



## Bingo da Matemática Inclusivo- material didático para ensino inclusivo de matemática

### Inclusive Bingo Math - Inclusive Mathematics Educational Material

Renata Cury Caruso<sup>1</sup>, Sani de Carvalho Rutz da Silva<sup>2</sup>

#### RESUMO

O artigo apresenta uma abordagem sobre a importância do desenvolvimento de materiais inclusivos para alunos com Deficiência Visual (DV) no ensino da matemática. Assim, foi desenvolvido um jogo didático denominado "Bingo da Matemática inclusivo", que contém operações matemáticas em algarismos indo-arábicos e em braille, permitindo dessa maneira que estudantes com DV possam jogar e aprender juntamente com seus colegas. Para o desenvolvimento do material, foram utilizadas ferramentas CAD para o projeto, e a tecnologia de impressão 3D para fabricação das cartelas e fichas de sorteio. O objetivo do jogo desenvolvido é possibilitar a inclusão e o engajamento dos alunos, além de promover um aprendizado mais ativo e significativo. Como resultado da pesquisa, foi possível validar o material a partir de testes realizados. Além disso, uma pesquisa foi conduzida com profissionais atuantes na área da educação especial. Esta pesquisa destacou a importância do desenvolvimento de jogos didáticos inclusivos como ferramentas no campo da educação inclusiva para alunos com DV.

**PALAVRAS-CHAVE:** Deficiência visual; Impressão 3D, Material didático.

#### ABSTRACT

The article presents an approach to the importance of developing inclusive materials for students with Visual Impairment (VI) in mathematics education. Thus, an educational game called "Inclusive Mathematics Bingo" was developed, which includes mathematical operations in both Indo-Arabic numerals and Braille, allowing students with VI to assist and learn alongside their classmates. Computer-Aided Design (CAD) tools were used for the material's design, and 3D printing technology was employed for the production of the bingo cards and draw chips. The primary objective of the developed game is to enable inclusion and engagement among students, as well as to promote more active and meaningful learning experiences. As a result of the research, the material was successfully validated through conducted tests. Furthermore, a survey was conducted with professionals working in the field of special education. This survey underscored the significance of developing inclusive educational games as tools in the realm of inclusive education for students with VI.

**KEYWORDS:** Visual impairment, 3D printing, Didactic material.

#### INTRODUÇÃO

A impressão 3D vem conquistando cada vez mais espaço no mercado. Em um contexto econômico caracterizado por uma intensa competitividade, tecnologias que permitem uma redução no tempo de manufatura e tem uma alta versatilidade para atender as demandas do mercado se destacam. De acordo com Prado, Mattos e Rodrigues (2019), o processo de manufatura aditiva está espalhado em diversos segmentos, incluindo áreas de saúde, moda, indústria e além disso, conta com aplicações na área da Educação.

A utilização dessa tecnologia para desenvolvimento de materiais didáticos é muito benéfica, tendo como principais pontos positivos um aumento da participação de alunos nas atividades, um aprendizado mais ativo, desenvolvimento de criatividade, além de auxiliar na compreensão e assimilação do conteúdo (ASSANTE et. Al, 2020). Uma pesquisa desenvolvida por Buehler, Kane e Hurst (2014) abordou o aspecto da utilização de

<sup>1</sup> Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: renatacurycaruso@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 5703854773642722.

<sup>2</sup> Docente nos Cursos de Engenharia Mecânica e Elétrica/Departamento Acadêmico de Matemática/ Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: sani@utfpr.edu.br. ID Lattes: 5694972079639390



impressão 3D em ambientes de educação especial – estudantes com deficiência visual (DV) e cognitiva - em que os alunos foram instigados a desenvolver materiais e utilizar impressoras 3D a partir de instruções de professores qualificados. Um dos aspectos evidenciados foi que muitos estudantes conseguiram otimizar o tempo a partir da utilização de materiais já desenvolvidos encontrados em bibliotecas digitais. Assim, percebe-se a necessidade de desenvolver materiais que alimentem tais bibliotecas e que possam ser utilizados por professores como uma ferramenta pedagógica.

