o aparelho soroban	Vanessa Lays Oliveira dos Santos, Marcus Bessa de Menezes, Eduardo Gomes Onofre	2021
Artigo	O uso do multiplano como material manipulável no ensino da matemática para deficientes visuais	Diogo Ramon Do Nascimento Brito	2022
Artigo	Soroban dos inteiros: material para o ensino de números inteiros a estudantes cegos	Natali Angela Felipe, Maria Ivete Basniak, Sani de Carvalho Rutz da Silva	2022
Artigo	Interpretação e construção de gráficos por duas estudantes cegas	Dayse Bivar da Silva, Gilda Lisbôa Guimarães	2022
Tese	Tecnologia assistiva 3m: material manipulável de multiplicação para aprendizagem do conceito matemático ao estudante cego na perspectiva inclusiva	Eliziane de Fátima Alvaristo	2023
Dissertação	Aplicação do multiplano como alternativa metodológica no ensino das quatro operações fundamentais para alunos com deficiência visual	Larisse Lorrane Monteiro Moraes	2023
Artigo	Ensino da matemática para estudantes com deficiência visual e estudantes videntes com dificuldade de aprendizagem: um	Raimunda Maria Barbosa de Sá, Livia da Conceição Costa Zaquieu	2023

	estudo de intervenção com o multiplano e o material dourado		
Artigo	Elaboração e adaptação de materiais didáticos para ensinar alunos pcds	Cristhiane de Souza Ferreira, Maria Aparecida Santos e Campos	2023
Artigo	As contribuições de unidades didáticas apresentadas em um produto educacional com base no desenho universal para a aprendizagem da matemática	Evelize Hoefelmann Bachmann, Fabíola Sucupira Ferreira Sell	2023
Artigo	Oficina usos possíveis do soroban em uma proposta de educação libertadora	Cristina Aparecida Mendes Makowiecki, Juliana Melim	2023
Artigo	Representações de um gráfico de setores para alunos cegos no ensino de estatística	Rodrigo Cardoso dos Santos, Claudia Coelho de Segadas Vianna, Antônio Carlos Fontes dos Santos	2023
Artigo	Reflexões sobre um material manipulável destinado ao ensino de média aritmética para estudantes cegos	Stephany Maria Pereira da Silva, Liliane Maria Teixeira Lima de Carvalho	2023
Artigo	Explorando o conceito de área e perímetro por meio da utilização de materiais e recursos acessíveis a estudantes com deficiência visual	Luana Sampaio, Fábio Bernardo	2023
Artigo	Material dourado na educação matemática: relatos com estudantes cegos e/ou baixa visão	Maria Adelina Raupp Sganzerla, Marlise Geller	2023
Artigo	A experiência do processo de ensino e de aprendizagem de matemática com um estudante cego e com estudante surdo	Adrielly Antonia Santos Gomes, Rosana Maria Mendes, Franciana Teixeira Franco Ribeiro	2024
Artigo	Régua de frações como recurso didático para estudantes com deficiência visual: uma experiência de prototipagem	Edilaine Breves dos Santos Breves, Giovana da Silva Cardoso, José Ricardo Ferreira de Almeida	2024
Artigo	Promovendo a socialização e inclusão de uma aluna cega através de um jogo de cartas adaptado em braille: uma revisão de potências e raízes	Aline de Souza Muniz, Thaís Philipsen Grützmänn, Vanessa Silva da Luz	2024

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

APÊNDICE C: INFORMAÇÕES SOBRE AS IMPRESSÕES DO BRICKS BRAILLE MATEMÁTICO

SÍMBOLO MATEMÁTICO	QUANT. DE PEÇAS	TEMPO DE IMPRESSÃO DAS 11 PEÇAS	QUANT. DE FILAMENTO PLA EM GRAMAS PARA 11 PEÇAS	QUANT. DE FILAMENTO PLA EM METROS PARA 11 PEÇAS	MODELO EM 2D DA PEÇA	PONTOS BRAILLE
0 sem o sinal de número	11	04:32	28 g	9,48 m		245
1 sem o sinal de número	11	04:22	28 g	9,23 m		1
2 sem o sinal de número	11	04:26	29 g	9,32 m		12
3 sem o sinal de número	11	04:28	28 g	9,37 m		14
4 sem o sinal de número	11	04:31	28 g	9,46 m		145
5 sem o sinal de número	11	04:26	28 g	9,34 m		15

6 sem o sinal de número	11	04:30	28 g	9,41 m		124
7 sem o sinal de número	11	04:34	28 g	9,49 m		1245
8 sem o sinal de número	11	04:30	28 g	9,41 m		125
9 sem o sinal de número	11	04:27	28 g	9,37 m		24
0 com o sinal de número	11	08:00	52 g	17,56 m		3456 e 245
1 com o sinal de número	11	07:49	52 g	17,29 m		3456 e 1
2 com o sinal de número	11	07:52	52 g	17,37 m		3456 e 12
3 com o sinal de número	11	08:52	52 g	17,36 m		3456 e 14
4 com o sinal de número	11	07:58	52 g	17,35 m		3456 e 145

5 com o sinal de número	11	07:54	52 g	17,38 m		3456 e 15
6 com o sinal de número	11	07:57	52 g	17,45 m		3456 e 124
7 com o sinal de número	11	08:02	52 g	17,57 m		3456 e 1245
8 com o sinal de número	11	07:58	52 g	17,46 m		3456 e 125
9 com o sinal de número	11	07:53	52 g	17,36 m		3456 e 24
Sinal de soma +	11	04:31	28 g	9,45 m		235
Sinal de subtração -	11	04:27	28 g	9,37 m		36
Sinal de multiplicação x	11	04:32	28 g	9,48 m		236
Sinal de divisão ÷	11	04:32	28 g	9,48 m		256

Sinal de igualdade =	11	04:37	29 g	9,59 m		2356
Sinal de número	11	04:34	28 g	9,49 m		3456
Abre parênteses (	11	04:27	28 g	9,30 m		126
Fecha parênteses)	11	04:27	28 g	9,30 m		345
Sinal de vírgula ,	11	04:23	28 g	9,25 m		2
Sinal de expoente ^	11	04:24	27 g	9,21 m		16
1º sinal de raiz	11	04:34	28 g	9,49 m		1246
2º sinal de raiz	11	04:32	28 g	9,48 m		156

Sinal de matriz	11	07:53	52 g	17,39 m		456 e 123
Sinal de negação (diferente quando usado antes do sinal de igualdade)	11	04:26	28 g	9,32 m		45
Letra x minúscula	11	04:35	28 g	9,49 m		1346
Sinal de porcentagem %	11	07:54	52 g	17,39 m		456 e 356
Sinal de fatorial !	11	07:41	51 g	17,10 m		45 e 3
TOTAL	407	211:30:00	1348 g	451,61 M		

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

APÊNDICE D - PERGUNTAS DA ENTREVISTA E DO GRUPO FOCAL

O que você achou do recurso didático Bricks Braille Matemático (BBM)? Porquê?

Como foi a experiência com BBM?

O que você mais gostou no BBM? Por quê?

Como você se sentiu ao manusear o BBM?

Você se sentiu motivado com o BBM?

Você se sentiu mais motivado a aprender Matemática utilizando o BBM? Explique.

Você chegou a ficar algum tempo muito envolvido com o BBM que não percebeu a hora passar?

Se você pudesse mudar algo no BBM, o que seria?

O que você achou do tamanho, altura e largura das peças do BBM? Justifique.

O corte na diagonal, no canto superior direito das peças do BBM, facilitou a identificação da posição de leitura? ☐ Sim ☐ Não sei ☐ Não

O que você achou da altura e largura dos pontos em braille e a distância entre eles no BBM? Justifique.

Você foi capaz de compreender a Grafia Matemática em braille das peças? Justifique.

O que você achou do sistema de encaixe das peças do BBM na placa? Justifique.

O que você achou do material utilizado (PLA) para a confecção do BBM? Justifique.

O quanto você gostou da ideia do BBM? Justifique.

☐ Não gostei nada ☐ Não gostei ☐ Não sei responder ☐ Gostei ☐ Gostei muito

Você foi capaz de montar fórmulas e equações Matemáticas utilizando as peças de encaixe do BBM? Teve dificuldade ou facilidade? Justifique.