Em relação ao aspecto de inclusão, Assante et. Al (2020) evidencia que a impressão 3D pode ser uma ferramenta válida para ajudar estudantes com DV, como por exemplo o projeto “*Tactile Picture Books*” (Livros com Imagens Táteis), em que foi desenvolvida uma biblioteca digital de livros com imagens táteis impressas em 3D, tornando o conteúdo de livros figurativos legíveis para alunos com DV. Outros exemplos são gráficos táteis, esculturas, engrenagens, figuras geométricas, além da possibilidade da impressão em braile. O desenvolvimento desses materiais se faz muito necessário para promover a inclusão de alunos com DV, pois, como evidencia Viginheski et al. (2019, p. 408):

[...] culturalmente, muitas crianças com deficiência visual não têm acesso aos jogos que outras normalmente têm, pelo fato de que, muitas pessoas, pensam que a falta de visão os limita para essa e outras atividades. No entanto, os jogos proporcionam às pessoas com deficiência visual as mesmas vantagens consideradas para as pessoas sem limitação visual.

Com tais evidências, essa pesquisa tem por objetivo desenvolver, testar e validar um material inclusivo como instrumento de mediação para o ensino da matemática. Para isso, foi utilizado como modelo um material do site da Secretaria da Educação, o “Bingo das quatro Operações”. No presente trabalho, adaptou-se a ideia do jogo para um aspecto inclusivo, imprimindo fichas de sorteio e cartelas em impressoras 3D, possibilitando que contenham braile e que estudantes com DV possam jogar juntamente com seus colegas.

## **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada para a realização dessa pesquisa pode ser dividida em três etapas principais. A primeira etapa consiste no desenvolvimento do material didático (idealização e projeto em software CAD) baseado em pesquisas bibliográficas, as quais englobam o ensino inclusivo para estudantes com deficiência visual, jogos para aprendizagem da matemática de forma lúdica. O único instrumental necessário foi um computador com acesso à internet e a um software CAD, para gerar o arquivo STL.

Após a conclusão da fase de projeto, a segunda etapa é iniciada, que consiste na impressão dos primeiros protótipos do material, e análise de possíveis problemas na impressão. Visando evitar tais problemas, foi realizado um estudo sobre possíveis problemas na impressão 3D por FDM, em que foram constatados os principais parâmetros a serem determinados para realizar uma boa impressão do braile. O instrumental necessário foi uma impressora 3D (disponibilizada no LITEC- Laboratório de inclusão e tecnologias), além de filamento do tipo PLA.

Com o material impresso, inicia-se a terceira etapa que consiste no teste do material por profissionais especializados em Educação Especial de estudantes com DV. Para essa etapa, um jogo completo do material foi enviado a um profissional especializado em educação especial de estudantes com DV, além de uma pesquisa qualitativa com 4 profissionais especializados visando validar a ideia do material e recolher sugestões.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL

A proposta de desenvolver um jogo didático nessa pesquisa se baseia nos aspectos positivos que essa abordagem pedagógica pode trazer para o aprendizado de estudantes. De acordo com Siqueira *et. al* (2023, p.1):

Jogos didáticos vêm ganhando espaço como metodologias alternativas para o ensino, além de representar uma forma de fugir de metodologias tradicionais, o uso do lúdico tem demonstrado ser eficaz por despertar interesse nos alunos ao socializar os conhecimentos, e tornar o aprendizado mais significativo, instigando a curiosidade.