Qual é a sua opinião sobre o BBM para o ensino e para aprendizagem de Matemática? Justifique.

O que você considerou mais interessante no BBM? Justifique.

APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS PROFESSORES

Projeto CAAE: 77952824.5.0000.8507, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 26 de agosto de 2024.

Prezado (a) _____

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada: “Bricks Braille Matemático: análise do uso de um recurso didático inclusivo criado para o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual”. Este convite se deve ao fato de você ser professor ou aluno do Instituto São Rafael, estabelecimento de ensino voltado para pessoas com deficiência visual.

O pesquisador responsável pela pesquisa é Eduardo de Sousa Veloso, RG: MG17714390, CPF 112.164.196-20, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). A pesquisa refere-se a apresentação de um recurso didático inclusivo criado no CEFET-MG e com potencial de facilitar a aprendizagem de Matemática por alunos com deficiência visual, dessa forma, pretende-se contribuir com a inclusão no ensino de Matemática. Nesta fase da pesquisa, busca-se testar o recurso didático inclusivo com alunos do Instituto São Rafael.

Este documento se chama Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Com ele, eu como pesquisador e meu orientador Professor Dr. Alexandre da Silva Ferry buscamos a sua permissão para a aplicação da pesquisa e buscamos esclarecer o propósito da pesquisa, o seu funcionamento e como você estará envolvido(a).

Este convite só está ocorrendo após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), que é o órgão responsável por defender seus interesses, dignidade e integridade diante desta pesquisa.

Qualquer dúvida que surgir, você tem toda a liberdade de perguntar. Se após os esclarecimentos você não se sentir à vontade, a pesquisa não será aplicada, isso sem que haja qualquer incômodo da parte do pesquisador e nem mesmo necessidade de que você esclareça os seus motivos.

O objetivo da pesquisa é o de compreender como o emprego de um recurso didático de caráter lúdico, em uma sala de aula inclusiva de Matemática, pode afetar a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades promovidas pelo professor sob a perspectiva da Teoria da Ação Mediada.

Você poderá contribuir com a pesquisa fazendo comentários ou perguntas. Dessa forma o pesquisador se concentrará a entender os modos que o recurso didático será utilizado na interação.

Serão utilizados equipamentos como gravador de áudio e câmeras fotográficas e de filmagem focados nos comentários acerca da interação entre você e o recurso didático.

Entendo que as gravações podem causar a você algum tipo de incômodo, cansaço e

impaciência. E por isso estarei atento aos sinais negativos, interrompendo imediatamente a observação. Você também tem a liberdade de se direcionar a mim, pedindo que apague o conteúdo. Esse pedido pode ocorrer a qualquer momento. Logo após o ocorrido, por telefone ou em outro dia em que a pesquisa esteja sendo novamente aplicada. Ao fazer esse pedido, esclareço que não há necessidade de se justificar. Você será imediatamente atendido(a).

Assumo com você o compromisso de que esse material será utilizado unicamente para fins desta pesquisa e o acesso estará restrito a mim (o pesquisador) e ao meu orientador. A sua voz jamais será vinculada a qualquer tipo de mídia (redes sociais, jornais, dentre outras). O material coletado será arquivado em um cartão de memória e guardado por cinco anos em um armário com chave no gabinete do professor orientador.

Você não terá nenhum custo com a pesquisa, nem receberá qualquer vantagem financeira e nenhum benefício direto. Mas acredito que terá a oportunidade de refletir como o recurso didático utilizado por você pode auxiliar na sua aprendizagem.

Se lhe restou alguma dúvida, tenha total liberdade de perguntar. Além disso, quero destacar que se concordar em participar da pesquisa hoje, no futuro você poderá desistir sem que haja quaisquer danos a você.

Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e mental são mínimos e incluem, mas não se limitam a inibição, constrangimento, desconforto, vergonha, aborrecimento, timidez e cansaço com algumas perguntas das entrevistas e do grupo focal. No entanto, será garantido o direito do participante conhecer todas as perguntas que irá responder e o direito de não responder alguma pergunta que lhe for perguntado. O tempo de respostas de todas as perguntas é em torno de oito minutos. Caso algum participante venha a considerar perda de tempo, poderá escolher retirar o seu consentimento, a qualquer momento, interrompendo a entrevista, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.

Os benefícios esperados são: contribuição com a ciência em relação a metodologias para o ensino de Matemática a pessoa com deficiência visual e também divulgação de como um recurso didático inclusivo pode trazer mudanças no processo de ensino e aprendizagem. Também são esperados benefícios pessoais na aprendizagem de Matemática por meio de uma aula diferente da habitual e com um recurso até então desconhecido e que contém a Grafia Braille.

Como participante da pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, você é portador de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Farei a leitura desses direitos esclarecendo os significados das palavras e das frases.

Assim, é garantido a você:

- A observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;

- A plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- A plena liberdade de retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados coletados de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- O acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- O acesso aos resultados da pesquisa;
- O ressarcimento de qualquer despesa relativa à participação na pesquisa (por exemplo, custo de locomoção até o local combinado para a entrevista), inclusive de eventual acompanhante, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- A indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- O acesso a este termo (este documento é rubricado e assinado por você, pelo pesquisador e por duas testemunhas, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento ao pesquisador responsável).

Qualquer dúvida ou necessidade, nesse momento, no decorrer da sua participação ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa, pode ser dirigida a mim, por e-mail: eduardo.veloso2@hotmail.com, telefone (31) 97207-0153, pessoalmente ou via postal para Rua Espanha, 330, Apto 301 - Bairro da Glória - Contagem - MG.

Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <http://www.cep.cefetmg.br> ou contatá-lo pelo endereço: Avenida Amazonas, 5855, Prédio Principal (único), sala do CEP/CEFET-MG (s/número), Bairro Gameleira, Belo Horizonte - MG, CEP: 30510-000; e-mail: dppg-cep@cefetmg.br; telefone: +55 (31) 3379-3004.

Se optar por participar da pesquisa, peço-lhe que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pelo pesquisador e pelas testemunhas.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito participar da pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do participante da pesquisa: _____

Assinatura do pesquisador: _____

_____, ____ de _____ de 20__.

Se quiser receber os resultados da pesquisa, indique seu e-mail ou, se preferir, endereço postal,
no espaço a seguir:

APÊNDICE F - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS RESPONSÁVEIS DOS PARTICIPANTES MENORES DE IDADE

Projeto CAAE: 77952824.5.0000.8507, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 26 de agosto de 2024.

Prezado (a) _____,

O(A) estudante _____ pelo(a) qual você é responsável está sendo convidado(a) para a participação da pesquisa intitulada: “Bricks Braille Matemático: análise do uso de um recurso didático inclusivo criado para o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual”. Este convite se deve ao fato do estudante fazer parte do Instituto São Rafael, estabelecimento de ensino voltado para pessoas com deficiência visual.

O pesquisador responsável pela pesquisa é Eduardo de Sousa Veloso, RG: MG17714390, CPF 112.164.196-20, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). A pesquisa refere-se a apresentação de um recurso didático inclusivo criado no CEFET-MG e com potencial de facilitar a aprendizagem de Matemática por alunos com deficiência visual, dessa forma, pretende-se contribuir com a inclusão no ensino de Matemática. Nesta fase da pesquisa, busca-se testar o recurso didático inclusivo com alunos do Instituto São Rafael.

Pedimos a sua colaboração para que analise os termos desta pesquisa e assine, caso esteja de acordo com a participação do(a) estudante.

Este convite só está ocorrendo após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), que é o órgão responsável por defender os interesses, dignidade e integridade dos participantes da pesquisa.

Este documento se chama Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Com ele, eu como pesquisador e meu orientador Professor Dr. Alexandre da Silva Ferry buscamos a sua permissão para a aplicação da pesquisa e buscamos esclarecer o propósito da pesquisa, o seu funcionamento e como o(a) estudante estará envolvido(a).

Qualquer dúvida que surgir, você e/ou o(a) estudante tem toda a liberdade de perguntar. Se após os esclarecimentos, um de vocês não se sentirem à vontade, a pesquisa não será aplicada, isso sem que haja qualquer incômodo da parte do pesquisador e nem mesmo necessidade de que você esclareça os seus motivos.