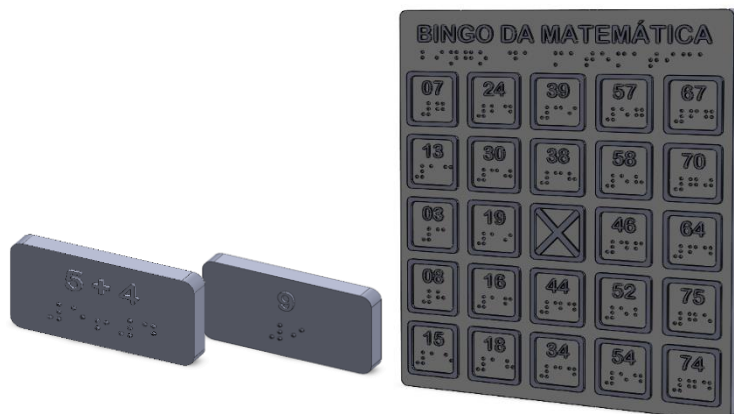
Foram realizadas pesquisas em bibliotecas digitais (Google Acadêmico, SciELO) sobre jogos didáticos para o ensino da matemática com o intuito de realizar um *brainstorming* e dessa maneira desenvolver um jogo inclusivo para estudantes com DV. De acordo com Aguiar e Yonezawa (2014, p.4): “A construção de um instrumento didático inicia-se pela identificação do que se deseja alcançar com a utilização dele: demonstrar e facilitar a compreensão de algum conceito [...]”.

Assim, ficou definido que o objetivo do jogo a ser desenvolvido/adaptado seria a fixação de operações básicas da matemática: multiplicação, divisão, adição e subtração. Dentre as pesquisas realizadas, foi encontrado um material denominado “Bingo com as Quatro Operações”, disponível no site da Secretaria da Educação do estado do Paraná, na aba do site “Jogos para Sala de Aula” que conta com cartelas tradicionais de bingo, porém as fichas de sorteio não são somente números, mas sim uma das operações matemáticas. Considerando o objetivo dessa pesquisa de desenvolver ou adaptar jogos didáticos para que possam ser considerados inclusivos perante estudantes com DV, foi desenvolvido o “Bingo da Matemática Inclusivo”, que conta com cartelas tradicionais de 5 colunas x 5 linhas, com números distribuídos aleatoriamente de 01 a 75. Cada coluna tem uma faixa específica de números a qual inclui, sendo a primeira coluna de 01-15, a segunda coluna de 16-30 e assim sucessivamente.

Com relação às fichas de sorteio, cada ficha representa um número das cartelas (entre 01 e 75), porém no formato de operações matemáticas – adição, subtração, multiplicação e divisão. O verso da ficha apresenta o resultado da operação matemática.

Todas as cartelas e fichas contém as representações numéricas em algarismos indo-arábicos e braile, visando a possibilidade de estudantes com DV jogarem simultaneamente com seus colegas, favorecendo o processo de inclusão. O projeto em CAD das fichas e cartelas pode ser visto na figura 1:

Figura 1: Projeto CAD das fichas de sorteio (à esquerda) e cartela (à direita)



Fonte: autoria própria

Com o projeto concluído, é possível seguir para a próxima etapa da pesquisa.

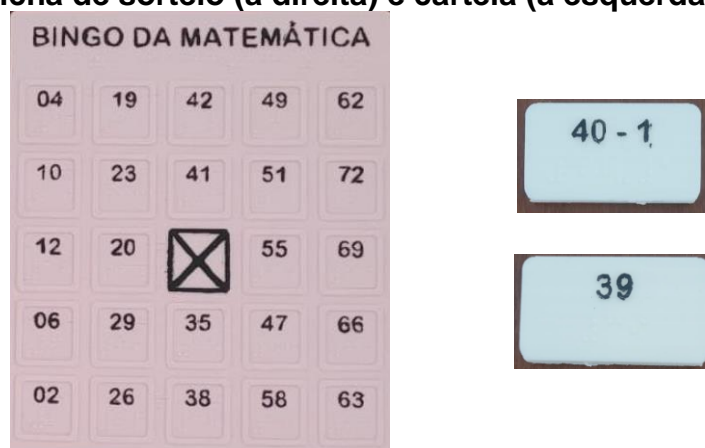
## IMPRESSÃO DO MATERIAL

Existem inúmeros processos de Manufatura Aditiva (AM), diferenciados pelo estado inicial do material e método de deposição, além de outros parâmetros como custo e tempo de fabricação. De acordo com Santana et al. (2018), a Modelagem por Fusão e Deposição (FDM, do inglês Fusion and Deposition Modeling) é uma das técnicas mais utilizadas no âmbito da tecnologia de impressão 3D e consiste na extrusão de um filamento aquecido sobre a mesa de impressão.