O objetivo da pesquisa é o de compreender como o emprego de um recurso didático de caráter lúdico, em uma sala de aula inclusiva de Matemática, pode afetar a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades promovidas pelo professor sob a perspectiva da Teoria da Ação Mediada.

O(A) estudante poderá contribuir com a pesquisa fazendo comentários ou perguntas. Dessa forma, o pesquisador se concentrará a entender os modos que o recurso didático será

utilizado na interação.

Serão utilizados equipamentos como gravador de áudio e câmeras fotográficas e de filmagem focados nos comentários acerca da interação entre o estudante e o recurso didático.

Entendo que as gravações podem causar ao (à) estudante algum tipo de incômodo, cansaço e impaciência, por isso estarei atento aos sinais negativos, interrompendo imediatamente a observação. Você e/ou o(a) estudante também tem a liberdade de se direcionar a mim, pedindo que apague o conteúdo. Esse pedido pode ocorrer a qualquer momento: logo após o ocorrido, por telefone ou em outro dia em que a pesquisa esteja sendo novamente aplicada. Ao fazer esse pedido, esclareço que não há necessidade de se justificar. Você será imediatamente atendido(a).

Assumo com você e com o(a) estudante, o compromisso de que esse material será utilizado unicamente para fins desta pesquisa e o acesso estará restrito a mim (o pesquisador) e ao meu orientador. A voz do(a) estudante jamais será vinculada a qualquer tipo de mídia (redes sociais, jornais, dentre outras). O material coletado será arquivado em um cartão de memória e guardado por cinco anos em um armário com chave no gabinete do professor orientador.

Você e o(a) estudante não terão nenhum custo com a pesquisa, nem receberão qualquer vantagem financeira e nenhum benefício direto. Mas acredito que terão a oportunidade de refletir como o recurso didático utilizado pode auxiliar na aprendizagem.

Se lhe restou alguma dúvida, tenha total liberdade de perguntar. Além disso, quero destacar que se concordar na participação da pesquisa hoje, no futuro você e/ou o(a) estudante poderão desistir sem que haja quaisquer danos a vocês.

Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e mental são mínimos e incluem, mas não se limitam a inibição, constrangimento, desconforto, vergonha, aborrecimento, timidez e cansaço com algumas perguntas das entrevistas e do grupo focal. No entanto, será garantido o direito do participante conhecer todas as perguntas que irá responder e o direito de não responder alguma pergunta que lhe for perguntado. O tempo de respostas de todas as perguntas é em torno de oito minutos. Caso algum participante venha a considerar perda de tempo, poderá escolher retirar o seu consentimento, a qualquer momento, interrompendo a entrevista, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.

Os benefícios esperados são: contribuição com a ciência em relação a metodologias para o ensino de Matemática a pessoa com deficiência visual e também divulgação de como um recurso didático inclusivo pode trazer mudanças no processo de ensino e aprendizagem. Também são esperados benefícios pessoais na aprendizagem de Matemática por meio de uma aula diferente da habitual e com um recurso até então desconhecido e que contém a Grafia Braille.

Como participante da pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, o(a) estudante é portador(a) de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Farei a leitura desses direitos

esclarecendo os significados das palavras e das frases.

A observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;

- A plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- A plena liberdade de retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados coletados de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- O acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- O acesso aos resultados da pesquisa;
- O ressarcimento de qualquer despesa relativa à participação na pesquisa (por exemplo, custo de locomoção até o local combinado para a entrevista), inclusive de eventual acompanhante, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- A indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- O acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você, pelo pesquisador e por duas testemunhas, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento ao pesquisador responsável.

Qualquer dúvida ou necessidade, nesse momento, no decorrer da participação do estudante ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa, pode ser dirigida a mim, por e-mail: eduardo.veloso2@hotmail.com, telefone (31) 97207-0153, pessoalmente ou via postal para Rua Espanha, 330 - Apto 301 - Bairro da Glória - Contagem - MG.

Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <http://www.cep.cefetmg.br> ou contatá-lo pelo endereço: Avenida Amazonas, 5855, Prédio Principal (único), sala do CEP/CEFET-MG (s/número), Bairro Gameleira, Belo Horizonte - MG, CEP: 30510-000; e-mail: dppg-cep@cefetmg.br; telefone: +55 (31) 3379-3004.

Se optar por autorizar a participação do(a) estudante na pesquisa, pedimos que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pelo pesquisador.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito a participação do(a) estudante _____ na pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do(a) responsável pelo participante da pesquisa: _____

Assinatura do pesquisador: _____

_____, _____ de _____ de 20__.

Se quiser receber os resultados da pesquisa, indique seu e-mail ou, se preferir, endereço postal, no espaço a seguir:

APÊNDICE G - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) PARA OS PARTICIPANTES MENORES DE IDADE

Projeto CAAE: 77952824.5.0000.8507, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 26 de agosto de 2024.

Prezado (a) _____

Este é um convite para a participação da pesquisa intitulada: “Bricks Braille Matemático: análise do uso de um recurso didático inclusivo criado para o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual”. Este convite se deve ao fato de você ser estudante do Instituto São Rafael, estabelecimento de ensino voltado para pessoas com deficiência visual.

O pesquisador responsável pela pesquisa é o Eduardo de Sousa Veloso, RG: MG17714390, CPF 112.164.196-20, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). A pesquisa refere-se a apresentação de um recurso didático inclusivo criado no CEFET-MG e com potencial de facilitar a aprendizagem de Matemática por alunos com deficiência visual, dessa forma, pretende-se contribuir com a inclusão no ensino de Matemática. Nesta fase da pesquisa, busca-se testar o recurso didático inclusivo com alunos do Instituto São Rafael.

Este documento se chama Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Com ele, eu como pesquisador e meu orientador Professor Dr. Alexandre da Silva Ferry buscamos a sua permissão para a aplicação da pesquisa e buscamos esclarecer o propósito da pesquisa, o seu funcionamento e como você estará envolvido(a).

Qualquer dúvida que surgir, você tem toda a liberdade de perguntar. Se após os esclarecimentos você não se sentir à vontade, a pesquisa não será aplicada, isso sem que haja qualquer incômodo da parte do pesquisador e nem mesmo necessidade de que você esclareça os seus motivos.

Este convite só está ocorrendo após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), que é o órgão responsável por defender seus interesses, dignidade e integridade diante desta pesquisa.

O objetivo da pesquisa é o de compreender como o emprego de um recurso didático de caráter lúdico, em uma sala de aula inclusiva de Matemática, pode afetar a motivação e o engajamento de estudantes com deficiência visual em atividades promovidas pelo professor sob a perspectiva da Teoria da Ação Mediada.

Você poderá contribuir com a pesquisa fazendo comentários ou perguntas. Dessa forma, o pesquisador se concentrará a entender os modos que o recurso didático será utilizado na interação.

Serão utilizados equipamentos como gravador de áudio e câmeras fotográficas e de filmagem focados nos comentários acerca da interação entre você e o recurso didático.

Entendo que as gravações podem causar a você algum tipo de incômodo. E por isso

estarei atento aos sinais negativos, interrompendo imediatamente a observação. Você também tem a liberdade de se direcionar a mim, pedindo que apague o conteúdo. Esse pedido pode ocorrer a qualquer momento. Logo após o ocorrido, por telefone ou em outro dia em que a pesquisa esteja sendo novamente aplicada. Ao fazer esse pedido, esclareço que não há necessidade de se justificar. Você será imediatamente atendido(a).

Assumo com você o compromisso de que esse material será utilizado unicamente para fins desta pesquisa e o acesso estará restrito a mim (o pesquisador) e ao meu orientador. A sua imagem e a sua voz jamais serão vinculadas a qualquer tipo de mídia (redes sociais, jornais, dentre outras). O material coletado durante a aula será arquivado em um cartão de memória e guardado por cinco anos em um armário com chave no gabinete do professor orientador.

Você não terá nenhum custo com a pesquisa, nem receberá qualquer vantagem financeira e nenhum benefício direto. Mas acredito que terá a oportunidade de refletir como os recursos didáticos utilizados por seu professor podem auxiliar na sua aprendizagem.