Considerando as vantagens associadas à utilização do processo de impressão FDM, como baixo custo, disponibilidade de uma ampla variedade de materiais, otimização do tempo e a disponibilidade de impressoras disponíveis, foi determinado que o processo de FDM seria adotado, utilizando uma impressora disponibilizada no LITEC- Laboratório de Inclusão e Tecnologias. Para a seleção do material, foram considerados critérios relacionados ao custo e à qualidade. Além disso, com base nos resultados alcançados por Caruso (2022) na impressão de um jogo didático contendo Braille, o tipo de filamento PLA foi escolhido para a impressão do material.

Com isso, foi iniciada a impressão do material, gerando o arquivo STL e utilizando o software “Ultimaker Cura” para definir os parâmetros de impressão e gerar o G-code para a impressora. Além disso, devido às restrições nas configurações de impressão, não foi possível utilizar dois filamentos de cores diferentes. No entanto, considerando que o propósito desse material é atender estudantes com deficiência visual, incluindo aqueles com baixa visão, optou-se por aplicar pintura em Braille nas cartelas e fichas, a fim de estabelecer contraste com a base das peças. O resultado desse enfoque pode ser observado na Figura 2.

**Figura 2: Ficha de sorteio (à direita) e cartela (à esquerda) pintadas**



Fonte: autoria própria

Com o material impresso, foi possível prosseguir para a etapa seguinte da pesquisa.

## TESTE DO MATERIAL E RECEBIMENTO DO FEEDBACK

A realização de testes com o material desempenha um papel fundamental na garantia da qualidade e no aprimoramento de seu desempenho, bem como na identificação de possíveis falhas e limitações. Além disso, considerando que a proposta central do





material é ser abrangente e inclusivo, os testes também desempenham um papel na avaliação da eficácia e acuracidade dessa abordagem inclusiva.

No contexto específico do estudo em questão, o material foi submetido a um período de testes com a duração de 2 semanas, sob a supervisão de um professor especializado em Educação Especial, com foco em alunos com deficiência visual. Essa escolha estratégica visou avaliar a adequação e a eficácia do material para atender às necessidades educacionais desses alunos.

Como feedback desse teste, foi observada uma possibilidade de melhoria, considerando a marcação de números nos jogos de bingo. Em jogos tradicionais, utilizam-se, por exemplo, feijões para marcar números na cartela. Porém, para estudantes com DV, isso seria um problema. Assim, foi desenvolvida uma peça, também em CAD, que se encaixa nas demarcações de números das cartelas impressas. Isso resulta na possibilidade de manusear a cartela durante o jogo sem a ocorrência de o jogador (aluno) desmarcar por engano números já marcados.

Além disso, uma análise qualitativa foi realizada com 4 profissionais especializados em Educação Especial, visando obter possíveis sugestões para o aprimoramento do material, além de questões sobre a importância de desenvolvimento desses materiais. Os resultados obtidos mostram que os 4 profissionais não encontraram possíveis limitações para o material, e consideraram de extrema importância o desenvolvimento de jogos inclusivos.

## CONCLUSÃO

Essa pesquisa demonstrou o desenvolvimento de um material didático inclusivo para o ensino da matemática a alunos com deficiência visual. A pesquisa envolveu um processo abrangente, que incluiu a idealização do material, o projeto em CAD, a impressão 3D e a realização de testes com alunos conduzidos por um profissional especializado em educação especial.

A utilização da tecnologia de impressão 3D possibilitou a criação de um jogo adaptado, que atendeu às necessidades específicas dos alunos com deficiência visual. Os recursos táteis presentes no jogo proporcionaram uma experiência sensorial enriquecedora, permitindo que os alunos explorassem e manipulassem os números e operações matemáticas de maneira prática e interativa.