Se lhe restou alguma dúvida, tenha total liberdade de perguntar. Além disso, quero destacar que, se concordar em participar da pesquisa hoje, no futuro você poderá desistir sem que haja quaisquer danos a você.

Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e mental são mínimos e incluem, mas não se limitam a inibição, constrangimento, desconforto, vergonha, aborrecimento, timidez e cansaço com algumas perguntas das entrevistas e do grupo focal. No entanto, será garantido o direito do participante conhecer todas as perguntas que irá responder e o direito de não responder alguma pergunta que lhe for perguntado. O tempo de respostas de todas as perguntas é em torno de oito minutos. Caso algum participante venha a considerar perda de tempo, poderá escolher retirar o seu consentimento, a qualquer momento, interrompendo a entrevista, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.

Os benefícios esperados são: contribuição com a ciência em relação a metodologias para o ensino de Matemática a pessoa com deficiência visual e também divulgação de como um recurso didático inclusivo pode trazer mudanças no processo de ensino e aprendizagem. Também são esperados benefícios pessoais na aprendizagem de Matemática por meio de uma aula diferente da habitual e com um recurso até então desconhecido e que contém a Grafia Braille.

Como participante da pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, você é portador de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Farei a leitura desses direitos esclarecendo os significados das palavras e das frases.

Assim, é garantido a você:

- A observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;

- A plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- A plena liberdade de retirar seu assentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados coletados de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- O acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- O acesso aos resultados da pesquisa;
- A indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- O acesso a este Termo (este documento é rubricado e assinado por você, pelo pesquisador e por duas testemunhas, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento ao pesquisador responsável).

Qualquer dúvida ou necessidade – nesse momento, no decorrer da sua participação ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa, pode ser dirigida a mim, por e-mail: eduardo.veloso2@hotmail.com, telefone (31) 97207-0153, pessoalmente ou via postal para Rua Espanha, 330 - Apto 301, Bairro da Glória - Contagem – MG.

Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <<http://www.cep.cefetmg.br>> ou contatá-lo pelo endereço: Avenida Amazonas, 5855, Prédio Principal (único), sala do CEP/CEFET-MG (s/número), Bairro Gameleira, Belo Horizonte – MG, CEP: 30510-000; e-mail: dppg-cep@cefetmg.br; telefone: +55 (31) 3379-3004.

Se optar por participar da pesquisa, peço-lhe que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pelo pesquisador e pelas testemunhas.

ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito participar da pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do participante da pesquisa: _____

Assinatura do pesquisador: _____

_____, ____ de _____ de 20__.

Se quiser receber os resultados da pesquisa, indique seu e-mail ou, se preferir, endereço postal,
no espaço a seguir:

APÊNDICE H - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE VOZ E/OU IMAGEM (ESTUDANTE OU PROFESSOR)

Projeto CAAE: 77952824.5.0000.8507, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 26 de agosto de 2024.

Eu, _____, de posse do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO da pesquisa intitulada BRICKS BRAILLE MATEMÁTICO: ANÁLISE DO USO DE UM RECURSO DIDÁTICO INCLUSIVO CRIADO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL, após ter ciência e entendimento quanto aos (i) riscos e benefícios que essa pesquisa poderá trazer e (ii) métodos que serão usados para a coleta de dados; e por estar ciente da necessidade de gravação e/ou filmagem, AUTORIZO, por meio deste termo, que o pesquisador Eduardo de Sousa Veloso capture fotografia e/ou filmagem e/ou gravação de voz de minha pessoa para fins EXCLUSIVOS da referida pesquisa científica e com a condição de que esse material, na sua forma original, não seja divulgado. Nessas condições, apenas o material derivado do original poderá, nos termos desta autorização, ser divulgado em meios científicos, tais como, teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, artigos em periódicos, congressos e simpósios ou outros eventos de caráter científico-tecnológico – no sentido de preservar o meu direito ao ANONIMATO e demais direitos, como definido na regulamentação ética da pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil.

As fotografias, filmagens e gravações de voz ficarão sob a propriedade e a guarda do pesquisador responsável pela pesquisa. Terão acesso aos arquivos somente o Pesquisador Eduardo de Sousa Veloso e o seu orientador Professor Doutor Alexandre da Silva Ferry.