Além disso, a realização dos testes com alunos conduzidos por um profissional especializado em Educação Especial contribuiu para validar a eficácia do material e propor melhorias para o aprimoramento do projeto. A partir desse processo, foi possível identificar aspectos que foram bem-sucedidos e pontos que podem ser aprimorados, com base no feedback direto dos alunos e do profissional envolvido.

Em suma, este estudo evidencia a importância de abordagens inclusivas no ensino da matemática para alunos com deficiência visual e destaca o papel fundamental do desenvolvimento de materiais didáticos adaptados. A utilização de tecnologias de impressão 3D, aliada aos conhecimentos e vivências de profissionais especializados, possibilita a criação de recursos educacionais acessíveis e eficazes. Espera-se que este estudo sirva como um incentivo para o desenvolvimento contínuo de materiais didáticos inclusivos, buscando promover uma educação equitativa e de qualidade para todos os alunos.

## Agradecimentos

Agradeço à Fundação Araucária pelo auxílio financeiro fornecido à pesquisa, à professora doutora Sani de Carvalho Rutz da Silva e a instituição de ensino Universidade



Tecnológica Federal do Paraná por terem proporcionado a elaboração dessa pesquisa. Agradeço também a Gilvan Chaves, Danilo Kayano de Araujo e Awdry Feisser Miquelin, pelo auxílio nas impressões do material.

#### **Conflito de interesse**

Não há conflito de interesse.

#### **REFERÊNCIAS**

- AGUIAR, L. C. D.; YONEZAWA, W. M. Construção de instrumentos didáticos com impressoras 3D. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5994255-Construcao-de-instrumentos-didaticos-com-impressoras-3d.html>. Acesso em 01/08/2023.
- ASSANTE, D.; PLACIDI, L.; CENNAMO, G. M. 3D Printing in Education: an European perspective. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2020. DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125311
- BUEHLER, E.; KANE, S. K.; HURST, A. ABC and 3D: opportunities and obstacles to 3D printing in special education environments. Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1145/2661334.2661365>
- CARUSO, Renata Cury; RUTZ, Sani. A otimização de impressão 3d de um dominó para o ensino inclusivo.. In: Anais do XII Seminário de Extensão e Inovação & XXVII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR. Anais...Santa Helena(PR) UTFPR Santa Helena, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/seisicite2022/545641-A-OTIMIZACAO-DE-IMPRESSAO-3D-DE-UM-DOMINO-PARA-O-ENSINO-INCLUSIVO>. Acesso em: 01/08/2023
- MATEMATICA.SEED.PR.GOV Jogo para Sala - Bingo com as Quatro Operações. Disponível em: <http://www.matematica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=224>. Acesso em: 01/08/2023
- PRADO, A. N.; MATTOS, É. C. A.; RODRIGUES, F. S. Manufatura Aditiva: Conceitos, aplicações e impactos na gestão. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE GESTÃO DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO, 3., 2019, Naviraí. Anais [...]. Naviraí: UFMS, 2019. Available in: [https://periodicos.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/8702/pdf\\_249](https://periodicos.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/8702/pdf_249). Access in: January 28th, 2022.
- SANTANA, L.; ALVES, J. L.; NETTO, A. C. S.; MERLINI, C. Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica. Revista Matéria, v. 23, n. 4, p. 1-28, 2018. Available in: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/dpWDvBJzSXYtzbKnJdDqHVg/?format=pdf&lang=pt>. Access in: January 28th, 2022.
- SIQUEIRA, J. G. M.; TATENO, N. S.; SILVA, M. S. R.; OLIVEIRA, J. P. C. Um jogo didático para ensinar sobre vitaminas. Revista Foco – Interdisciplinary Studies, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n2-138
- VIGINHESKI, L. DA SILVA, S. SHIMAZAKI, E. PINHEIRO, N. Jogos na alfabetização matemática para estudantes com deficiência visual numa perspectiva inclusiva. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: [periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/download/8893/8026](https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/download/8893/8026) Acesso em: 20 fev. 2021