Esta AUTORIZAÇÃO foi concedida mediante o compromisso do(s) pesquisador(es) citados em garantir-me que:

1. a transcrição da gravação de minha voz me seja disponibilizada, caso a solicite;
2. os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui tratada e outras publicações científicas dela decorrentes;
3. a minha identificação não será revelada em nenhuma das vias de publicação científica das informações geradas pela pesquisa;
4. a utilização das informações geradas pela pesquisa para qualquer outra finalidade não especificada no TCLE somente poderá ser feita mediante minha autorização;
5. os dados coletados serão armazenados por cinco anos, sob a responsabilidade do(s) pesquisador(es) responsável(veis) pela pesquisa; e, após esse período, serão destruídos;
6. a interrupção de minha participação na pesquisa poderá ser feita a qualquer momento, sem nenhum ônus, mediante mera comunicação ao(à) pesquisador(a) responsável, que, nesse caso, deverá providenciar a devolução (e adoção de medidas condizentes com essa situação) do material relacionado a esta autorização.

Valido esta autorização assinando e rubricando este documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

_____, ____ de _____ de ____

Local e data

Nome completo do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Nome e Rubrica do Pesquisador Responsável

APÊNDICE I - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE VOZ E/OU IMAGEM (RESPONSÁVEL PELO ESTUDANTE MENOR DE IDADE)

Projeto CAAE: 77952824.5.0000.8507, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 26 de agosto de 2024.

Eu, _____, responsável pelo estudante _____ de posse do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO da pesquisa intitulada BRICKS BRAILLE MATEMÁTICO: ANÁLISE DO USO DE UM RECURSO DIDÁTICO INCLUSIVO CRIADO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL, após ter ciência e entendimento quanto aos (i) riscos e benefícios que essa pesquisa poderá trazer e (ii) métodos que serão usados para a coleta de dados; e por estar ciente da necessidade de gravação e/ou filmagem, AUTORIZO, por meio deste termo, que o pesquisador Eduardo de Sousa Veloso capture fotografia e/ou filmagem e/ou gravação de voz de minha pessoa para fins EXCLUSIVOS da referida pesquisa científica e com a condição de que esse material, na sua forma original, não seja divulgado. Nessas condições, apenas o material derivado do original poderá, nos termos desta autorização, ser divulgado em meios científicos, tais como, teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, artigos em periódicos, congressos e simpósios ou outros eventos de caráter científico-tecnológico – no sentido de preservar o meu direito ao ANONIMATO e demais direitos, como definido na regulamentação ética da pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil.

As fotografias, filmagens e gravações de voz ficarão sob a propriedade e a guarda do pesquisador responsável pela pesquisa. Terão acesso aos arquivos somente o Pesquisador Eduardo de Sousa Veloso e o seu orientador Professor Doutor Alexandre da Silva Ferry.

Esta AUTORIZAÇÃO foi concedida mediante o compromisso do(s) pesquisador(es) citados em garantir-me que:

1. a transcrição da gravação de minha voz me seja disponibilizada, caso a solicite;
2. os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui tratada e outras publicações científicas dela decorrentes;
3. a minha identificação não será revelada em nenhuma das vias de publicação científica das informações geradas pela pesquisa;
4. a utilização das informações geradas pela pesquisa para qualquer outra finalidade não especificada no TCLE somente poderá ser feita mediante minha autorização;
5. os dados coletados serão armazenados por cinco anos, sob a responsabilidade do(s)

pesquisador(es) responsável(véis) pela pesquisa; e, após esse período, serão destruídos;

6. a interrupção de minha participação na pesquisa poderá ser feita a qualquer momento, sem nenhum ônus, mediante mera comunicação ao(à) pesquisador(a) responsável, que, nesse caso, deverá providenciar a devolução (e adoção de medidas condizentes com essa situação) do material relacionado a esta autorização.

Valido esta autorização assinando e rubricando este documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

_____, ____ de _____ de ____

Local e data

Nome completo do responsável pelo Participante da Pesquisa

Assinatura do responsável pelo Participante da Pesquisa

Nome e Rubrica do Pesquisador Responsável